

## PENGUNAAN METODE GOAL PROGRAMMING DALAM PERENCANAAN DIET DIABETES MELLITUS

(The use of Goal Programming Method for Dietary Planning of Diabetic Mellitus)

Ujang Sumarwan<sup>1</sup>, Yekti H. Effendi<sup>1</sup>, Dadang Sukandar<sup>1</sup>,  
Ali Khomsan<sup>1</sup>, Fonike Cornelia<sup>2</sup>

**ABSTRACT:** *The purpose of this study was to determine the amount of food in the Diabetic Mellitus (DM) Diet Plan. Dietitians usually use the Food Exchange List method in computing the amount of food recommended for the DM diet. However, this method did not accurately compute the amount of nutrition contained in the diet as it was recommended in the diet standard. This study utilized the Goal Programming method in computing the amount of food in the DM diet. The advantage of this method was able to overcome the weakness of the Food Exchange Method. The results of the study showed that the amount of food computed in the DM diet resulted the amount of energy, protein, fat, carbohydrate that met with the amount of nutrition recommended in the standard diet.*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Diabetes Mellitus merupakan suatu penyakit yang ditandai oleh adanya kenaikan kadar gula darah (hiperglikemia) kronik yang disebabkan oleh penurunan efektivitas insulin. Seseorang sudah dapat dikatakan menderita diabetes jika menderita dua dari tiga gejala yang sering muncul, yaitu keluhan banyak minum, banyak kencing dan penurunan berat badan (TRIAS P), kadar gula darah puasa lebih dari 130 mg% dan kadar gula darah 2 jam setelah makan lebih dari 160 mg%.

Berdasarkan hasil penelitian epidemiologi yang sampai saat ini telah dilakukan di Indonesia, diketahui bahwa kekerapan diabetes berkisar antara 1,4 sampai 1,6 %, kecuali di dua tempat yaitu di Pekajangan dan di Manado yang agak tinggi masing-masing sebesar 2,3 % dan 6 % berturut-turut. Selain itu diketahui pula lebih banyak dijumpai penderita DM laki-laki dibandingkan wanita. Lebih lanjut dilaporkan bahwa DM sangat jarang dijumpai pada usia muda. Umumnya paling banyak dijumpai penderita DM pada usia 40-60 tahun. DM juga lebih banyak didapatkan pada orang berbadan gemuk (Waspadji, 1995 dalam Soegondo, Soewondo dan Subekti, 1995). Konsesus Menurut Perkumpulan Endokrinologi Indonesia

(Perkeni, 1993) bahwa kelompok yang memiliki resiko tinggi terkena DM adalah kelompok usia dewasa (> 40 tahun), kegemukan, tekanan darah tinggi, riwayat keluarga DM, riwayat kehamilan dengan BB lahir bayi > 4000 g, riwayat DM pada kehamilan dan dislipidemia.

Waspadji (1995) dalam Soegondo, Soewondo dan Subekti (1995), melaporkan bahwa di Jakarta pada 1982 prevalensi DM dijumpai lebih tinggi pada penderita yang termasuk kelompok umur tua (55-64 tahun), kelompok gemuk, kelompok sosial ekonomi kaya dan kelompok dengan pekerjaan yang sedikit memerlukan tenaga. Diantara faktor-faktor tersebut yang paling erat hubungannya dengan timbulnya DM adalah faktor umur, diikuti oleh faktor kegemukan, baru faktor lainnya. Suyono (1995) dalam Soegondo, dkk (1995) melaporkan bahwa diperkirakan dalam jangka waktu 30 tahun mendatang penduduk Indonesia akan bertambah 40 %, sedangkan pertambahan jumlah penderita DM jauh lebih besar yaitu 86% - 138%. Peningkatan yang cepat ini disebabkan oleh pola hidup yang berubah, bertambahnya jumlah penduduk yang beumur 40 tahun dan peningkatan urbanisasi. Perencanaan makan atau pengaturan makan atau sering disebut dengan diet merupakan salah satu cara yang dianjurkan para dokter sebagai upaya perawatan dan penyembuhan penderita DM. Studi ini menyajikan salah satu metode statistik yang dapat digunakan dalam perencanaan makan pasien penderita DM.

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan GMSK, Faperta IPB

<sup>2</sup> Alumni Jurusan GMSK, Faperta IPB

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan menentukan jumlah pangan bagi berbagai macam diit Diabetes Mellitus dengan metode Goal Programming.

**METODE**

Kebutuhan Gizi Penderita Diabetes Mellitus

Konsensus Pengelolaan DM di Indonesia (Perkeni, 1993) menganjurkan pedoman kebutuhan gizi bagi penderita DM dan anjuran penggunaan Daftar Bahan Makanan Penukar dalam penyuluhan perencanaan makan bagi penderita DM. Standar yang dianjurkan adalah makanan dengan komposisi yang seimbang dalam hal persentase karbohidrat, protein dan lemak. Komposisi energi untuk mencapai dan mempertahankan berat badan ideal adalah 60% - 70 % dari karbohidrat, 10% - 15 % dari protein dan 20% -25% dari lemak ((Sukardji, 1995).

kue-kue manis, dodol, cake, abon, dendeng, sarden dan sebagainya.

Faktor-faktor yang menentukan kebutuhan Kalori dalam perencanaan diit bagi penderita DM adalah jenis kelamin, umur, aktivitas fisik dan pekerjaan, kehamilan/laktasi, adanya komplikasi dan berat badan ((Sukardji, 1995). Menurut Moehyi (1997), jika penderita DM tergolong obesitas, maka selain pembatasan hidrat arang dan lemak juga dilakukan pembatasan terhadap kandungan kalori. Kandungan Kalori dalam diit biasanya berkisar antara 1100 - 1500 kalori setiap hari. Jika berat badan penderita tergolong normal, maka kandungan Kalori dalam diit diperkirakan antara 1700 - 2100 kalori.

Klasifikasi Diit Diabetes Melitus.

RSUPN. Dr. Cipto Mangunkusumo (RSCM) menggunakan delapan diit baku dengan berbagai tingkatan kandungan Kalori yaitu mulai dari 1100 kalori sampai 2500 Kalori. (Tabel 1).

Tabel 1. Diit Baku untuk Perawatan Penderita DM di RSCM Jakarta

Macam Diit	Kandungan Zat Gizi dalam Diit Sehari			
	Kalori	Protein	Lemak	Karbohidrat
I	1100	50	30	160
II	1300	55	35	195
III	1500	60	40	225
IV	1700	65	45	250
V	1900	70	50	300
VI	2100	80	55	325
VII	2300	85	65	350
VIII	2500	90	65	390

Sumber : Penuntun Diit, PT Gramedia, Jakarta (1997)

Lebih lanjut hasil konsensus di atas mengemukakan bahwa apabila diperlukan, makanan dengan komposisi hidrat arang 70% - 75 % juga memberikan hasil yang baik. Selain itu jumlah kandungan kolesterol dalam makanan yang dianjurkan bagi penderita DM adalah < 300 mg/hari dan jumlah kandungan seratnya ± 25 g/hari, diutamakan untuk mengkonsumsi serat larut. Pemanis dan garam dapat digunakan secukupnya. Sedangkan Bagian Gizi RSUPN Dr. Ciptomangunkusumo (RSCM) dan Persagi (1997) menganjurkan semua bahan makanan boleh diberikan dalam jumlah yang telah ditentukan kecuali gula murni seperti pada gula pasir, gula jawa, sirup, jam, minuman botol ringan, es krim,

Menurut Hartono (1995), Askandar Tjokroprawiro dari unit Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga telah memperkenalkan Diit B bagi penderita DM. Dalam diit B, komposisi hidrat arang, protein dan lemak masing-masing 68 %, 12 % dan 20 %. Selain itu dalam diit ini terkandung serat yang berasal dari sayuran. Serat yang tinggi dalam diit dapat menekan kenaikan kadar kolesterol darah, karena serat tersebut akan meningkatkan kolesterol yang diekresi ke dalam usus dari empedu untuk seterusnya dikeluarkan bersama tinja. Untuk mengetahui komposisi diit B lebih rinci, dapat dilihat susunannya pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Diit B

Komposisi dan Sifat	Diit B
Hidrat Arang (Karbohidrat)	68 %
Protein	12 %
Lemak	20 %
Rasio P : S <sup>1</sup>	1,0
Kolesterol per hari	100 – 150 mg
Serat <sup>2</sup>	Sayuran A dan B
Frekuensi makan per hari	6 kali
Distribusi per hari <sup>3</sup>	20 %, 10 %, 25 %, 10 %, 25 %, 10 %

Sumber : Tjokrowiwo,A. 1996. Diabetes Melitus : Klasifikasi, Diagnosis, dan Terapi. Gramedia. Jakarta.

Keterangan :

<sup>1</sup> P = Polyunsaturated Fat (lemak tidak jenuh)

S = Saturated Fat (lemak jenuh)

<sup>2</sup> Sayuran A mengandung 6 % Karbohidrat dan Sayuran B 3 % Karbohidrat

<sup>3</sup> Interval (Jarak ) = 3 jam

Menurut Tjokrowiwo (1998), tidak semua penderita DM dapat diberi diit B. Karena terdapat banyak variasi dan tipe diabetese, selanjutnya secara berurutan disusun bermacam-macam diit diabetes yang masing-masing mempunyai komposisi dan indikasi sendiri-sendiri. Diit tersebut terbagi kedalam diit bulan puasa, diit B1 (komposisi 60 % karbohidrat, 20 % lemak, 20 % lemak), diit B2 (komposisi sama dengan diit B1, hanya saja kaya asam amino essensial), diit B3 (komposisi 40 gram per harinya, sisanya dibagi untuk karbohidrat : lemak = 4 : 1), diit Be (diit bebas, hanya untuk indikasi khusus) dan diit M (untuk penderita DM yang terkait Malnutrisi dengan komposisi 55 % karbohidrat, 20 % lemak dan 25 % protein).

Guna mempermudah teknik pelaksanaannya, semua macam diit disusun berdasarkan jumlah Kalorinya, yaitu DM I (1100 Kalori), DM II (1300 Kalori), DM III (1500 Kalori), DM IV (1700 Kalori), DM V (1900 Kalori), DM VI (2100 Kalori), DM VII (2300 Kalori), DM VIII (2500 Kalori), DM IX (2700 Kalori), DM X (2900 Kalori), DM XI (3100 kalori) dan DMXII (3300 Kalori).

**Metode Bahan Makanan Penukar Dalam Diit**

Daftar Bahan Makanan Penukar adalah penggolongan bahan makanan berdasarkan nilai gizi yang setara. Bahan Makanan Penukar ini dibagi kedalam 8 golongan bahan pangan, yaitu sumber karbohidrat, sumber protein hewani, sumber protein nabati, sayuran, buah, susu, minyak, serta makanan tanpa kalori. Satu satuan penukar setiap jenis pangan pada golongan bahan pangan tersebut memiliki kandungan kalori, protein, lemak dan karbohidrat yang hampir sama. Tabel 3 memperlihatkan kandungan zat gizi tujuh golongan Bahan Makanan Penukar untuk setiap satu satuan penukar.

Tabel 3. Kandungan Zat Gizi Bahan Makanan Penukar

Bahan Makanan Penukar	Karbohidrat (gram)	Protein (gram)	Lemak (gram)	Kalori
I. Sumber Karbohidrat	40	4	-	175
II. Sumber Protein Hewani				
a. Rendah Lemak	-	7	2	50
b. Lemak Sedang	-	7	5	75
c. Tinggi Lemak	-	7	13	150
III. Sumber Protein Nabati	7	5	3	75
IV. Sayuran				
a. Golongan A	-	-	-	-
b. Golongan B	5	1	-	25
c. Golongan C	10	3	-	50
V. Buah-buahan	12	-	-	50
VI. Susu				
a. Tanpa Lemak	10	7	-	75
b. Rendah Lemak	10	7	6	125
c. Tinggi Lemak	10	7	10	150
VII. Minyak				
a. Lemak Tidak Jenuh	-	-	5	50
b. Lemak Jenuh	-	-	5	50
VIII. Makanan Tanpa Kalori	-	-	-	-

Sumber : Penuntun Diit. Gramedia. 1997

Berdasarkan Bahan Makanan Penukar tersebut, RSCM menyusun standar Diit DM seperti yang diperlihatkan pada Tabel Lampiran 1. Tabel ini digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan konsumsi pangan bagi penderita diabetes mellitus.

Standar diit tersebut memperlihatkan pembagian jadwal makan bagi penderita DM sebanyak tiga kali makan utama dan dua kali makan selingan, yaitu makan pagi, makan siang dan makan malam, serta makanan selingan/buah pada pagi hari dan sore hari mulai diit 1100 Kalori sampai 2500 Kalori. Jumlah (angka) yang tercantum untuk setiap jenis pangan merupakan satu satuan penukar. Satu satuan penukar ini mengacu pada satuan bahan makanan penukar di atas. Setiap satu satuan penukar bahan makanan dalam setiap golongan bahan makanan penukar memiliki kandungan kalori, protein, lemak dan karbohidrat yang sama. Namun satu satuan penukar untuk setiap jenis pangan memiliki jumlah gram yang berbeda.

Berdasarkan standar diit di atas jika pasien DM dengan diit 1300 Kalori, pada pagi hari memilih nasi sebanyak satu satuan penukar sebagai sumber karbohidrat maka dengan mengacu pada satuan bahan makanan penukar,

pasien tersebut diharuskan mengkonsumsi nasi sebanyak 100 gram. Jika pasien ingin mengganti nasi dengan roti sebanyak satu satuan penukar maka diperlukan sejumlah 70 gram atau 3 iris roti putih. Jumlah zat gizi dari 120 gram nasi atau 70 gram (3 iris) roti putih dianggap memiliki kandungan kalori, protein, lemak dan karbohidrat yang sama. Pendekatan penggunaan satu satuan penukar ini menggunakan pendekatan angka rata-rata kandungan zat gizi, sehingga apabila kandungan zat gizi yang sesungguhnya dihitung maka kemungkinan kandungan zat gizinya akan lebih besar atau lebih kecil dari yang direkomendasikan. Tabel 4 menggambarkan susunan dan jenis pangan yang berbeda untuk diit 2500 Kalori. Berdasarkan metode bahan makanan penukar, kandungan zat gizi bagi tiga jenis susunan pangan tersebut dianggap sama. Tetapi jika kandungan zat gizi untuk setiap pangan dihitung dengan sesungguhnya, maka jumlah zat gizi yang terkandung dari tiga jenis susunan pangan tersebut akan berbeda.

Tabel 4. Jenis dan Jumlah Pangan untuk Diit 2500 Kalori berdasarkan Bahan Makanan Penukar.

Senin		Rabu		Jumat	
Pangan	Gram	Pangan	Gram	Pangan	Gram
<i>Pagi</i>		<i>Pagi</i>		<i>Pagi</i>	
Nasi	200	Roti	140	Mie	100
Telur Ayam	55	Telur	55	Telur	55
Timun	50	Selada	100	Sawi	100
Tempe	50	Tempe	50	Tempe	50
Minyak	10	Minyak	10	Minyak	10
<i>Pukul 10.00</i>		<i>Pukul 10.00</i>		<i>Pukul 10.00</i>	
Pisang	50	Pepaya	190	Pepaya	190
Susu	20	Susu	20	Susu	20
<i>Siang</i>		<i>Siang</i>		<i>Siang</i>	
Nasi	300	Nasi	300	Nasi	300
Ikan Mas	45	Ikan Kembung	30	Ayam	40
Toge	100	Kangkung	100	Bayam	100
Tahu	220	Tahu	220	Tempe	100
Pisang	50	Apel	85	Pepaya	190
Minyak	15	Minyak	15	Minyak	15
<i>Pukul 16.00</i>		<i>Pukul 16.00</i>		<i>Pukul 16.00</i>	
Pepaya	190	Apel	85	Pisang	50
<i>Malam</i>		<i>Malam</i>		<i>Malam</i>	
Nasi	250	Nasi	250	Nasi	250
Ikan Mas	45	Ikan Kembung	30	Ayam	40
Toge	100	Kangkung	100	Bayam	100
Tahu	110	Tahu	110	Tempe	50
Pisang	50	Apel	85	Pepaya	190
Minyak	10	Minyak	10	Minyak	10
<b>Kandungan Zat Gizi Yang Sesungguhnya</b>					
Energi (kalori)	2394.9		2320.2		2488.6
Protein (gram)	79.50		88.17		89.31
Lemak (gram)	61.0		62.61		64.47
Karbohidrat (gr)	382.9		358.86		397.51

Penyusunan diit berdasarkan metode bahan penukar menimbulkan hasil jumlah Kalori, protein, lemak dan karbohidrat yang lebih besar, lebih kecil atau hampir mendekati dengan jumlah yang direkomendasikan dan ini tergantung dari jenis pangan yang dikonsumsi.

Seperti yang disajikan pada Tabel 4 jika yang dipakai diit hari senin maka jumlah kalori yang dikonsumsi (2394.9 Kalori) lebih kecil sejumlah 105.1 kalori dari yang direkomendasikan (2500 Kalori). Apabila diit hari rabu yang dipakai maka jumlah kalori yang dikonsumsi (2320.2 Kalori) juga lebih kecil sebesar 179,8 kalori dari yang direkomendasikan. Namun bila diit hari jumat yang digunakan (2488,6 Kalori) maka terlihat jumlah kalori yang dikonsumsi mendekati dari yang direkomendasikan.

Perhitungan kandungan zat gizi yang dikonsumsi dengan metode bahan penukar dapat menimbulkan penyimpangan lebih besar atau lebih kecil dari yang direkomendasikan. Hal ini tergantung dari bahan pangan yang dipakai. Untuk mengatasi kelemahan ini maka salah satu metode penyusunan diit yang mampu meminimalkan kesalahan perhitungan atau meminimalkan penyimpangan adalah metode Goal Programming. Metode ini bertujuan agar penyimpangan Kalori, protein, lemak dan karbohidrat dibuat seminimal mungkin dari yang direkomendasikan.

### Metode Goal Programming

Perumusan Goal Programming dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

#### 1. Merumuskan Fungsi Tujuan

Meminimumkan  $Z = \sum DB_i + DA_i$

$Z$ =fungsi tujuan,  $DB_i$ =peubah deviasi positif fungsi kendala ke-i,  $DA_i$ = peubah deviasi negatif fungsi kendala ke-i.

Merumuskan Fungsi Kendala Zat Gizi

##### 1.1. Mengoptimalkan pencapaian nilai sasaran energi.

Pada fungsi kendala untuk energi, sasaran yang dikehendaki sudah ditentukan yaitu sebesar  $bi$  sesuai dengan nilai energi yang terdapat pada standar diit. Kehadiran variabel  $DB_i$  dan  $DA_i$  adalah untuk meminimumkan

penyimpangan di bawah atau di atas nilai  $bi$ , sehingga sasaran yang dikehendaki dapat tercapai.

Fungsi kendala untuk energi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Epg1Xpg1 + \dots + EpgnXpgn + Esp1Xsp1 + Esp2Xsp2 + Es1Xs1 + \dots + EsnXsn + EsrXsr + Em1Xm1 + \dots + EmnXmn + DB1 - DA1 = b1$$

#### 1.2. Mencapai nilai sasaran Protein, Lemak dan Karbohidrat dengan selang tertentu.

Untuk fungsi kendala protein, lemak dan karbohidrat nilainya berada pada suatu interval tertentu. Bila interval tersebut dibatasi oleh  $ai$  dan  $bi$  maka penyelesaiannya akan berada diantara interval tersebut. Dalam hal ini hasil penyelesaiannya diharapkan tidak menyimpang dibawah nilai  $ai$  atau diatas nilai  $bi$ . Kemungkinan penyimpangan itu harus diminimumkan dengan menghadirkan variabel deviasional  $DB_i$  dan  $DA_i$ . Penulisan fungsi kendala protein, lemak dan karbohidrat adalah sebagai berikut :

Fungsi kendala Protein :

$$Ppg1Xpg1 + \dots + PpgnXpgn + Psp1Xsp1 + Psp2Xsp2 + Ps1Xs1 + \dots + PsnXsn + PsrXsr + Pm1Xm1 + \dots + PmnXmn + DB2 \geq a2$$

$$Ppg1Xpg1 + \dots + PpgnXpgn + Psp1Xsp1 + Psp2Xsp2 + Ps1Xs1 + \dots + PsnXsn + PsrXsr + Pm1Xm1 + \dots + PmnXmn - DA2 \leq b2$$

Fungsi kendala Lemak :

$$Lpg1Xpg1 + \dots + LpgnXpgn + Lsp1Xsp1 + Lsp2Xsp2 + Ls1Xs1 + \dots + LsnXsn + LsrXsr + Lm1Xm1 + \dots + LmnXmn + DB3 \geq a3$$

$$Lpg1Xpg1 + \dots + LpgnXpgn + Lsp1Xsp1 + Lsp2Xsp2 + Ls1Xs1 + \dots + LsnXsn + LsrXsr + Lm1Xm1 + \dots + LmnXmn - DA3 \leq b3$$

**Fungsi Kendala Karbohidrat :**

$$Kpg1Xpg1 + \dots + KpgnXpgn + Ksp1Xsp1 + Ksp2Xsp2 + Ks1Xs1 + \dots + KsnXsn + KsrXsr + Km1Xm1 + \dots + KmnXmn + DB4 \geq a4$$

$$Kpg1Xpg1 + \dots + KpgnXpgn + Ksp1Xsp1 + Ksp2Xsp2 + Ks1Xs1 + \dots + KsnXsn + KsrXsr + Km1Xm1 + \dots + KmnXmn - DA4 \leq b4$$

**Keterangan :**

Epg1 - Epgn = Kandungan energi dalam 100 gr bahan pangan ke-1 sampai ke-n

Ppg1 - Ppgn = Kandungan protein dalam 100 gr bahan pangan ke-1 sampai ke-n

Lpg1 - Lpgn = Kandungan lemak dalam 100 gr bahan pangan ke-1 sampai ke-n

Kpg1 - Kpgn = Kandungan karbohidrat dalam 100 gr bahan pangan ke-1 sampai ke-n

pg = pagi hari;

sp = selingan pagi hari

s = siang hari;

sr = selingan sore hari

m = malam hari

Xpg1 - Xpgn = Jumlah bahan pangan ke-1 sampai ke-n yang dikonsumsi pagi hari

Xsp1 - Xsp2 = Jumlah bahan pangan selingan ke-1 dan ke-2 yang dikonsumsi pagi hari

Xs1 - Xsn = Jumlah bahan pangan ke-1 sampai ke-n yang dikonsumsi siang

Xsr = Jumlah bahan pangan selingan yang dikonsumsi sore hari

Xm1 - Xmn = Jumlah bahan pangan ke-1 sampai ke-n yang dikonsumsi malam hari

DB = Peubah deviasi positif fungsi kendala energi (DB1), protein (DB2), lemak (DB3), karbohidrat (DB4).

DA = Peubah deviasi negatif fungsi kendala energi (DA1), protein (DA2),

lemak (DA3), karbohidrat (DA4).

b1 = Nilai sasaran energi

a2 = batas bawah protein

b2 = batas atas protein

a3 = batas bawah lemak

b3 = batas atas lemak

a4 = batas bawah karbohidrat

b4 = batas atas karbohidrat

Fungsi kendala protein, lemak dan karbohidrat nilainya dibuat dengan menggunakan selang batas atas dan batas bawah. Penentuan selang ditentukan berdasarkan standar diit Diabetes Mellitus (Sukardji, 1995), yaitu :

- Protein : 10% - 15% total energi

- Lemak : 20% - 25% total energi

- Karbohidrat : 60% - 70% total energi

**2. Fungsi Kendala Jumlah Bahan Pangan**

Jumlah atau berat bahan pangan juga dibuat dengan menggunakan selang batas atas dan batas bawah Hal ini dimaksudkan agar jumlah pangan yang diperoleh merupakan jumlah pangan yang cukup rasional untuk dikonsumsi atau jumlah pangan ini bisa diterima dengan kebiasaan makan pasien. Dengan demikian diharapkan hasil solusi optimal yang didapatkan bisa feasibel (berarti) karena mempunyai selang yang cukup lebar. Penulisan fungsi kendala untuk jumlah bahan pangan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Xpg1 + DBi \geq ai, \dots, Xpgn + DBj \geq aj$$

$$Xpg1 - DAi \leq bi, \dots, Xpgn - DAj \leq bj$$

$$Xsp1 + DBi \geq ai, \dots, Xsp2 + DBj \geq aj$$

$$Xsp1 - DAi \leq bi, \dots, Xsp2 - DAj \leq bj$$

$$Xs1 + DBi \geq ai, \dots, Xsn + DBj \geq aj$$

$$Xs1 - DAi \leq bi, \dots, Xsn - DAj \leq bj$$

$$Xsr + DBi \geq ai,$$

$$Xsr - DAi \leq bi$$

$$Xm1 + DBi \geq ai, \dots, Xmn + DBj \geq aj$$

$$Xm1 - DAi \leq bi, \dots, Xmn - DAj \leq bj$$

**Keterangan :**

DBi = Peubah deviasi positif batas atas berat pangan ke-1

DAi = Peubah deviasi negatif batas bawah berat pangan ke-1

- DBj = Peubah deviasi positif batas atas berat pangan ke-n  
 Dai = Peubah deviasi positif batas bawah berat pangan ke-n  
 ai = batas bawah berat pangan ke-1  
 bi = batas atas berat pangan ke-1  
 aj = batas bawah berat pangan ke-n  
 bj = batas atas berat pangan ke-n

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir dari penelitian ini adalah berupa rekomendasi jumlah bahan pangan yang sebaiknya dikonsumsi oleh penderita DM berdasarkan standar diit yang ada dengan jenis bahan pangan yang sesuai dengan kebiasaan makan penderita. Tabel 5 memperlihatkan contoh susunan jumlah bahan pangan untuk diit 2500 kalori. Perhitungan ini dilakukan dengan bantuan program komputer LINDO.

Tabel 6 memperlihatkan perbandingan kandungan zat gizi dari diit 2500 Kalori yang direkomendasikan, yang dihitung dengan metode Bahan Makanan Penukar, dan metode Goal Programming. Diit 2500 kalori ini disusun untuk tiga hari dengan susunan pangan yang berbeda.

Angka persentase kandungan energi yang ditunjukkan Tabel 6 merupakan perbandingan kandungan energi dari setiap diit yang direkomendasikan dengan kandungan energi standar yang digunakan RSCM Jakarta. Penyusunan diit dengan menggunakan metode bahan penukar dapat menimbulkan hasil jumlah Kalori, protein, lemak dan karbohidrat yang lebih besar, lebih kecil atau hampir mendekati jumlah kandungan zat gizi standar diit. Hasil perhitungan pencapaian zat gizi (jumlah kalori, protein, lemak dan karbohidrat) dari perencanaan konsumsi pangan dengan metode bahan penukar memperlihatkan persentase yang berbeda dengan standar diit. Hal ini seperti yang diperlihatkan

Tabel 5. Susunan Diit 2500 Kalori Berdasarkan Metode Goal Programming

Senin		Rabu		Jumat	
Pangan	Gram	Pangan	Gram	Pangan	Gram
<i>Pagi</i>		<i>Pagi</i>		<i>Pagi</i>	
Nasi	250	Roti	115	Mie	125
Telur Ayam	37.5	Telur	62.5	Telur	37.5
Timun	45	Selada	22.5	Sawi	37.5
Tempe	37.5	Tempe	62.5	Tempe	37.5
Minyak	7.5	Minyak	12.5	Minyak	8.83
<i>Pukul 10.00</i>		<i>Pukul 10.00</i>		<i>Pukul 10.00</i>	
Pisang	62.5	Pepaya	142.5	Pepaya	142.5
Susu	15	Susu	15	Susu	25
<i>Siang</i>		<i>Siang</i>		<i>Siang</i>	
Nasi	375	Nasi	375	Nasi	375
Ikan Mas	30	Ikan Kembung	30	Ayam	50
Toge	75	Kangkung	75	Bayam	75
Tahu	165	Tahu	165	Tempe	125
Pisang	62.5	Apel	63.75	Pepaya	142.5
Minyak	18.75	Minyak	18.75	Minyak	18.75
<i>Pukul 16.00</i>		<i>Pukul 16.00</i>		<i>Pukul 16.00</i>	
Pepaya	237.5	Apel	63.75	Pisang	37.5
<i>Malam</i>		<i>Malam</i>		<i>Malam</i>	
Nasi	210.25	Nasi	273.8	Nasi	195.81
Ikan Mas	30	Ikan Kembung	30	Ayam	50
Toge	75	Kangkung	75	Bayam	75
Tahu	82.7	Tahu	82.5	Tempe	37.5
Pisang	62.5	Apel	106.25	Pepaya	142.5
Minyak	12.5	Minyak	12.5	Minyak	7.5
Kandungan Zat Gizi					
Energi (kalori)	2512.5		2512.5		2512.5
Protein (gram)	66.74		80.37		91.03
Lemak (gram)	58.68		68.89		66.30
Karbohidrat (gr)	433.56		394.97		394.26

Tabel 6, persentase kandungan energi dari diit dengan menggunakan metode bahan penukar berkisar 92% sampai 99%. Hal ini menunjukkan bahwa pencapaian zat gizi dengan metode bahan penukar menghasilkan perbedaan nilai bila dibandingkan dengan standar diit DM di RSCM. Sedangkan kandungan protein, lemak dan karbohidrat telah memenuhi standar yang dianjurkan, yaitu angka yang diperoleh berada pada selang batas minimal dan maksimal. Dalam kasus diit 2500 Kalori ini, metode bahan makanan penukar telah berhasil memenuhi angka kecukupan protein, lemak dan karbohidrat; tetapi tidak berhasil memenuhi angka energi yang dianjurkan. Jika susunan bahan pangan diubah, maka angka-angka pencapaian zat gizi tersebut akan berubah. Ini disebabkan keakuratan metode ini tidak bisa konsisten. Hal ini berbeda dengan metode Goal Programming.

menggunakan metode Goal Programming dapat diminimumkan. Apabila susunan jenis pangan diubah untuk diit 2500 kalori ini, maka metode ini akan menghitung dengan jumlah pangan yang tepat, sehingga tetap diperoleh jumlah zat gizi sesuai dengan yang direkomendasikan.

## KESIMPULAN

Metode Goal Programming dalam menyusun diit DM telah memperlihatkan hasil yang cukup memuaskan. Kandungan zat gizi dari diit yang diolah dengan metode ini telah memenuhi zat gizi seperti yang direkomendasikan. Kelemahan dari cara ini adalah bahwa setiap diit yang akan disusun harus diolah dahulu dengan program komputer, sehingga memerlukan perangkat komputer.

Tabel 6. Perbandingan Perhitungan Zat Gizi Dengan Metode Bahan Penukar dan Metode Goal Programming.

Diit 2500 Kalori		Energi (kalori)	Protein (gram)	Lemak (gram)	Karbohidrat (gram)
I.	Standar Diit	2512.5	63 - 94	56 - 70	377 - 440
II.	Metode Bahan Penukar				
	1. Hari Senin (95%)	2394.9	79.50 (13.3%)	61.0 (23.0%)	389.2 (65.0%)
	2. Hari Rabu (92%)	2320.2	88.17 (15.2%)	62.61 (24.3%)	358.8 (62.0%)
	3. Hari Jumat (99%)	2488.6	89.31 (14.4%)	64.47 (23.3%)	397.5 (63.8%)
III.	Metode Goal Programming				
	1. Hari Senin (100%)	2512.5	66.74 (10.6%)	58.68 (21.0%)	433.5 (69.0%)
	2. Hari Rabu (100%)	2512.5	80.37 (12.8%)	68.89 (24.7%)	394.9(62.9%)
	3. Hari Jumat (100%)	2512.5	91.03 (14.5%)	66.30 (23.7%)	394.2 (62.8%)

Ket: Angka dalam kurung adalah % sumbangan Kalori masing-masing zat gizi.

Seperti yang diperlihatkan Tabel 6, penggunaan metode Goal Programming dalam perencanaan konsumsi pangan memperlihatkan pencapaian jumlah kalori, protein, lemak dan karbohidrat telah optimal, sesuai dengan nilai pada standar diit DM RSCM. Persentase kandungan Kalori untuk semua diit yang direkomendasikan menunjukkan nilai 100%. Dan Pencapaian jumlah protein, lemak dan karbohidrat dengan Metode Goal Programming berada di dalam selang batas minimal dan maksimal standar diit. Penyimpangan yang mungkin terjadi, baik itu kelebihan atau kekurangan kandungan gizi dalam perencanaan konsumsi pangan bagi penderita DM dengan

Kelebihan cara Bahan Makanan Penukar dapat mengatasi ketidak praktis Goal Programming.

Metode Bahan Makanan Penukar relatif lebih mudah dipakai oleh pasien dan ahli gizi, karena tidak memerlukan pengolahan komputer lebih lanjut. Hanya dengan berpedoman Tabel 4 serta buku Bahan Makanan Penukar, seorang pasien dapat menyusun diit yang dibutuhkannya. Ia dapat mengetahui jumlah pangan yang harus dikonsumsinya serta dapat memilih pangan yang disukainya. Namun kelemahan metode ini, jumlah zat gizi dari diit yang disusun seorang pasien mungkin lebih besar atau lebih kecil dari yang direkomendasikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hartono. 1995. Tanya Jawab : Diit Penyakit Gula. Arcan. Jakarta.
- Moehyi. 1997. Pengaturan Makanan dan Diit Untuk Penyembuhan Penyakit. Gramedia, Jakarta.
- Perkeni. 1993. Konsesus Pengelolaan Diabetes Mellitus di Indonesia. Perkeni. Jakarta.
- RSCM dan PERSAGI. 1997. Penuntun Diit. Gramedia, Jakarta.
- Sukardji. 1995. Perencanaan Makan Bagi Diabetesi dalam Seogondo, Soewondo dan I. Soebekti : Penatalaksanaan Terpadu. Pusat Diabetes dan Lipid RSUPN Dr. Ciptomangunkusumo, Jakarta.
- Sumarwan, U., A. Khomsan, D. Sukandar dan Y. H. Effendi. 1999. Studi Model Perencanaan Konsumsi Pangan Bagi Keluarga Berpenghasilan Rendah (Tahun III: Perencanaan Konsumsi Pangan Bagi Penderita Diabetes). Jurusan Gizi Masyarakat dan sumberdaya Keluarga, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Suyono. 1995. Kecenderungan Peningkatan Jumlah Pasien Diabetes Mellitus dalam Seogondo, Soewondo dan I. Soebekti : Penatalaksanaan Terpadu. Pusat Diabetes dan Lipid RSUPN Dr. Ciptomangunkusumo, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, S. Waspadji, K. Sukardji dan R. Rahimy. 1997. Daftar Bahan Makanan Penukar. Subbagian Metabolik Endokrin-Bagian Ilmu Penyakit Dalam RSCM/FKUI dan Instalasi Gizi RSUPN Dr. Ciptomangunkusumo, Jakarta.
- Tjokroprawiro. 1996. Diabetes Mellitus : Klasifikasi, Diagnosis dan Terapi. Gramedia, Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1998. Hidup Sehat dan Bahagia Bersama Diabetes. Gramedia, Jakarta.
- Waspadji. 1995. Penelitian Diabetes Mellitus Suatu Tinjauan Tentang Hasil Penelitian dan Kebutuhan Penelitian Masa yang akan Datang dalam Seogondo, Soewondo dan I. Soebekti : Penatalaksanaan Terpadu. Pusat Diabetes dan Lipid RSUPN Dr. Ciptomangunkusumo, Jakarta.

## Lampiran 1. Standar Diit Diabetes Melitus (Dalam Satuan Penukar Versi 1997)

Waktu Makan	ENERGI	1300 kkal	1500 kkal	1700 kkal	1900 kkal	2100 kkal	2300 kkal	2500 kkal
Pagi	Nasi	1	1	1	1½	1½	1½	2
	Ikan	1	1	1	1	1	1	1
	Nabati	-	½	½	1	1	1	1
	Sayur A	s	s	S	s	S	s	s
	Minyak	1	1	1	2	2	2	2
	Energi	275	312,5	312,5	412,5	487,5	487,5	575
Selingan	Buah	1	1	1	1	1	1	1
	Susu	-	-	-	-	-	1	1
	Energi	50	50	50	50	50	50	50
Siang	Nasi	1	2	2	2	2½	3	3
	Daging	1	1	1	1	1	1	1
	Nabati	1	1	1	1	1	1	2
	Sayur A	s	s	s	s	s	s	s
	Sayur B	1	1	1	1	1	1	1
	Buah	1	1	1	1	1	1	1
	Minyak	1	2	2	2	3	3	3
	Energi	500	675	675	675	812,5	900	975
Selingan	Buah	1	1	1	1	1	1	1
	Energi	50	50	50	50	50	50	50
Malam	Nasi	1	1	2	2	2	2½	2½
	Ikan	1	1	1	1	1	1	1
	Nabati	1	1	1	1	1	1	1
	Sayur A	s	s	s	s	s	s	s
	Sayur B	1	1	1	1	1	1	1
	Buah	1	1	1	1	1	1	1
	Minyak	1	1	1	2	2	2	2
	Energi	425	425	600	650	650	737,5	737,5
<i>Total Zat Gizi</i>								
	Energi	1300	1512,5	1687,5	1912,5	2050	2350	2512,5
	Protein	45	51,5	55,5	60	62	73	80
	Lemak	35	36,5	36,5	48	53	59	82
	Karbohidrat	192	235,5	275,5	299	319	369	396

Sumber : Standar Diit DM (Dalam Satuan Penukar Versi 1997). Disusun oleh Poliklinik Sub Bagian Metabolik Endokrin Bagian Ilmu Penyakit Dalam dan Poliklinik Gizi RSCM.