

OPTIMASI BIAYA PEMBERIAN MAKANAN PADA PENDERITA PENYAKIT GINJAL KRONIK MENGGUNAKAN MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING

KASIH MEISYAROH



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Optimasi Biaya Pemberian Makanan pada Penderita Penyakit Ginjal Kronik Menggunakan *Mixed Integer Linear Programming*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Kasih Meisyaroh
G5401221023

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

KASIH MEISYAROH. Optimasi Biaya Pemberian Makanan pada Penderita Penyakit Ginjal Kronik Menggunakan *Mixed Integer Linear Programming*. Dibimbing oleh FARIDA HANUM dan TONI BAKHTIAR.

Penyakit Ginjal Kronik (CKD) merupakan gangguan fungsi ginjal yang memerlukan pengaturan makanan sesuai kebutuhan energi dan zat gizi. Penelitian ini bertujuan membangun model optimasi biaya pemberian makanan penderita CKD menggunakan metode *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dengan mempertimbangkan kebutuhan energi, zat gizi, batas pengulangan makanan, serta biaya makanan. Penelitian menggunakan dua asumsi dan dua skenario selama tiga hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mampu menghasilkan kombinasi makanan dengan biaya minimum dan tetap memenuhi seluruh kendala gizi. Biaya terendah diperoleh pada kondisi penderita CKD dengan komorbid Diabetes Melitus tipe II pada batas pengulangan makanan yang lebih longgar, yaitu Rp132.181. Sebaliknya, biaya tertinggi diperoleh pada kondisi penderita CKD dengan komorbid DM tipe II pada batas pengulangan makanan yang lebih ketat, yaitu Rp182.838. Batas pengulangan makanan, zat gizi, dan minimum berat makanan memengaruhi biaya hasil optimasi serta waktu komputasi model. Metode MILP dapat digunakan untuk menyusun pemberian makanan penderita CKD secara optimal dan efisien dari sisi biaya.

Kata kunci: biaya makanan, CKD, MILP, optimasi, pemberian makanan

ABSTRACT

KASIH MEISYAROH. Optimizing Dietary Costs for Patients with Chronic Kidney Disease Using Mixed-Integer Linear Programming. Supervised by FARIDA HANUM and TONI BAKHTIAR.

Chronic Kidney Disease (CKD) is a kidney function disorder that requires dietary management according to energy and nutrient requirements. This study aims to develop a cost optimization model for food provision for CKD patients using the Mixed Integer Linear Programming (MILP) method by considering energy requirements, nutrients, food repetition limits, and food costs. This study employed two assumptions and two scenarios over a three-day period. The results show that the model was able to generate food combinations with minimum cost while satisfying all nutritional constraints. The lowest cost was obtained for CKD patients with Type II Diabetes Mellitus comorbidity under a less restrictive food repetition limit, amounting to IDR 132,181. In contrast, the highest cost was obtained for CKD patients with Type II Diabetes Mellitus comorbidity under a stricter food repetition limit, amounting to IDR 182,838. Food repetition limits, nutritional constraints, and minimum food weight affected the optimized cost and computational time of the model. The MILP method can be used to develop optimal and cost-efficient food provision plans for CKD patients.

Keywords: CKD, food cost, food provision, MILP, optimization



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

OPTIMASI BIAYA PEMBERIAN MAKANAN PADA PENDERITA PENYAKIT GINJAL KRONIK MENGGUNAKAN *MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

KASIH MEISYAROH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Hidayatul Mayyani, S.Si., M.Si.



LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Optimasi Biaya Pemberian Makanan pada Penderita Penyakit Ginjal Kronik Menggunakan *Mixed Integer Linear Programming*

Nama : Kasih Meisyaroh

NIM : G5401221023

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dra. Farida Hanum, M.Si.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Toni Bakhtiar, S.Si., M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian:
24 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai bulan Juni 2026 ialah optimasi, dengan judul “Optimasi Biaya Pemberian Makanan pada Penderita Penyakit Ginjal Kronik Menggunakan *Mixed Integer Linear Programming*”. Penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Ibu Sumawati dan Bapak Saman, atas cinta, kasih sayang, doa, dan dukungan yang tak terhingga. Meskipun beliau tidak menempuh pendidikan hingga perguruan tinggi, beliau telah memberikan dukungan terbaik sehingga penulis mampu meraih gelar sarjana. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua kakak tercinta, Mentari Oktavia, dan Nurhalizah Agustina yang selalu memberikan semangat dalam setiap langkah;
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, perhatian, serta motivasi kepada penulis selama menjalani perkuliahan;
3. Ibu Dra. Farida Hanum, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Prof. Dr. Toni Bakhtiar, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktu dalam membimbing, mendukung, dan memberikan arahan kepada penulis;
4. Ibu Hidayatul Mayyani, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan untuk karya ilmiah ini;
5. dan seluruh dosen serta tenaga kependidikan Prodi Matematika IPB atas segala ilmu dan bantuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan;
6. Foky, Salsa, dan Wiga yang penulis temui sejak semester tiga dan selalu menemani, mendukung, serta memberikan warna selama perjalanan perkuliahan;
7. Keluarga besar Matematika 59 yang telah kebersamai penulis dalam menempuh perkuliahan di IPB;
8. Keluarga besar Senior Resident 61 & 62 yang telah memberikan banyak pengalaman, kebersamaan, dan dukungan;
9. diri penulis sendiri, terima kasih telah bertahan sejauh ini dan melalui segala proses yang penuh tantangan. Terima kasih karena telah terus berusaha meskipun tidak selalu mudah, serta memilih untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Kasih Meisyaroh



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penyakit Ginjal Kronik	3
2.2 Penatalaksanaan Diet pada Penyakit Ginjal Kronik	3
2.3 Prinsip Dasar Pengaturan Makanan untuk Penderita Ginjal Kronik	4
2.4 Kebutuhan Energi pada Pasien Penyakit Ginjal Kronik	6
2.5 Faktor-Faktor Penyebab CKD	7
2.6 Tabel Komposisi Pangan Indonesia	9
2.7 Gula Tambahan	9
2.8 Pemrograman Linear	10
2.9 <i>Integer Programming</i>	10
2.10 <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	10
III METODE PENELITIAN	12
3.1 Alur Penelitian	12
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.3 Jenis Data	12
3.4 <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	13
IV DESKRIPSI DAN FORMULASI MASALAH	14
4.1 Deskripsi Masalah	14
4.2 Perhitungan Kebutuhan Energi Penderita Ginjal Kronik	14
4.3 Formulasi Masalah	16
V HASIL DAN PEMBAHASAN	25
5.1 Implementasi Model	25
5.2 Hasil dan Pembahasan	26
VI SIMPULAN DAN SARAN	36
6.1 Simpulan	36
6.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	62



DAFTAR TABEL

1	Batasan dan rekomendasi nutrisi pada penderita CKD	6
2	Rekomendasi menu makanan penderita penyakit ginjal kronik	7
3	Batasan dan rekomendasi nutrisi pada penderita hipertensi	8
4	Batasan dan rekomendasi nutrisi pada penderita DM II	8
5	Jenis dan kegunaan data penelitian	12
6	Klasifikasi indeks masa tubuh	15
7	Perbandingan asumsi penelitian	16
8	Skenario pembatasan pengulangan menu	16
9	Batasan yang digunakan pada penelitian	17
10	Nilai energi zat makro	17
11	Berat minimum tiap kasus untuk tiap porsi makan	26
12	Hasil optimasi menu pada Asumsi A Skenario 1	26
13	Asupan gizi harian dan biaya makan pada Asumsi A Skenario 1	28
14	Hasil optimasi menu pada Asumsi A Skenario 2	28
15	Asupan gizi harian dan biaya makan pada Asumsi A Skenario 2	29
16	Hasil optimasi menu pada Asumsi B Skenario 1	30
17	Asupan gizi harian dan total biaya makan pada Asumsi B Skenario 1	31
18	Hasil optimasi menu pada Asumsi B Skenario 2	32
19	Asupan gizi harian dan total biaya makan pada Asumsi B Skenario 2	33
20	Perbandingan hasil optimasi biaya pemberian makanan	34
21	Status solusi dan waktu komputasi hasil optimasi	35

DAFTAR LAMPIRAN

1	Daftar makanan yang digunakan pada penelitian	40
2	Sintaks dan <i>output</i> Lingo 21.0.38 kasus Asumsi A Skenario 1	42
3	Sintaks dan <i>output</i> Lingo 21.0.38 kasus Asumsi A Skenario 2	47
4	Sintaks dan <i>output</i> Lingo 21.0.38 kasus Asumsi B Skenario 1	52
5	Sintaks dan <i>output</i> Lingo 21.0.38 kasus Asumsi B Skenario 2	57