

Analisis Optimalisasi Meminimumkan Biaya Operasional Menggunakan Program Linier Melalui Metode *Simpleks* (Studi Kasus pada Pabrik Tahu Dan Tempe)

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/progresif.v21i2.2618>

Creative Commons License 4.0 (CC BY –NC)



Meylisa Kurdita^{1*}, Heru Sutejo², Emy Lenora Tatuhey³

Teknik Informatika, Universitas Sepuluh Nopember Papua, Jayapura, Indonesia

*e-mail *Corresponding Author*: kurditameylisa@gmail.com

Abstract

This study discusses the optimization of operational costs at Apo Gudang Tofu and Tempe Factory using linear programming with the Simplex Method. The primary issue faced was the rising costs of raw materials and labor, affecting production efficiency. This study aimed to determine the optimal combination of resource allocation to minimize operational costs without reducing production capacity. The Simplex Method was applied in a mathematical model solved using QM for Windows software. The results indicated that balanced tofu and tempeh production achieved a minimum operational cost of Rp1,766,999,000. Sensitivity analysis showed that the obtained solution was stable, with a shadow price of zero, meaning minor constraint changes did not affect the optimization results. These findings support the application of linear programming in the soybean-based food industry and can serve as a reference for similar industries in managing production costs more efficiently.

Keywords: Cost optimization; Linear programming; Simplex Method.

Abstrak

Penelitian ini membahas optimasi biaya operasional pada Pabrik Tahu dan Tempe Apo Gudang menggunakan pemrograman linier dengan metode *Simpleks*. Permasalahan utama yang dihadapi adalah meningkatnya biaya bahan baku dan tenaga kerja, yang mempengaruhi efisiensi produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi optimal dalam alokasi sumber daya guna menekan biaya operasional tanpa mengurangi kapasitas produksi. Metode *Simpleks* diterapkan dalam model matematis yang diselesaikan menggunakan perangkat lunak QM for Windows. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi tahu dan tempe yang seimbang menghasilkan biaya operasional minimum sebesar Rp1.766.999.000. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa solusi yang diperoleh stabil, dengan *shadow price* nol, sehingga perubahan kecil dalam kendala tidak berpengaruh terhadap hasil optimasi. Hasil ini mendukung penerapan pemrograman linier dalam industri makanan berbasis kedelai dan dapat menjadi referensi bagi industri serupa dalam mengelola biaya produksi secara lebih efisien.

Kata kunci: Optimasi biaya; Pemrograman linier; Metode *Simpleks*.

1. Pendahuluan

Industri Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Indonesia memiliki peran signifikan dalam perekonomian nasional. UMKM berfungsi sebagai penyedia lapangan kerja utama, pendukung produk lokal, dan kontributor signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB)[1]. Salah satu produk populer yang menjadi sumber protein nabati bagi masyarakat adalah tempe[2]. Tempe merupakan makanan fermentasi tradisional Indonesia yang telah lama dikonsumsi sebagai sumber protein yang terjangkau[3]. Di berbagai daerah, termasuk Kota Jayapura, pabrik tahu dan tempe menghadapi persaingan yang semakin ketat, dengan banyak pelaku usaha baru memasuki pasar dengan produk serupa[4]. Hal ini mendorong pabrik yang

sudah ada untuk meningkatkan efisiensi operasional mereka. Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan terhadap tahu dan tempe meningkat, seiring dengan kesadaran masyarakat akan pentingnya pola makan sehat dan bergizi[5].

Namun, pabrik tahu dan tempe menghadapi berbagai tantangan dalam operasionalnya, terutama dalam aspek biaya produksi yang terus meningkat. Salah satu tantangan utama adalah kenaikan harga bahan baku utama, yaitu kedelai, yang sangat fluktuatif di pasar. Sebagai bahan dasar utama dalam produksi tahu dan tempe, harga kedelai yang tidak stabil menyebabkan kesulitan dalam perencanaan biaya operasional. Di pabrik tahu dan tempe Apo Gudang, kebutuhan kedelai per bulan mencapai 148 sak untuk produksi tahu dan 52 sak untuk produksi tempe, dengan harga per sak sebesar Rp 600.000, sehingga total biaya kedelai mencapai Rp 120.000.000 per bulan. Selain itu, biaya bahan tambahan seperti cuka (Rp 1.890.000), ragi (Rp 690.000), plastik pembungkus (Rp 1.500.000), serta energi produksi berupa minyak tanah (Rp 20.000.000), listrik (Rp 1.000.000), dan air PAM (Rp 1.000.000) turut memberikan beban tambahan yang besar bagi perusahaan. Di sisi lain, beban gaji karyawan juga mengalami peningkatan akibat kenaikan Upah Minimum Regional (UMR) Kota Jayapura dari Rp 4.024.270 pada tahun 2024 menjadi Rp 4.285.850 pada tahun 2025. Dengan jumlah karyawan sebanyak tujuh orang, total biaya gaji yang sebelumnya Rp 25.000.000 per bulan dapat meningkat lebih lanjut seiring dengan kebijakan pengupahan yang baru. Selain itu, biaya transportasi atau distribusi sekitar Rp 1.200.000 per bulan juga turut berkontribusi terhadap total biaya operasional yang saat ini mencapai Rp 147.280.000 per bulan. Dengan kondisi ini, pabrik dituntut untuk mencari cara yang efektif dalam mengurangi biaya produksi tanpa mengorbankan kualitas produk, agar dapat tetap bersaing di pasar.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan metode optimasi yang dapat mengurangi biaya operasional tanpa menurunkan kualitas atau kapasitas produksi. Program linier dengan metode *Simpleks* merupakan salah satu teknik yang telah terbukti efektif dalam menyelesaikan masalah optimasi biaya di berbagai industri[6]. Metode ini memungkinkan perusahaan untuk menemukan kombinasi terbaik dari alokasi sumber daya, seperti bahan baku dan tenaga kerja, guna mencapai efisiensi operasional yang maksimal[7]. Dengan membangun model matematis yang mencerminkan kondisi riil pabrik, metode *Simpleks* dapat memberikan solusi optimal dalam menentukan jumlah sumber daya yang digunakan sehingga dapat meminimalkan biaya produksi[8].

Penelitian ini bertujuan untuk membantu pabrik tahu dan tempe Apo Gudang di Kota Jayapura dalam mengidentifikasi faktor-faktor utama yang menyebabkan tingginya biaya operasional serta memberikan solusi matematis untuk mengoptimalkannya. Dengan menerapkan program linier menggunakan metode *Simpleks*, diharapkan pabrik dapat mengalokasikan sumber dayanya dengan lebih efisien, sehingga dapat meningkatkan profitabilitas tanpa mengorbankan kualitas produk. Selain memberikan manfaat bagi pabrik Apo Gudang, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pelaku usaha lain dalam mengelola biaya produksi secara lebih efisien dan berkelanjutan.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang berjudul "Analisis Penerapan Metode *Simpleks* Linier Programming Pada Home Industry Martabak" oleh Ayu Azizah, Rani, Khoirul Ulum et al pada tahun 2023. Mengidentifikasi tantangan dalam menentukan jumlah produksi optimal untuk memaksimalkan keuntungan di home industry martabak. Metode yang digunakan adalah *Simpleks* dalam pemrograman linier, di mana model dirumuskan dengan mempertimbangkan batasan sumber daya dan permintaan produk. Sampel yang digunakan adalah data produksi dan penjualan dari home industry martabak yang diteliti. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan metode ini dapat meningkatkan efisiensi produksi dan memaksimalkan keuntungan, dengan peningkatan signifikan dalam profitabilitas[9].

Penelitian berikutnya berjudul "Optimalisasi Produksi Tahu Menggunakan Program Linear Metode *Simpleks*" oleh Viki Susanti pada tahun 2021. Membahas masalah pengelolaan produksi tahu yang menghadapi biaya tinggi dan permintaan yang tidak stabil. Penelitian ini menggunakan metode *Simpleks* untuk merumuskan model pemrograman linier yang mengoptimalkan jumlah tahu yang diproduksi. Data produksi dan biaya dari industri tahu menjadi sampel dalam penelitian ini. Hasil optimasi menunjukkan bahwa penelitian ini berhasil mengurangi biaya dan meningkatkan total keuntungan dari penjualan tahu[10].

Penelitian berikutnya berjudul "Penerapan Metode *Simplex* Dengan *Microsoft Excel* (Solver) Untuk Optimalisasi Hasil Penjualan Tempe" oleh Erny Untari, Indra Puji Astuti, dan Doni Susanto pada tahun 2023. Mengidentifikasi masalah dalam pengelolaan penjualan tempe yang tidak efisien, mengurangi profitabilitas. Dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan Solver, penelitian ini menerapkan metode *Simpleks* untuk menentukan kombinasi produk yang optimal. Data penjualan dan biaya dari produk tempe digunakan sebagai sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa solusi optimal yang ditemukan dapat meningkatkan hasil penjualan tempe, serta keuntungan yang meningkat secara signifikan[11].

Penelitian berikutnya berjudul "Optimalisasi Keuntungan Produksi Salad Menggunakan Pemrograman Linier Melalui Metode *Simpleks*" oleh Adinda Mustika Siagian, Nurhikmah Wulandari, Arif Genta Buana Sugi Putra, dan Irmayanti pada tahun 2024. Mengidentifikasi masalah memaksimalkan keuntungan melalui alokasi sumber daya yang efektif dan pengambilan keputusan dalam produksi salad buah. Penelitian ini menggunakan pemrograman linier melalui Metode *Simpleks* untuk memaksimalkan keuntungan sambil mempertimbangkan kendala yang terkait dengan ketersediaan sumber daya dan kapasitas produksi. Data jenis dan jumlah buah untuk produksi salad, margin keuntungan untuk ukuran salad yang berbeda. Hasil menunjukkan bagaimana pemrograman linier dan metode *Simpleks* dapat diterapkan untuk mengoptimalkan produksi dan keuntungan dalam konteks bisnis kecil, khususnya untuk produksi salad buah Uty Kitchen[12].

Adapun penelitian yang berjudul "Penerapan Metode SOCP Dalam Optimalisasi Biaya Produksi Pada UMKM Dapoer Rendang Riry Payakumbuh" oleh Pitri Handayani dan Defri Ahmad pada tahun 2023. Membahas pengelolaan biaya produksi yang tidak efisien pada UMKM Dapoer Rendang Riry. Metode *Second Order Cone Programming* (SOCP) digunakan untuk mengoptimalkan biaya produksi. Sampel yang digunakan adalah data biaya produksi dan penjualan dari UMKM yang diteliti. Analisis dilakukan untuk menemukan pengurangan biaya yang mungkin dicapai melalui optimasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode ini berhasil mengurangi biaya produksi dan meningkatkan profitabilitas UMKM[13].

Penelitian ini memiliki keunikan dibandingkan studi sebelumnya dalam hal objek, pendekatan, dan metode yang digunakan. Berbeda dengan penelitian terdahulu seperti oleh Ayu Azizah dan Viki Susanti yang hanya memfokuskan pada satu jenis produk, penelitian ini mengoptimalkan dua produk sekaligus, yaitu tahu dan tempe, dalam satu model terpadu. Selain itu, pendekatannya lebih menyeluruh karena tidak hanya menargetkan peningkatan keuntungan, tetapi juga menekan total biaya operasional, termasuk bahan baku, tenaga kerja, dan distribusi. Metode *Simpleks* diterapkan dengan dukungan perangkat lunak QM for Windows, yang memberikan hasil lebih akurat melalui analisis sensitivitas dan shadow price. Pengumpulan data dilakukan secara langsung melalui observasi dan wawancara dengan pelaku usaha, sehingga menghasilkan model yang aplikatif dan relevan dengan kondisi riil. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada kombinasi optimasi dua produk dalam satu sistem, fokus pada efisiensi biaya secara komprehensif, serta penggunaan alat bantu profesional dalam pemrosesan data.

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu pendekatan yang menekankan pada pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik untuk mengidentifikasi pola, menguji hipotesis, dan membuat prediksi terkait optimasi biaya operasional di Pabrik Tahu dan Tempe Apo Gudang. Pendekatan ini memungkinkan analisis yang lebih objektif dan terukur dalam menentukan strategi optimasi menggunakan metode *Simpleks*. Metode penelitian kuantitatif merupakan pendekatan ilmiah yang berfokus pada pengolahan data numerik untuk memperoleh hasil yang dapat diuji secara statistik[14]. Tujuan utama pendekatan ini adalah untuk mengidentifikasi pola, menguji hipotesis, dan memprediksi fenomena tertentu, sehingga sering digunakan dalam berbagai disiplin ilmu seperti ilmu sosial, pendidikan, ekonomi, dan sains[15]. Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah studi kasus, yang berfokus pada satu objek spesifik, yaitu Pabrik Tahu dan Tempe Apo Gudang di Kota Jayapura. Studi ini bertujuan untuk menganalisis struktur biaya operasional pabrik serta mencari solusi optimal guna menekan biaya tanpa mengurangi kualitas dan kapasitas produksi.

3.1. Program Linear (*Linear Programming*)

George Dantzig, ilmuwan yang menemukan pemrograman linier dan memperkenalkannya pada tahun 2002. Ini adalah metode yang digunakan untuk menemukan solusi untuk masalah program linier yang melibatkan berbagai variabel keputusan. Pemrograman linier adalah teknik matematika yang memecahkan masalah bagaimana mengatur sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan yang optimal, seperti meminimalkan biaya atau memaksimalkan keuntungan. Fungsi tujuan linier dan sistem persamaan linier adalah komponen model matematika yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah program linier[16]. Model pemrograman linier mencakup tiga hal:

1) Variabel keputusan

Dalam penyusunan model ini, dua variabel keputusan dibentuk untuk menentukan kombinasi produksi yang optimal:

X_1 = Jumlah produksi tahu

X_2 = Jumlah produksi tempe

2) Fungsi objek.

Fungsi objek dalam penelitian ini adalah meminimalkan total biaya operasional pabrik tahu dan tempe. Biaya operasional meliputi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya operasional lainnya. Fungsi tujuan dirumuskan sebagai:

$$Z_{min} = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

Di mana:

Z_{min} = Total biaya operasional yang akan diminimalkan.

$c_1, c_2, \dots, c_n$ = Biaya per unit dari masing-masing variabel.

$x_1, x_2, \dots, x_n$ = jumlah unit dari setiap variabel keputusan yang ingin dioptimalkan.

Tabel 1. Harga jual per unit

Variabel	Produk	Harga Jual per Unit (Rp)
X_1	Tahu	3.500
X_2	Tempe	2000

3) Kendala operasional

Dalam mencapai tujuan untuk meminimalkan biaya, terdapat berbagai batasan atau kendala yang harus dipertimbangkan. Kendala-kendala ini mencakup:

1) Bahan baku.

2) Gaji karyawan.

3) Biaya operasional lainnya (listrik, minyak tanah, air PAM, plastik pembungkus dan transport/ distribusi).

Rumus kendala dirumuskan sebagai berikut:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \quad (3)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \quad (4)$$

Di mana:

a_{ij} = koefisien dari variabel keputusan dalam setiap kendala

b_i = batasan untuk setiap kendala

Tabel 2. Volume produksi

Produksi	Jumlah per Produksi
Tahu	84.000
Tempe	43.200
Total	127.200

Tabel 3. Kategori biaya, produk dan kapasitas

Tabel 3. Kategori biaya, produk dan kapasitas			
Kategori biaya	Produk		Kapasitas
	Tahu (X ₁) (Rp)	Tempe (X ₂) (Rp)	
	Biaya bahan baku		
Kedelai	123.833.333	123.833.333	10 ton (10.000 kg)
Ragi	0	609.500	12 kg
Cuka	1.669.500	0	216 botol
	Biaya tenaga kerja		
Karyawan	20.000.000	5.000.000	7 orang
	Biaya operasional lain		
Minyak tanah	1.250.000	1.250.000	1 drum
Air pam	1.283.333	1.283.333	1 bulan
Listrik	1.170.833	1.170.833	1 bulan
Plastik pembungkus tempe	0	1.625.000	4 ball
Transport / distribusi	1.283.333	1.283.333	1 bulan

3.2. Metode Simpleks (Simplex Method)

Metode yang diciptakan oleh George Dantzig pada tahun 1946 tampaknya sangat sesuai dengan komputerisasi modern. Pada tahun yang sama, Narendra Karmarkar dari Bell Laboratories menemukan metode untuk menyelesaikan masalah program linear yang lebih besar, yang memperbaiki dan meningkatkan hasil metode *Simpleks*. Metode ini menyelesaikan masalah program linear dengan menggunakan perhitungan berulang, atau iterasi, di mana langkah-langkah perhitungan yang sama diulang beberapa kali hingga diperoleh solusi optimum. Dantzig (2002) menerbitkan karyanya tentang pemrograman linear dalam jurnal ilmiah[17].

Sebelum metode Simpleks dapat digunakan, model pemrograman linier harus diubah ke dalam bentuk kanonik, yaitu bentuk standar yang siap dihitung. Pada tahap ini, semua kendala yang berbentuk “≤” (kurang dari atau sama dengan) diubah menjadi persamaan “=” dengan menambahkan variabel baru yang disebut slack (variabel sisa). Ini bertujuan agar sistem kendala bisa ditampilkan dalam tabel Simpleks awal dan diproses secara sistematis (Vera Selviana Adoe, 2024)[18].

Model pemrograman linier yang telah dijelaskan pada subbab 3.1 diselesaikan menggunakan metode Simpleks. Sebelum dihitung, model tersebut dikonversi ke bentuk kanonik, yaitu bentuk standar dengan kendala berupa persamaan (menggunakan variabel slack), sehingga dapat diproses dalam tabel Simpleks. Untuk gambaran umum, formulasi Simpleks dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Minimize } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (5)$$

$$\text{Subject to: } = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + s_j = b_j \quad (6)$$

$$x_1, \dots, x_n, s_1, s_2 \geq 0 \quad (7)$$

Perhitungan dilakukan menggunakan aplikasi QM for Windows, yang secara otomatis membangun tabel Simpleks, menjalankan iterasi, dan menghasilkan solusi optimal beserta analisis sensitivitas.

3.3. QM for Windows

POM-QM for Windows adalah perangkat lunak yang dirancang untuk membantu perhitungan yang diperlukan oleh manajemen dalam pengambilan keputusan di bidang produksi dan pemasaran. Perangkat lunak ini dilengkapi dengan berbagai modul, termasuk modul untuk pemrograman linier yang menggunakan metode *Simpleks*. Dalam penelitian ini, *POM-QM for Windows* digunakan untuk memodelkan dan menyelesaikan masalah optimasi biaya operasional pada Pabrik Tahu dan Tempe Apo Gudang. Penggunaan perangkat lunak ini memungkinkan perhitungan yang lebih efisien dan akurat dibandingkan dengan metode manual[19]. Langkah-langkah penggunaan *POM-QM for Windows* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Memasukkan Data
Input data meliputi fungsi tujuan dan kendala-kendala yang telah ditentukan berdasarkan kondisi operasional pabrik.
- 2) Pemilihan Metode
Menggunakan modul Linear Programming dengan metode *Simpleks* untuk menyelesaikan model yang telah dibangun.
- 3) Analisis Hasil
Meninjau *output* yang dihasilkan oleh perangkat lunak, termasuk nilai optimal dari variabel keputusan dan interpretasi hasil dalam konteks operasional pabrik.

Penggunaan *POM-QM for Windows* dalam penelitian ini tidak hanya mempermudah proses perhitungan, tetapi juga meningkatkan akurasi dalam menentukan solusi optimal untuk pengelolaan biaya operasional pabrik. Hal ini sejalan dengan temuan Rambe et al. yang menyatakan bahwa penggunaan perangkat lunak ini efektif dalam menganalisis model antrian multi channel-single phase pada doorsmeer mobil[19]. Selain itu, penelitian oleh Haloho et al. menunjukkan bahwa penerapan pemrograman linier dengan metode *Simpleks* menggunakan *POM-QM for Windows* dapat mengoptimalkan keuntungan bisnis, seperti yang diterapkan pada Toko Kue *Bread Islamy Bakery and Cake Shop*. Mereka menemukan bahwa perangkat lunak ini membantu dalam menentukan kombinasi produksi yang optimal untuk memaksimalkan keuntungan[20]. Dengan demikian, *POM-QM for Windows* menjadi alat yang esensial dalam penelitian ini untuk mencapai solusi optimal dalam pengelolaan biaya operasional pabrik.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil

- 1) Formulasi Model Pemrograman Linier
Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya operasional Pabrik Tahu dan Tempe Apo Gudang menggunakan metode *Simpleks* dalam pemrograman linier. Model pemrograman linier yang digunakan diformulasikan sebagai berikut:

Objective			
☐ Maximize ☒ Minimize			
1000			
	X1	X2	RHS
Minimize	12839670	4830117000	Min 1.283967E+10X1 + ...
Kedelai	123833300	123833300	>= 247666700 1.238333E+08X1 + 1.2...
Ragi	0	609500	>= 609500 609500X2 >= 609500
Cuka	1669500	0	>= 1669500 1669500X1 >= 1669500
Karyawan	20000000	5000000	>= 25000000 2E+07X1 + 5000000X2
Minyak Tanah	1250000	1250000	>= 2500000 1250000X1 + 1250000...
Air PAM	1283333	1283333	>= 2566666 1283333X1 + 1283333...
Listrik	1170833	1170833	>= 2341666 1170833X1 + 1170833X...
Plastik	0	1625000	>= 1625000 1625000X2 >= 1625000
Transport	1283333	1283333	>= 2566666 1283333X1 + 1283333...

Gambar 1. Formulasi Model Pemrograman Linier

- a. Fungsi tujuan (*Objective Function*) dengan X1 sebagai jumlah produksi tahu dan X2 sebagai jumlah produksi tempe.
 - b. Kendala (*Constraints*) Ketersediaan bahan baku (Kedelai, Ragi, Cuka, Minyak Tanah, Air PAM, Listrik, Plastik, Transportasi), Jumlah tenaga kerja yang tersedia dan Total biaya produksi yang harus diminimalkan. Setiap kendala memiliki batasan tertentu agar produksi tetap berjalan dengan efisien dan tidak melampaui kapasitas sumber daya yang tersedia.
- 2) Hasil Optimasi dengan Metode *Simpleks*
Perhitungan dilakukan menggunakan *QM for Windows*, dan hasilnya ditampilkan *Linear Programming Results* (Gambar 2). Dari hasil optimasi, diperoleh:

1000 Iterasi										
Original Problem										
Maximize	X1	X2								
Kendala	1,238333	-1,238333	=	2,476667						
Ragi	0	609500	=	609500						
Cuka	1669500	0	=	1669500						
Karyassen	26407	500000	=	2,58407						
Minyak Tanah	1250000	1250000	=	2500000						
Air PAM	1283333	1283333	=	2566666						
Lubrik	1170833	1170833	=	2341666						
Plastik	0	1625000	=	1625000						
Transport	1283333	1283333	=	2566666						
Dual Problem										
	Kendala	Ragi	Cuka	Karyassen	Minyak Ta	Air PAM	Lubrik	Plastik	Transport	
Maximize	2,476667	609500	1669500	2,58407	2500000	2566666	2341666	1625000	2566666	
X1	1,238333	0	1669500	26407	1250000	1283333	1170833	0	1283333	= 1,283967
X2	1,238333	609500	0	500000	1250000	1283333	1170833	1625000	1283333	= 4,830111E

Gambar 5. Dual

4.2. Pengujian Performa Metode

Pengujian performa metode *Simpleks* dilakukan dengan mengevaluasi solusi optimal yang dihasilkan oleh perangkat lunak QM for Windows. Solusi tersebut menunjukkan total biaya operasional minimum sebesar Rp1.766.999.000 dengan kombinasi produksi tahu dan tempe yang seimbang. Seluruh kendala produksi terpenuhi, menunjukkan bahwa solusi bersifat layak. Analisis sensitivitas menunjukkan nilai *shadow price* sebesar nol, serta slack/surplus positif pada beberapa kendala. Hal ini membuktikan bahwa solusi yang diperoleh tidak hanya optimal, tetapi juga stabil terhadap perubahan kecil, sehingga metode *Simpleks* terbukti efisien dan akurat dalam konteks penelitian ini.

4.3. Pembahasan

Metode *Simpleks* dalam pemrograman *linier* terbukti efektif dalam menekan biaya operasional Pabrik Tahu dan Tempe Apo Gudang dengan solusi optimal sebesar Rp1.766.999.000 untuk produksi tahu dan tempe secara seimbang ($X_1 = 1$, $X_2 = 1$). Analisis sensitivitas menunjukkan solusi stabil, dengan *shadow price* = 0, menandakan perubahan kecil pada kendala tidak berpengaruh signifikan terhadap biaya. Hasil ini mendukung penelitian terdahulu seperti Ayu Azizah et al. dan Viki Susanti yang menunjukkan bahwa metode *Simpleks* dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi biaya [9] [10]. Namun, penelitian ini lebih komprehensif, karena mengoptimalkan produksi tahu dan tempe secara bersamaan, sehingga dapat menjadi referensi bagi industri serupa dalam mengelola biaya produksi secara efisien.

5. Simpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa metode *Simpleks* dalam pemrograman *linier* efektif dalam menekan biaya operasional Pabrik Tahu dan Tempe Apo Gudang, dengan solusi optimal sebesar Rp1.766.999.000 untuk produksi tahu dan tempe secara seimbang ($X_1 = 1$, $X_2 = 1$). Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa solusi yang diperoleh stabil, dengan *shadow price* = 0, sehingga perubahan kecil pada kendala tidak berdampak signifikan terhadap biaya produksi. Selain itu, metode *Simpleks* memungkinkan alokasi sumber daya yang lebih efisien, terutama dalam penggunaan bahan baku dan tenaga kerja. Hasil penelitian ini mendukung penelitian terdahulu dan memberikan pendekatan yang lebih komprehensif, karena mengoptimalkan produksi tahu dan tempe secara bersamaan, yang dapat menjadi referensi bagi industri serupa dalam mengelola biaya produksi secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Daftar Referensi

- [1] Y. A. Hapsari, P. Apriyanti, A. Hermiyanto, and F. Rozi, "Analisa Peran UMKM Terhadap Perkembangan Ekonomi di Indonesia," *J. Manaj. dan Ekon. Kreat.*, vol. 2, no. 4, pp. 53–62, Oct. 2024, doi: 10.59024/JUMEK.V2I4.464.
- [2] I. W. Puguh, H. Hastian, and D. Atma, "Penambahan Tempe Sebagai Sumber Protein Nabati Dalam Pembuatan Kerupuk Tempe," *Sultra J. Econ. Bus.*, vol. 2, no. 2, Jan. 2021, doi: 10.54297/SJEB.VOL2.ISS2.213.
- [3] A. Romulo and R. Surya, "Tempe: A traditional fermented food of Indonesia and its health benefits," *Int. J. Gastron. Food Sci.*, vol. 26, p. 100413, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.IJGFS.2021.100413.
- [4] D. I. Bahari, N. Aprilia, and M. Amin, "Strategi Pengembangan Usaha Tahu Dan Tempe Di Kelurahan Tahoa Kecamatan Kolaka Kabupaten Kolaka," *J. Bisnis Tani*, vol. 9, no. 2, pp. 97–110, Dec. 2023, doi: 10.35308/JBT.V9I2.8860.
- [5] A. T. Perdana, "Edukasi Tempe Sebagai Sumber Protein Pencegah Stunting," *J. Abdimas Kedokt. dan Kesehat.*, vol. 1, no. 2, pp. 108–115, 2023, doi: 10.24853/JARAS.1.2.108-115.

- [6] M. A. Pangestu, Y. Ulfiyati, Z. Erwanto, T. Sipil, and P. N. Banyuwangi, "Penerapan Metode *Simpleks* Dalam Optimasi Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Cut And Fill Proyek Workshop Pt. Inka Persero," *J. Ris. Tek. Sipil dan Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 35–40, Aug. 2022, doi: 10.57203/JRITEKS.V1I1.2022.35-40.
- [7] D. Damayanti, A. I. Jaya, dan Resnawati, P. Studi Matematika Jurusan Matematika, and J. Sukarno-Hatta Km, "Aplikasi Metode *Simpleks* Pada Optimalisasi Biaya Bahan Baku (Studi Kasus: Ukm Najmah Klappertart).," *J. Ilm. Mat. DAN Terap.*, vol. 17, no. 2, pp. 129–140, Nov. 2020, doi: 10.22487/2540766X.2020.V17.I2.15334.
- [8] J. Manajemen, S. W. Maringan, S. Usuli, and N. K. Sriwati, "Analisis Optimalisasi Penjualan dengan Metode *Simpleks*," *Ekomen*, vol. 22, no. 2, pp. 41–62, Mar. 2023, Accessed: Feb. 10, 2025. [Online]. Available: <https://ojs.unsimar.ac.id/index.php/EkoMen/article/view/506>
- [9] A. Azizah, Rani, K. Ulum, F. Roni, and E. Reptiningsih, "Analisis Penerapan Metode *Simpleks* Linier Programming Pada Home Industry Martabak," *J. Trends Econ. Account. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 388–395, Dec. 2023, doi: 10.47065/jtear.v4i2.1059.
- [10] V. Susanti, "Optimalisasi Produksi Tahu Menggunakan Program Linear Metode *Simpleks*," *MATHunesa J. Ilm. Mat.*, vol. 9, no. 2, pp. 399–406, 2021, doi: 10.26740/mathunesa.v9n2.p399-406.
- [11] E. Untari, I. P. Astuti, and D. Susanto, "Penerapan Metode Simplex Dengan Microsoft Excel (Solver) Untuk Optimalisasi Hasil Penjualan Tempe," *EDUKASIA J. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 1, pp. 567–574, 2023, doi: 10.62775/edukasia.v4i1.307.
- [12] A. M. Siagian, N. Wulandari, A. Genta, and B. Sugi, "Optimalisasi Keuntungan Produksi Salad Menggunakan Pemrograman Linier Melalui Metode *Simpleks*," *Sci. J. Ilm. Sain dan Teknol.*, vol. 2, pp. 23–35, 2024.
- [13] P. Handayani and D. Ahmad, "Penerapan Metode Socp Dalam Optimalisasi Biaya Produksi Pada Umkm Dapoer Rendang Riry Payakumbuh," *J. Ris. dan Apl. Mat.*, vol. 07, no. 02, pp. 148–157, 2023.
- [14] A. Sofya, N. C. Novita, M. W. Afgani, and M. Isnaini, "Metode Survey: Explanatory Survey dan Cross Sectional dalam Penelitian Kuantitatif," *EDU Soc. J. PENDIDIKAN, ILMU Sos. DAN Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 3, pp. 1696–1708, Dec. 2024, doi: 10.56832/EDU.V4I3.556.
- [15] I. A. Irvan, M. W. Afgani, and M. Isnaini, "Filosofi Penelitian Kuantitatif Dalam Manajemen Pendidikan Islam," *J. Rev. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 6, no. 4, pp. 1407–1417, Nov. 2023, doi: 10.31004/JRPP.V6I4.20790.
- [16] H. M. Susanto, N. Giordany, and et al. Costa, "Optimalisasi Keuntungan Jus Sandra Menggunakan Pemrograman Linear Melalui Metode *Simpleks*," *J. Inov. Bisnis Manaj. dan Akunt.*, vol. 2, pp. 211–221, 2024.
- [17] R. S. S. Suhilda Aini, Ahmad Jamiluddin Fikri, "Optimalisasi Keuntungan Produksi Makanan Menggunakan Pemrograman Linear Melalui Metode *Simpleks*," *J. Bayesian J. Ilm. Stat. dan Ekon.*, vol. 1, no. 2, pp. 190–207, 2021, doi: 10.46306/bay.v1i2.22.
- [18] M. L. et al. Vera Selviana Adoe, "Optimalisasi Produksi Gula Lempeng Dan Gula Air Menggunakan Program Linear Metode *Simpleks*," *J. Taguchi J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 337–349, 2024.
- [19] A. Z. H. B. Rambe, F. Z. Rambe, J. Azzahra, L. S. Gultom, and P. Chairunnisa, "Analisis Model Antrian Multi Channel-Single Phase Pada Doorsmeer Mobil dengan Menggunakan Software POM-QM for Windows," *Indo-MathEdu Intellectuals J.*, vol. 5, no. 1, pp. 602–611, 2024, doi: 10.54373/imeij.v5i1.780.
- [20] A. C. B. Haloho, A. S. B. Siregar, G. S. M. Zebua, S. Azura, and S. K. Siregar, "Optimasi Keuntungan Bisnis Toko Kue Menggunakan Program Linear Metode *Simpleks* (Studi Kasus: Toko Kue Bread Islamy Bakery and Cake Shop)," *Indo-MathEdu Intellectuals J.*, vol. 5, no. 1, pp. 1138–1144, 2024, doi: 10.54373/imeij.v5i1.846.