

Optimasi Proses Produksi Kerupuk Bawang dengan Metode *Linear programming* Pada UD. T

M. Imron Mas'ud¹, Abdul Halim²

^{1,2}Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan, Indonesia

¹imron@yudharta.ac.id, ²halimabd459@gmail.com

Article History:

Received 24 Mei 2023

Revised 24 Juli 2023

Accepted 26 Juli 2023

Available online 04

Oktober 2023

Abstrak

Setiap perusahaan dalam era perdagangan bebas yang penuh persaingan ketat harus bertahan dalam persaingan tersebut dengan terus meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksinya. Salah satu perusahaan yang berada dalam situasi ini adalah UD. T, yang saat ini memproduksi tiga jenis kerupuk bawang tetapi belum mencapai keuntungan maksimal. Oleh karena itu, diperlukan solusi guna memperoleh keuntungan optimal. Penelitian dilakukan dengan tujuan mengoptimalkan proses produksi kerupuk bawang di UD. T menggunakan metode *Linear Programming*. Teknik pengumpulan data melibatkan dokumentasi serta wawancara, data yang diperoleh dianalisis dengan metode *Linear Programming* Simpleks menggunakan bantuan perangkat lunak QM for Windows. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menerapkan *Linear Programming*, UD. T dapat mencapai keuntungan sebesar Rp. 11.361.725 dengan memproduksi 636 kemasan Kerupuk Bawang merk Manalagi, 420 kemasan kerupuk merk Kupu-kupu, dan 1.277,19 kemasan kerupuk merk Mawar. Selain itu, terjadi peningkatan keuntungan sebesar Rp. 1.660.225 dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.

Kata Kunci : Kerupuk bawang, *Linear programming*, Optimasi, QM for windows

Abstract

Free trade, full of intense competition, is an obligation for every company to survive the existing competition by always increasing its production effectiveness and efficiency, one of which is UD. Q. Nowadays, UD. T produces three types of onion crackers but has yet to obtain maximum profit, so a solution is needed to obtain optimal profit. This study aims to optimize the onion cracker production process with the *Linear programming* method at UD. T. Data collection techniques used interviews and documentation methods, data processing techniques, and data analysis used the linear programming simplex method with the help of QM for Windows software. The study's results using the simplex linear programming method with the QM for Windows tool show that UD applies production. T with a profit level of Rp. Eleven million three hundred sixty-one thousand seven hundred twenty-five by producing 636 packs of Manalagi brand Onion Crackers, 420 packs of Butterfly brand crackers, and 1277.19 packages of Rose brand crackers and experienced an increase in profit of Rp. 1,660,225.

Keywords : *Linear programming*, Onion crackers, Optimization, QM for windows

1. Pendahuluan

Perdagangan bebas dan ketatnya persaingan mengharuskan perusahaan untuk persaingan dan bertahan dengan cara meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam proses produksi (Le, 2020; Xuan, 2020). Hal Sangat penting bagi perusahaan selalu bertahan dalam persaingan yang kompetitif. Peningkatan efisiensi dan efektifitas pada proses produksi bertujuan mengurangi pengeluaran biaya produksi, dengan demikian diperoleh keuntungan sebesar mungkin (Firdausiyah et al., 2020; Makinde et al., 2020; Mas'ud et al., 2022).

Produksi merupakan bidang yang terus mengalami perkembangan, tumbuh seiring dengan kemajuan teknologi. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas, menjalankan operasi dengan biaya rendah, serta merangsang inovasi produk. Dalam industri manufaktur, produksi menjadi inti utama yang berbeda dari fungsi lain seperti keuangan dan sumber daya manusia (Fauzi & Mas'ud, 2019). Prinsip utama dari optimasi adalah mengurangi biaya dengan seefisien mungkin guna mencapai keuntungan maksimal (Karia et al., 2022; Krutein & Goodchild, 2022; Mas'ud, 2019). Pemrograman linear, sebagai model penelitian operasional pada matematika terapan, sering diterapkan di bidang organisasi bisnis serta industri untuk mencari solusi dan mengatasi tantangan optimasi (Bakker et al., 2021; Goerigk & Hartisch, 2021; Migo-Sumagang et al., 2022).

Penelitian operasional termasuk metode penyelesaian masalah optimasi dengan menggunakan pendekatan matematika. Terdapat berbagai model riset operasional yang telah dikembangkan dan memiliki keterkaitan dengan bidang matematika. Satu diantaranya ialah *Linear programming* (LP). LP adalah sebuah alat analisis yang digunakan untuk mengoptimalkan fungsi linear dengan variabel non-negatif, yang dibatasi oleh pertidaksamaan linear atau sistem persamaan. Istilah "Linear" dalam *Linear programming* mengacu pada hubungan linier di antara beberapa faktor atau fungsi matematika yang harus berbentuk linear dalam model. Hubungan linier ini berarti ketika satu faktor mengalami perubahan, faktor lainnya juga akan mengalami perubahan sesuai jumlah yang tetap secara proporsional (Hapsari & Rosyidi, 2018; Lebedev et al., 2020; Marine, 2017).

UD. T merupakan usaha yang fokus pada produksi kerupuk berbahan bawang serta campuran bahan lain. Saat ini, perusahaan belum menerapkan metode apapun dalam menghitung jumlah produksi produknya, yang berpotensi menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Proses pengoptimalan penggunaan faktor produksi menghadapi beberapa kendala, termasuk keterbatasan bahan baku dan biaya operasional yang tersedia (Mas'ud, 2019).

Penerapan *Linear programming* membutuhkan kemampuan untuk mengubah kendala-kendala dalam masalah *Linear programming* menjadi formulasi matematika. Proses ini disebut sebagai model matematika. Model matematika merupakan representasi matematis yang dibuat berdasarkan interpretasi seseorang saat menyelesaikan masalah *Linear programming* dengan bahasa matematika (Skevas et al., 2018). Model matematika dianggap baik jika hanya mencakup bagian-bagian yang relevan. Contoh penerapan *Linear programming* dapat ditemukan pada produksi kerupuk bawang di UD. T, yang melibatkan tiga jenis merk Kerupuk Bawang: Manalagi, 2 Kupu-kupu, dan Mawar. Meskipun UD. T menggunakan banyak jenis bahan dalam jumlah besar untuk produksi kerupuk bawang, namun dalam jangka waktu 1 bulan, persediaan bahan belum digunakan dengan maksimal. Ketidmaksimalan pemanfaatan persediaan bahan dapat berpengaruh terhadap keuntungan yang diperoleh. Penyebab hal ini ialah pemahaman matematika yang masih kurang pada kegiatan produksi yang dilakukan oleh UD. T, di mana *Linear programming* belum diterapkan pada proses produksinya.

UD. T, yang bergerak dalam produksi kerupuk bawang, menghadapi tantangan dalam memaksimalkan keuntungan perusahaan. Oleh karena itu, mereka menggunakan metode *linear programming* untuk menemukan solusi optimal dalam proses produksi. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan produksi kerupuk bawang di UD. T dengan demikian keuntungan perusahaan akan meningkat.

LP termasuk teknik dalam riset operasi untuk menyelesaikan permasalahan optimasi, baik itu dalam mencari nilai maksimum atau minimum, namun dibatasi pada permasalahan yang bisa direpresentasikan dalam bentuk fungsi linear. Beberapa kendala yang dalam masalah tersebut juga harus dinyatakan dalam bentuk sistem persamaan linier atau pertidaksamaan linier (He et al., 2019; Lebedev et al., 2020; Mas'ud & Wahid, 2022; Uddin et al., 2021).

Metode simpleks termasuk prosedur aljabar dengan sifat *iterative*, yang diawali dari suatu titik ekstrim di daerah *fisibel* menuju titik ekstrim optimum (Titilias et al., 2018). Optimalisasi fungsi tujuan ialah meminimumkan atau memaksimumkan, sebagaimana model *Linear programming* berikut:

$$\text{Min (Max)} \quad Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} b_i; i = 1, 2, 3, \dots, m$$

Limit function $x_j \geq 0; j = 1, 2, 3, \dots, n$

Dimana:

Z : Fungsi objektif yang dicari nilai optimalnya

n : Jenis kegiatan yang menggunakan sumber daya atau fasilitas yang telah ada

c_j : Peningkatan nilai ai Z jika terjadi peningkatan tingkat aktivitas x_j sebesar satu unit atau kontribusi setiap unit output aktivitas j terhadap Z

x_j : tingkat aktivitas j

m : Jenis batasan sumber daya atau fasilitas yang telah ada

a_{ij} : Jumlah sumber daya i yang diperlukan guna menghasilkan setiap unit kegiatan keluaran j

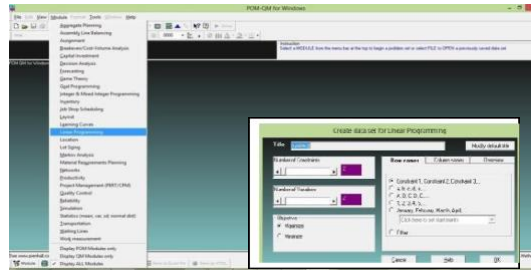
b_i : Kapasitas sumber daya i yang tersedia guna dialokasikan pada setiap unit kegiatan

Fungsi tujuan dalam *Linear programming* dapat dioptimalkan baik untuk mencapai nilai maksimum maupun minimum. Langkah-langkah yang berbeda diperlukan dalam menentukan solusi minimum & maksimum dengan menerapkan metode simpleks. Berikut ini langkah-langkah mencari solusi maksimum fungsi tujuan dalam *Linear programming* dengan metode simpleks (Mas'ud, 2019), yaitu.

- Memformulasikan fungsi kendala serta fungsi tujuan.
- Membuat tabel awal simpleks atas dasar informasi model yang dirumuskan sebelumnya.
- Menentukan kolom kunci di antara kolom-kolom variabel yang sudah ada. Kolom kunci ialah kolom yang berisi nilai $(Z_j - C_j)$ yang paling positif guna meningkatkan nilai fungsi tujuan.
- Menetapkan baris kunci di antara baris-baris variabel yang sudah ada, yaitu baris dengan rasio

$$\frac{b_i}{a_{ij}}$$
 kuantitas ke-i = unsur kunci kolom yang positif
- Membuat tabel selanjutnya dengan meletakkan variabel baru ke kolom variabel dasar serta mengeluarkan variabel baru dari kolom tersebut, selanjutnya melakukan transformasi baris-baris variabel memakai rumus transformasi berikut:
 - Baris baru selain baris kunci = baris lama - (rasio kunci x baris kunci lama)
 - Baris kunci baru = baris kunci lama dibagi angka kunci
 Keterangan : Rasio kunci = unsur kolom kunci dibagi angka kunci
- Uji optimalitas dilakukan untuk menentukan apakah solusi yang ditemukan dalam tabel (biasanya dalam metode Simpleks) sudah merupakan solusi optimal atau masih memerlukan iterasi lebih lanjut. Untuk mencapai solusi optimal, kita harus memastikan bahwa semua koefisien pada baris $(Z_j - C_j)$ sudah tidak bernilai positif dalam kasus maksimasi, atau tidak ada yang bernilai negatif dalam kasus minimasi.

QM for Windows adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan linear programming terkait dengan optimasi keuntungan. Penggunaannya melibatkan memasukkan data masalah optimasi, seperti fungsi tujuan (maksimasi atau minimasi) dan batasan-batasan keuntungan minimum dan maksimum. Setelah memasukkan data masalah, pengguna dapat memilih metode pemecahan, seperti metode Simpleks. QM for Windows akan melakukan perhitungan dan iterasi untuk mencari solusi optimal, dan hasilnya dapat dilihat melalui menu Windows yang mencakup Ranging, Linear Programming Results, Iterations, Solution List, dan Dual. Penggunaan QM for Windows dimulai dengan mengeksekusi ikon atau melalui tombol Start di Windows. Dengan demikian, QM for Windows membantu mempermudah analisis dan pemecahan permasalahan optimasi keuntungan yang melibatkan batas minimum dan maksimum. (Adoe & Leuhoe, 2021; Sakinah, 2021; Sari & Andriani, 2018).



Gambar 1. Jendela Utama QM for Windows

Apabila *linear programming* tekah di klik, jendela "Create Data Set for *Linear Programming*" akan muncul. Di sini, Anda diminta untuk mengisi jumlah kendala yang ada di kolom "Number of Constraints" serta jumlah variabel yang ada di kolom "Number of Variables". Setelah Anda memasukkan nilai-nilai tersebut, klik tombol OK, dan hasilnya akan menampilkan tampilan sebagaimana gambar 2.

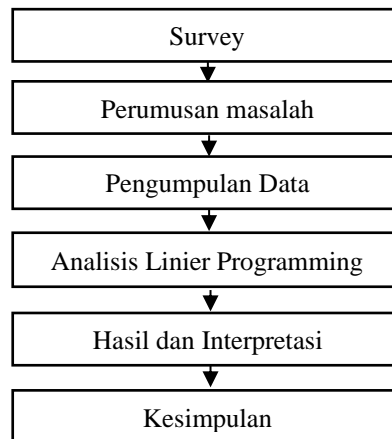
Objective		Instruction				
<input checked="" type="radio"/> Maximize <input type="radio"/> Minimize		Enter the name for this variable. Almost any character is permissible				
[untitled]						
	X1	X2	X3	RHS	Equation form	
Maximize	0	0	0			Max
Constraint 1	0	0	0	<=	0	<= 0
Constraint 2	0	0	0	<=	0	<= 0
Constraint 3	0	0	0	<=	0	<= 0
Constraint 4	0	0	0	<=	0	<= 0
Constraint 5	0	0	0	<=	0	<= 0
Constraint 6	0	0	0	<=	0	<= 0
Constraint 7	0	0	0	<=	0	<= 0

Gambar 2. Tampilan Tabel Data

Dalam kolom "constraints," dapat menggunakan nama-nama kendala di masalah *linear programming*. Sebagai contoh, pada produksi kerupuk bawang, dijumpai kendala-kendala, seperti: persediaan minyak, persediaan pisang, serta lainnya. Pada kolom "constraints 1" bisa diubah menjadi "persediaan pisang," selanjutnya "constraints 2" bisa diubah menjadi "persediaan minyak," dan berikutnya. Selanjutnya, koefisien yang berasal dari setiap kendala dimasukkan ke dalam kolom "RHS" (Right Hand Side) dan "variabel". Apabila keseluruhan kolom telah terisi, langkah berikutnya klik ikon "SOLVE," dan akan muncul menu "*Linear programming Results*," "Solution list," "Ranging," "Iterations," dan "Dual" dalam jendela Windows.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di UD. T yang terletak di Puntir Purwosari Pasuruan dalam periode waktu 01 Maret hingga 02 April. Metode penelitian ini ialah wawancara & observasi terhadap pemilik usaha dan karyawan. Tahapan penelitian meliputi survei lokasi, perumusan masalah, pengumpulan data, analisis data menggunakan metode *linear programming*, interpretasi hasil, dan menyimpulkan temuan dari penelitian.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

UD. T bergerak dalam produksi kerupuk bawang dengan tiga jenis merk, yaitu Manalagi, Dua Kupu-kupu, dan Mawar. Proses produksi melibatkan beberapa faktor produksi, seperti tenaga kerja, bahan baku, serta biaya operasional.

a. Bahan baku

Proses produksi ialah kegiatan yang dilakukan guna menghasilkan suatu produk, dan persediaan bahan baku sangatlah penting. Penentuan jumlah persediaan bahan baku ini tidak bisa dilakukan sembarangan, tetapi memerlukan perencanaan yang tepat untuk pengadaannya. Bahan baku utama yang digunakan dalam produksi kerupuk bawang ialah tepung terigu, tepung tapioka, garam, bawang putih, d sttp, an msg. Dengan menggunakan bahan baku tersebut, perusahaan dapat menghasilkan tiga jenis merk kerupuk bawang.

b. Biaya Operasional

Biaya produksi kerupuk bawang mencakup biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, serta biaya operasional.

c. Tenaga Kerja

UD. T mempekerjakan dua karyawan di bagian produksi. Karyawan tersebut ini berasal dari warga yang tinggal di sekitar UD. T dan memiliki keterampilan untuk bekerja dalam produksi kerupuk bawang. Jadwal produksi dilakukan pada hari Senin, Kamis, dan Sabtu, dari pukul 09.00 hingga 12.00 WIB dan kembali bekerja saat pukul 13.00 hingga 16.00 WIB, jam istirahat pada pukul 12.00 sampai 13.00 WIB. Tabel 1 menunjukkan ketersediaan produksi dalam satu periode.

Tabel 1. Bahan baku

No	Faktor produksi	Ketersediaan	Satuan
1	Bahan Baku		
	Tepung Terigu	935	Kg
	Tepung Tapioka	940	Kg
	STTP	25	Kg
	Garam	27	Kg
	Bawang Putih	380	Kg
	MSG	25	Kg
2	Biaya Operasional	Rp. 25.711.200	
3	Batasan produksi		
	Malagi	636	Kemasan
	Kupu-kupu	420	Kemasan
	Mawar	1272	Kemasan

UD. T dalam proses produksi tiga merk kerupuk bawang selalu dihadapkan pada beberapa kendala. Kendala-kendala tersebut terutama berhubungan dengan ketersediaan bahan baku dan biaya operasional. Untuk mencapai hasil produksi yang optimal, UD. T menggunakan pengolahan data menerapkan metode *linear programming* dengan software QM for Windows V3.

Tabel 2. Komposisi bahan

Bahan dan biaya	Jenis kerupuk			Kapasitas
	Manalagi	2 kupu-kupu	Mawar	
Tepung terigu	471 gr	714 gr	235 gr	935 kg
Tepung tapioka	471 gr	714 gr	235 gr	940 Kg
Garam	13 gr	20 gr	7 gr	27 kg
STTP	12 gr	24 gr	6 gr	27 kg
Bawang putih	188 gr	285 gr	94 gr	380 kg
Msg	12 gr	18 gr	6 gr	25 kg
Biaya operasional	13.500	Rp. 20.400	Rp.6.700	Rp. 21.711.200
Keuntungan	Rp. 4.500	Rp. 2.600	Rp.5.800	

Penyelesaian Metode Simpleks

Pemecahan permasalahan tersebut, dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Menetapkan variabel keputusan yang berasal dari permasalahan program linear. Keripik yang diproduksi UD. T ialah:

x_1 = Kerupuk bawang merk manalagi (1000 gram)

x_2 = Kerupuk bawang merk 2 kupu-kupu (1500 gram)

x_3 = Kerupuk bawang merk mawar (500 gram)

2. Menetapkan kendala-kendala yang berasal dari permasalahan program linear tersebut.

UD. T mengikuti standar pemakaian dalam menggunakan bahan baku untuk memproduksi kerupuk bawang. Pemilihan bahan baku sesuai standar menjadi faktor dalam fungsi kendala bahan baku serta membutuhkan biaya pada nproses produksi untuk setiap jenis produk kerupuk bawang. Kendala biaya operasional pada penelitian ini mengacu pada jumlah pengeluaran yang dikeluarkan untuk kegiatan produksi pada setiap jenis kerupuk bawang. Berikut adalah ringkasan kendala-kendala tersebut:

$$\text{Tepung terigu} = 471x_1 + 714x_2 + 235x_3 \leq 935.000$$

$$\text{Tepung topioka} = 471x_1 + 714x_2 + 235x_3 \leq 940.000$$

$$\text{STTP} = 12x_1 + 18x_2 + 6x_3 \leq 25.000$$

$$\text{Garam} = 13x_1 + 20x_2 + 7x_3 \leq 27.000$$

$$\text{Bawang putih} = 188x_1 + 285x_2 + 94x_3 \leq 380.000$$

$$\text{Msg} = 12x_1 + 18x_2 + 6x_3 \leq 25.000$$

$$\text{Biaya} = 13.500x_1 + 20.400x_2 + .6.700x_3 \leq 25.711.200$$

3. Menentukan fungsi tujuan yang berasal dari permasalahan program linear.

Tujuan *Koefisien* fungsi tujuan adalah mencari keuntungan yang dihasilkan dari kemasan jenis kerupuk bawang yang berhasil dijual oleh perusahaan. Keuntungan tersebut merupakan selisih antara biaya total per unit serta harga jual yang berasal dari setiap merk kerupuk bawang yang diproduksi. Penentuan harga jual dengan mempertimbangkan harga pasar, dan penentuan biaya produksi atas dasar harga pokok produksi. Dengan merumuskan model fungsi tujuan, perusahaan dapat mencari hasil produksi optimal dari ketiga jenis merk menurut keuntungan yang didapat dari setiap kemasan yang dihasilkan. Berikut ini perumusan fungsi tujuan dari model program linear: $\text{Max } Z = 4.500x_1 + 2.600x_2 + 5.800x_3$

Suatu kendala jenis diubah menjadi suatu persamaan melalui cara menambahkan variabel surplus serta variabel slack untuk kendala jenis \geq ke sisi kiri kendala.

$$471x_1 + 714x_2 + 235x_3 + s_1 \leq 935.000$$

$$471x_1 + 714x_2 + 235x_3 + s_2 \leq 940.000$$

$$12x_1 + 18x_2 + 6x_3 + s_3 \leq 25.000$$

$$13x_1 + 20x_2 + 6,6x_3 + s_4 \leq 27.000$$

$$188x_1 + 285x_2 + 94x_3 + s_5 \leq 380.000$$

$$12x_1 + 18x_2 + 6x_3 + s_6 \leq 25.000$$

$$13.500x_1 + 20.400x_2 + .6.700x_3 + s_7 \leq 25.711.200$$

$$x_1 - s_8 + a_1 = 636 \quad x_2 - s_9 + a_2 = 420 \quad x_3 - s_{10} + a_3 = 1272$$

$$Z = 4500x_1 + 2600x_2 + 5800x_3 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 + 0s_4 + 0s_5 + 0s_6 + 0s_7 + 0s_8 + 0s_9 + 0s_{10} - ma_1 - ma_2 - ma_3$$

$$Z = 4500x_1 - 2600x_2 - 5800x_3 - 0s_1 - 0s_2 - 0s_3 - 0s_4 - 0s_5 - 0s_6 - 0s_7 - 0s_8 - 0s_9 - 0s_{10} + ma_1 + ma_2 + ma_3 = 0$$

Berisi tabel simpleks dengan memasukan seluruh *koefisien-koefisien* yang diperoleh dari variabel keputusan & *variabel slack* tersebut seperti pada gambar 4.

Maximize	4500	2600	5800			
Tepung Terigu	471	714	235	<=	935000	0
Tepung Tapioka	471	714	235	<=	940000	0
STTP	12	18	6	<=	25000	0
Garam	13	20	7	<=	27000	0
Bawang Putih	188	285	94	<=	380000	0
Msg	12	18	6	<=	25000	0
Biaya	13500	20400	6700	<=	25711200	,8657
Manalagi	1	0	0	>=	636	-7186,567
2 Kupu-kupu	0	1	0	>=	420	-15059,7
Mawar	0	0	1	>=	1272	0
Solution->	636	420	1277,194		11361730	

Gambar 4. Tampilan Linier Programming Result

	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
	636	0	4500	-Infinity	11686,57
	420	0	2600	-Infinity	17659,7
	1277,194	0	5800	2233,333	Infinity
Dual Value	Slack/Surplus	Original Val	Lower Bound	Upper Bound	
	0	35423,38	935000	899576,6	Infinity
	0	40423,38	940000	899576,6	Infinity
	0	2144,836	25000	22855,16	Infinity
	0	1391,643	27000	25608,36	Infinity
	0	20675,75	380000	359324,3	Infinity
	0	2144,836	25000	22855,16	Infinity
	,8657	0	25711200	25676400	Infinity
	-7186,567	0	636	0	638,5778
	-15059,7	0	420	0	421,7059
	0	5,194	1272	-Infinity	1277,194

Gambar 5. Tampilan Ranging

Gambar 5 menunjukkan jika nilai *reduced cost* untuk masing-masing variabel (kerupuk manalagi, 2 kupu-kupu, dan mawar) adalah 0 (tidak mempunyai *reduced cost*), hal ini menunjukkan jika nilai biaya yang dikurangkan adalah nol dan berarti bahwa penggunaan kedua variabel telah optimal.

Variable	Status	Value
X1	Basic	636
X2	Basic	420
X3	Basic	1277,194
slack 1	Basic	35423,4
slack 2	Basic	40423,4
slack 3	Basic	2144,836
slack 4	Basic	1391,642
slack 5	Basic	20675,76
slack 6	Basic	2144,836
slack 7	NONBasic	0
surplus 8	NONBasic	0
surplus 9	NONBasic	0
surplus 10	Basic	5,194
Optimal Value (Z)		11361730

Gambar 6. Tampilan Solution List

Gambar 6 menunjukkan solusi optimum yang didapatkan dari hasil analisis, kerupuk mawar sebanyak 636 kemasan, 2 Kupu-kupu sebanyak 420 kemasan dan Mawar sebanyak 1277 kemasan, hingga diperoleh nilai optimal (keuntungan) sebesar 11.361.730. Perhitungan *Iterations* menggunakan alat bantu *QM For Windows V3* guna menemukan hasil optimal.

Kerupuk Bawang UD TRESNA Solution																			
Cj	Basic Variables	4500 X1	2600 X2	5800 X3	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3	0 slack 4	0 slack 5	0 slack 6	0 slack 7	0 artfcl 8	0 surplus 8	0 artfcl 9	0 surplus 9	0 artfcl 10	0 surplus 10	Quantity	
Iteration 1																			
	ci-zj	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	-1	
0	slack 1	471	714	235	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	935.000
0	slack 2	471	714	235	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	940.000
0	slack 3	12	18	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.000
0	slack 4	13	20	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.000
0	slack 5	188	285	94	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380.000
0	slack 6	12	18	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25.000
0	slack 7	13.500	20.400	6.700	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	25.711.200
0	artfcl 8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	636
0	artfcl 9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	420
0	artfcl 10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	1.272
Iteration 2																			
	ci-zj	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	-1
0	slack 1	0	714	235	1	0	0	0	0	0	0	0	-471	471	0	0	0	0	635.444
0	slack 2	0	714	235	0	1	0	0	0	0	0	0	-471	471	0	0	0	0	640.444
0	slack 3	0	18	6	0	0	1	0	0	0	0	0	-12	12	0	0	0	0	17.368
0	slack 4	0	20	7	0	0	0	1	0	0	0	0	-13	13	0	0	0	0	18.732
0	slack 5	0	285	94	0	0	0	0	1	0	0	0	-188	188	0	0	0	0	260.432
0	slack 6	0	18	6	0	0	0	0	0	1	0	0	-12	12	0	0	0	0	17.368
0	slack 7	0	20.400	6.700	0	0	0	0	0	0	1	-13.500	13.500	0	0	0	0	0	17.125.200
4500	X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	636
0	artfcl 9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	420
0	artfcl 10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	1.272
Iteration 3																			
Activate Windows																			
Kerupuk Bawang UD TRESNA Solution																			
Cj	Basic Variables	4500 X1	2600 X2	5800 X3	0 slack 1	0 slack 2	0 slack 3	0 slack 4	0 slack 5	0 slack 6	0 slack 7	0 artfcl 8	0 surplus 8	0 artfcl 9	0 surplus 9	0 artfcl 10	0 surplus 10	Quantity	
Iteration 3																			
	ci-zj	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	-1
0	slack 1	0	0	235	1	0	0	0	0	0	0	0	-471	471	-714	714	0	0	335.564
0	slack 2	0	0	235	0	1	0	0	0	0	0	0	-471	471	-714	714	0	0	340.864
0	slack 3	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	-12	12	-18	18	0	0	9.808
0	slack 4	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0	-13	13	-20	20	0	0	10.332
0	slack 5	0	0	94	0	0	0	0	1	0	0	0	-188	188	-285	285	0	0	140.732
0	slack 6	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	-12	12	-18	18	0	0	9.808
0	slack 7	0	0	6.700	0	0	0	0	0	0	1	-13.500	13.500	-20.400	20.400	0	0	0	8.957.200
4500	X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	636
2600	X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	420
0	artfcl 10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	1.272
Iteration 4																			
	ci-zj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	0
0	slack 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-471	471	-714	714	-235	235	36.644
0	slack 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-471	471	-714	714	-235	235	41.644
0	slack 3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-12	12	-18	18	-6	6	2.176
0	slack 4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-13	13	-20	20	-7	7	1.428
0	slack 5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-188	188	-285	285	-94	94	21.164
0	slack 6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-12	12	-18	18	-6	6	2.176
0	slack 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-13.500	13.500	-20.400	20.400	-6.700	6.700	34.800	
4500	X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	636
2600	X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	420
5800	X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	1.272
Iteration 5																			
	ci-zj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4.500	4.500	-2.600	2.600	-5.800	5.800	0
0	slack 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-471	471	-714	714	-235	235	36.644
0	slack 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-471	471	-714	714	-235	235	41.644
0	slack 3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-12	12	-18	18	-6	6	2.176
0	slack 4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-13	13	-20	20	-7	7	1.428
0	slack 5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-188	188	-285	285	-94	94	21.164
0	slack 6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-12	12	-18	18	-6	6	2.176
0	slack 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-13.500	13.500	-20.400	20.400	-6.700	6.700	34.800	
4500	X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	636
2600	X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	420
5800	X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	1.272
Iteration 6																			
	ci-zj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8657	7.186,5672	0	0	0	0	0	0
0	slack 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,0351	2,5075	-2,5075	1,5224	-1,5224	0	0	35.423,403
0	slack 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,0351	2,5075	-2,5075	1,5224	-1,5224	0	0	40.423,403
0	slack 3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-0,0009	0,0896	-0,0896	0,2687	-0,2687	0	0	2.144,8358
0	slack 4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0,001	1,1045	-1,1045	1,3134	-1,3134	0	0	1.391,6418
0	slack 5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,014	1,403	-1,403	1,209	-1,209	0	0	0
0	slack 6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,0009	0,0896	-0,0896	0,2687	-0,2687	0	0	2.144,8358
0	surplus 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	-2,0149	2,0149	-3,0448	3,0448	-1	1	5.194
4500	X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	636
2600	X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	420
5800	X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	-2,0149	2,0149	-3,0448	3,0448	0	0	1.272,194

Gambar 7. Tampilan Iterations

Iterasi termasuk pada tahapan perhitungan yang perlu dilakukan hingga didapatkan solusi optimal. Berdasarkan hasil tersebut, permasalahan ini menunjukkan adanya 6 iterasi yang dapat digunakan untuk memperoleh solusi optimal.

PEMBAHASAN

Melalui penggunaan tabel simpleks untuk menghitung optimasi keuntungan, UD. T dapat mencapai keuntungan maksimal dengan cara memproduksi kerupuk Bawang dengan merk Manalagi dengan jumlah 636 kemasan, 2 Kupu-kupu sebanyak 420 kemasan, dan Mawar sebanyak 1277 kemasan. Hasilnya, perusahaan akan memperoleh keuntungan sebesar Rp. 11.361.730.

Hasil dari pengolahan model optimasi produksi pada kondisi faktual, diketahui jika produksi oleh UD. T belum mencapai tingkat optimal. Terdapat perbedaan yang signifikan antara total produksi pada kondisi optimal dan kondisi faktual. Meskipun begitu, dari segi keuntungan, UD. T sudah mendekati kondisi yang optimal, meskipun secara produksi masih jauh dari keadaan optimal.

Tabel 3. Produksi Faktual dan Optimal Kerupuk Bawang

No	Merk Kerupuk Bawang	Variabel	Tingkat Produksi	
			Faktual	Optimal
1	Manalagi	X1	645 Kemasan	636 Kemasan
2	Kupu-kupu	X2	440 Kemasan	420 Kemasan
3	Mawar	X3	975 Kemasan	1277,194 Kemasan

Berdasarkan Tabel 3, produksi aktual Kerupuk Bawang di UD. T terdiri dari 440 kemasan merk 2 Kupu-kupu, 645 bungkus merk Manalagi, serta 975 bungkus merk Mawar. Namun, hasil optimasi produksi menggunakan QM For Windows V3 menunjukkan bahwa tingkat produksi berbeda, yakni 420 kemasan merk 2 Kupu-kupu, 636 kemasan merk Manalagi, serta 1277,194 kemasan merk Mawar.

Tabel 4. Laba Masing-masing Produk Pada Kondisi Faktual & Kondisi Optimal

No	Merk Kerupuk Bawang	Variabel	Tingkat Produksi	
			Faktual	Optimal
1	Manalagi	X1	Rp. 2.902.500	Rp. 2.862.000
2	Kupu-kupu	X2	Rp. 1.144.000	Rp. 1.092.000
3	Mawar	X3	Rp. 5.655.000	Rp. 7.407.725
Jumlah			Rp. 9.701.500	Rp 11.361.725

UD. T dapat mencapai kondisi produksi yang optimal dengan memproduksi kerupuk bawang dengan jumlah sebagai berikut: 636 kemasan merk Manalagi, 1277,194 kemasan merk Mawar, dan 420 kemasan merk 2 Kupu-kupu. Dengan memproduksi dalam kondisi yang optimal, perusahaan dapat memperoleh keuntungan sebesar Rp. 11.361.725 (lihat Tabel. 4). Pada kondisi faktual, jumlah keuntungan yang didapatkan sebesar Rp. 9.701.500 (lihat Tabel 4). Dengan demikian, terjadi peningkatan keuntungan sebesar Rp. 1.660.225 ketika perusahaan memproduksi dalam kondisi optimal. Perbedaan keuntungan yang signifikan antara kondisi faktual dan kondisi optimal menunjukkan betapa pentingnya memproduksi dalam kondisi yang optimal untuk meningkatkan keuntungan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan memakai *linear programming* metode simpleks dengan software QM for Windows, diperoleh kesimpulan bahwa untuk mencapai keuntungan optimum di UD. T, sebaiknya memproduksi Kerupuk Bawang 420 kemasan kerupuk bawang merk 2 Kupu-kupu, dengan merk Manalagi sebanyak 636 kemasan, dan 1277,19 kemasan kerupuk bawang merk Mawar. Dengan produksi seperti itu, perusahaan akan memperoleh keuntungan sebesar Rp. 11.361.725, sehingga mengalami peningkatan keuntungan sebesar Rp. 1.660.225.

Daftar Pustaka

- Adoe, V. S., & Leuhoe, Y. J. I. (2021). Implementasi Model Integer Programming Dalam Mengoptimalkan Produksi "Kurma Babe" Kota Kupang. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 18(2), 170–176. <https://doi.org/10.22487/2540766x.2021.v18.i2.15636>
- Bakker, S. J., Kleiven, A., Fleten, S. E., & Tomasgard, A. (2021). Mature offshore oil field development: Solving a real options problem using stochastic dual dynamic integer programming.

- Computers and Operations Research*, 136(March), 105480.
<https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105480>
- Fauzi, A., & Mas'ud, M. I. (2019). Proses Manufaktur Pada Mesin Primer Dan Sekunder CV . Karunia Menggunakan Metode Linier Programming. *JKIE (Journal Knowledge Industrial Engineering)*, 6(2), 59–65. <https://doi.org/https://doi.org/10.35891/jkie.v6i2.2055>
- Firdausiyah, N., Taniguchi, E., & Qureshi, A. G. (2020). Multi-agent simulation-Adaptive dynamic programming based reinforcement learning for evaluating joint delivery systems in relation to the different locations of urban consolidation centres. *Transportation Research Procedia*, 46(2019), 125–132. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.172>
- Goerigk, M., & Hartisch, M. (2021). Multistage robust discrete optimization via quantified integer programming. *Computers and Operations Research*, 135(June), 105434. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105434>
- Hapsari, S. N., & Rosyidi, C. N. (2018). A Goal Programming Optimization Model for the Allocation of Liquid Steel Production. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 319(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/319/1/012021>
- He, S., Shin, H. S., & Tsourdos, A. (2019). Computational guidance using sparse gauss-Hermite quadrature differential dynamic programming. *IFAC-PapersOnLine*, 52(12), 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.062>
- Karia, T., Adjiman, C. S., & Chachuat, B. (2022). Assessment of a two-step approach for global optimization of mixed-integer polynomial programs using quadratic reformulation. *Computers and Chemical Engineering*, 165(November 2021), 107909. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2022.107909>
- Krutein, K. F., & Goodchild, A. (2022). The isolated community evacuation problem with mixed integer programming. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161(November 2021), 102710. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102710>
- Le, M. T. (2020). Effects of employee development and marketing capacity on competitive advantages: The mediating role of product innovation. *Management Science Letters*, 10(13), 3159–3166. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2020.5.006>
- Lebedev, D., Goulart, P., & Margellos, K. (2020). Gradient-bounded dynamic programming with submodular and concave extensible value functions. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 6825–6830. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.337>
- Makinde, O., Ramatsetse, B., & Munyai, T. (2020). A dynamic programming model for Reconfigurable Vibrating Screen machine operations planning in a fluctuating market environment. *Procedia Manufacturing*, 43(2019), 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.149>
- Marine, A. A. (2017). Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming Di Ikm 3G Bareng – Jombang. *Jurnal Valtech*.
- Mas'ud, M. I. (2019). *Riset Operasi 1*. Yudharta Press.
- Mas'ud, M. I., & Wahid, A. (2022). Model SMEs digital disruption management with business model canvas and integer programming. *International Journal of Trends in ...*, 5(2), 162–168. <http://ijtmer.saintispub.com/ijtmer/article/view/134%0Ahttps://ijtmer.saintispub.com/ijtmer/article/download/134/102>
- Mas'ud, M. I., Wahid, A., Nuriyanto, Wibowo, M. M. A., & Pusakaningwati, A. (2022). Effectivity Green Productivity Basis Triple Helix in Tofu Central Industry. *Seybold Report*, 17(8), 1024–1036. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7006265>
- Migo-Sumagang, M. V., Tan, R. R., Tapia, J. F. D., & Aviso, K. B. (2022). Fuzzy mixed-integer linear

and quadratic programming models for planning negative emissions technologies portfolios with synergistic interactions. *Cleaner Engineering and Technology*, 9(April), 100507. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100507>

- Sakinah, A. dkk. (2021). Penentuan Jumlah Produksi Kue Kering Menggunakan Metode Integer Programming (Studi Kasus Usaha Kue Kering Ibu Afung). *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, Vol. 2 No.(1), 12–15.
- Sari, G., & Andriani, M. S. (2018). Metode Goal Programming Berbasis QM for Windows dalam Optimasi Perencanaan Produksi. *Jurnal Mipa*, 41(1), 6–12.
- Skevas, I., Emvalomatis, G., & Brümmer, B. (2018). Productivity growth measurement and decomposition under a dynamic inefficiency specification: The case of German dairy farms. *European Journal of Operational Research*, 271(1), 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.04.050>
- Titilias, Y. A., Linawati, L., & Parhusip, H. A. (2018). Optimasi Perencanaan Produksi Kayu Lapis PT. XXX Menggunakan Metode Goal Programming. *Jurnal Mipa*, 41(1), 13–19.
- Uddin, M. S., Miah, M., Khan, M. A. A., & AlArjani, A. (2021). Goal programming tactic for uncertain multi-objective transportation problem using fuzzy linear membership function. *Alexandria Engineering Journal*, 60(2), 2525–2533. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.12.039>
- Xuan, V. N. (2020). Determinants of the construction investment project management performance: Evidence at Vietnam small and medium sized enterprises. *Journal of Project Management*, 179–188. <https://doi.org/10.5267/j.jpm.2020.5.002>