



---

**MODEL *BOUNDED VARIABLES LINEAR PROGRAMMING* UNTUK OPTIMASI  
PRODUKSI ROTI DI UMKM PENGOLAHAN ROTI**

***BOUNDED VARIABLES LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR BREAD  
PRODUCTION OPTIMIZATION IN SMALL AND MEDIUM-SIZED BREAD  
PROCESSING ENTERPRISES (SMBPE)***

Hanik Sri Rahayu, Prodi Matematika FMIPA UNY

Caturiyati\*, Prodi Matematika FMIPA UNY

\*e-mail: [caturiyati@uny.ac.id](mailto:caturiyati@uny.ac.id)

**Abstrak.** Optimasi perencanaan produksi adalah upaya untuk memperoleh hasil yang terbaik bagi suatu perusahaan. Selama ini UMKM hanya memproduksi roti manis berdasarkan permintaan konsumen yang tidak menentu sehingga tujuan memaksimalkan keuntungan belum optimal. Perusahaan membutuhkan perencanaan produksi yang lebih baik untuk memenuhi permintaan konsumen secara optimal dengan mempertimbangkan biaya produksi, bahan baku dan waktu produksi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan model *bounded variables linear programming* (BVLP) dengan tujuan memaksimalkan keuntungan perusahaan dengan batasan ketersediaan sumber daya yang ada. Model BVLP adalah program linear di mana variabel-variabel keputusan yang digunakan memiliki batas atas dan batas bawah tertentu. Dalam penelitian ini, terdapat tambahan batasan terikat yaitu permintaan produksi minimum dan maksimum sebagai batas bawah dan batas atas terhadap variabel keputusan. Model BVLP diselesaikan dengan metode *bounded variables simplex* yang merupakan modifikasi dari metode simpleks standar. Dari hasil penelitian, UMKM memperoleh keuntungan sebesar Rp 401.510,88 dengan memproduksi 480 roti semir, 240 roti coklat, 160 roti tela madu, 400 roti kelapa, 144 roti piscook berukuran kecil serta 220 roti semir, 15 roti coklat, 63 roti tela madu, 60 roti kelapa, dan 240 roti piscook berukuran besar.

**Kata kunci:** *optimasi, perencanaan produksi, bounded variables linear programming, bounded variables simplex.*

**Abstract.** Optimization of production planning is an effort to obtain the best results for a company. So far, SMBPE only produce sweet bread based on uncertain consumer demand so that the goal of maximizing profits is not optimal. Companies need better production planning to meet consumer demand optimally by considering production costs, raw materials and production time. Therefore, this study aims to apply the *bounded variables linear programming* (BVLP) model with the aim of maximizing company profits with limited availability of existing resources. The BVLP model is a linear program where the decision variables used have certain upper and lower limits. In this study, there are additional bound constraints, namely the minimum and maximum production demand as the lower and upper limits for the decision variables. The BVLP model is solved using the *bounded variables simplex* method, which is a modification of the standard simplex method. From the research results, SMBPE obtained a profit of Rp 401,510.88 by producing 480 small semir bread, 240 small chocolate bread, 160 small honey taro bread, 400 small coconut bread, 144 small banana chocolate bread, 220 large semir bread, 15 large chocolate bread, 63 large honey taro bread, 60 large coconut bread, and 240 large banana chocolate bread.

**Keywords:** *optimization, production planning, bounded variables linear programming, bounded variables simplex.*

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan UMKM di berbagai wilayah Indonesia menunjukkan perkembangan yang pesat. Data yang dirilis oleh Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil Menengah (Kemenkop UKM) menunjukkan bahwa total UMKM di Indonesia mencapai 8,71 juta unit selama tahun 2022. Wilayah Pulau Jawa menjadi tempat dengan pertumbuhan UMKM terbesar di Indonesia, di mana Provinsi Jawa Barat menjadi yang terdepan dengan jumlah usaha sebanyak 1,49 juta unit, diikuti oleh Provinsi Jawa Tengah dengan 1,45 juta unit, dan Provinsi Jawa Timur dengan 1,15 juta unit (Santika, 2022). Berdasarkan data statistik Dinas Koperasi Usaha Kecil dan Menengah Provinsi Jawa Tengah, jumlah UMKM di Jawa Tengah didominasi oleh sektor industri pengolahan yang mana industri pengolahan menyumbang angka sebesar 44%. Industri pengolahan makanan roti merupakan salah satu jenis industri makanan dan minuman yang populer dikonsumsi oleh masyarakat yang cenderung memilih makanan instan sebagai bagian dari gaya hidupnya. Roti adalah produk makanan olahan yang dihasilkan dari pemanggangan adonan yang telah melalui proses fermentasi, sehingga roti menjadi salah satu pilihan makanan ringan yang praktis untuk dikonsumsi. Karena alasan tersebut, roti menjadi salah satu produk makanan yang diminati oleh konsumen (Ramayani, 2021).

Di Dusun Cabe Lor RT 01 RW 12, Kelurahan Srumbung, Kecamatan Srumbung, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah, terdapat sebuah UMKM yang bergerak dalam pengolahan roti. Saat ini, UMKM tersebut hanya melakukan produksi roti sesuai permintaan konsumen yang tidak menentu, sehingga belum dapat mencapai tujuan optimal dalam memaksimalkan keuntungan. Untuk alasan ini, perusahaan membutuhkan perencanaan produksi yang lebih baik agar dapat memenuhi permintaan konsumen secara optimal, dengan mempertimbangkan biaya produksi, bahan baku, dan waktu produksi.

Salah satu model matematika yang dapat diterapkan pada perencanaan produksi dengan tujuan tertentu dan keterbatasan sumber daya adalah *Linear Programming* (LPP). Dalam teori LPP, diketahui bahwa variabel keputusan dari suatu masalah LPP hanya perlu memenuhi kondisi pembatasan non-negativitas saja. Namun, dalam situasi kehidupan nyata, beberapa atau seluruh variabel keputusan dapat dibatasi oleh batas bawah dan atas. Salah satu model LPP yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan keputusan dalam situasi di mana variabel memiliki batas atas dan batas bawah adalah *Bounded Variables Linear Programming* (BVLP) (Bhunia, Sahoo, & Shaikh, 2019). Model BVLP dapat diselesaikan dengan algoritma *Bounded Variables Simplex*, yang merupakan modifikasi dari algoritma simpleks standar. Algoritma ini memperhitungkan batasan pada variabel yang diberi batas atas dan batas bawah pada setiap tahap iterasinya. Dalam algoritma *Bounded Variables Simplex*, dilakukan perubahan pada aturan pemilihan variabel masukan dan pengolahan batasan (Bazaraa, Jarvis, & Sherali, 2010).

Terdapat penelitian yang membahas tentang penggunaan model BVLP untuk menentukan rencana produksi yang optimal dalam konteks penggunaan sumber daya ekonomi. BVLP dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan produksi dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti biaya bahan baku, biaya produksi, kapasitas produksi, dan permintaan pasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model BVLP dapat membantu perusahaan dalam mengoptimalkan rencana produksi dan memaksimalkan keuntungan perusahaan dengan mempertimbangkan batasan-batasan yang ada (Al-shammari, 2019).

Pada penelitian ini akan dibahas aplikasi model *Bounded Variables Linear Programming* untuk optimasi perencanaan produksi roti yang memiliki satu fungsi tujuan, batasan utama dan batasan terikat. Adapun yang menjadi fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah memaksimalkan keuntungan sedangkan batasan utama dan batasan terikat adalah persediaan bahan baku, waktu produksi dan permintaan minimum maksimum produksi roti manis. Selanjutnya, penyelesaian model *Bounded Variables Linear Programming* akan diselesaikan dengan metode *Bounded Variables Simplex* dibantu dengan program TORA.

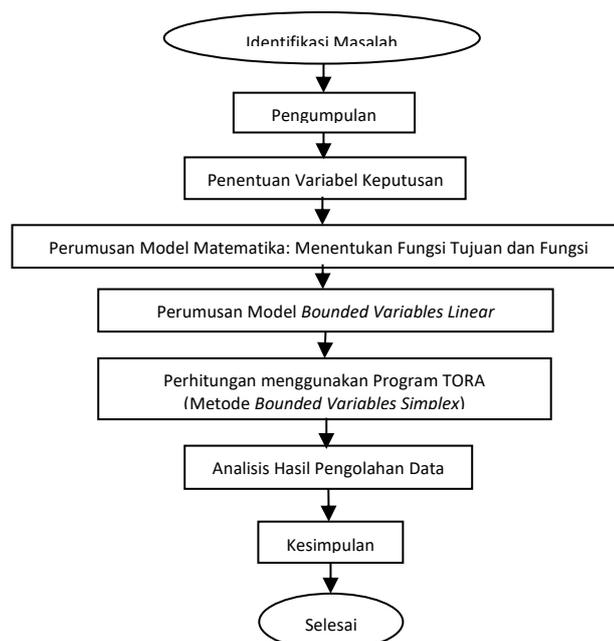
## METODE

### Deskripsi Pengumpulan Data Penelitian

1. Jenis Data  
 Penelitian ini memanfaatkan data primer yang diperoleh melalui wawancara dengan pemilik UMKM dan karyawannya serta data sekunder yang merupakan data pendukung data primer. Data sekunder dalam penelitian ini menggunakan data produksi roti selama satu bulan.
2. Lokasi Penelitian  
 Penelitian ini dilakukan pada UMKM pengolahan roti yang berlokasi di Dusun Cabe Lor RT 02/RW 12, Kelurahan Srumbung, Kecamatan Srumbung, Kabupaten Magelang pada bulan Januari 2023 – Mei 2023.
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data  
 Untuk mengumpulkan data yang valid terkait dengan optimasi produksi roti di UMKM, penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data melalui wawancara dan observasi langsung. Wawancara dan observasi yang dilakukan berkaitan dengan proses produksi roti selama periode tertentu oleh UMKM. Beberapa faktor yang mempengaruhi optimasi produksi roti meliputi waktu produksi, bahan baku, dan jumlah produksi. Untuk keperluan analisis data, penelitian ini memerlukan sumber data sebagai berikut.
  - a. Jenis roti yang diproduksi UMKM pengolahan roti.
  - b. Jumlah produksi roti selama bulan Januari 2023.
  - c. Bahan baku yang digunakan untuk membuat roti.
  - d. Biaya produksi per satuan roti termasuk biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya listrik, biaya gas, dan biaya pengemasan.
  - e. Harga jual per satuan roti untuk masing-masing jenis roti.
  - f. Waktu produksi untuk masing-masing jenis roti.

### Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan proses optimasi produksi roti di UMKM pengolahan roti menggunakan model *bounded variables linear programming* dengan metode *bounded variables simplex* yang diselesaikan menggunakan program TORA. Berikut diagram alir dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian dalam menentukan jumlah produksi varian roti manis untuk memperoleh keuntungan maksimum adalah merumuskan permasalahan model *bounded variables linear programming* (BVLV) secara matematis, merumuskan algoritma *bounded variables simplex* untuk menyelesaikan model BVLV, menyelesaikan permasalahan model menggunakan program TORA, dan menganalisis hasil penyelesaian.

1. Pemodelan Matematika dengan *Bounded Variables Linear Programming*

Bentuk standar dari BVLV sebagai berikut (Bhunias et al., 2019):

Fungsi tujuan memaksimalkan atau meminimumkan

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

dan memenuhi kendala sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j (\leq = \geq) b_i; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$l_j \leq x_j \leq u_j \quad (3)$$

di mana:

$Z$  : fungsi tujuan

$x_j$  : variabel keputusan ke- $j$

$c_j$  : koefisien biaya (koefisien dalam fungsi tujuan ke- $j$ )

$b_i$  : kapasitas kendala ke- $i$

$a_{ij}$  : koefisien fungsi kendala ke- $i$  untuk variabel keputusan ke- $j$

$u_j$  : batas atas yang terbatas dari variabel  $x_j$

$l_j$  : batas bawah yang terbatas dari variabel  $x_j$ .

2. Algoritma *Bounded Variables Simplex*

*Bounded Variables Simplex Algorithm* adalah pengembangan dari metode simpleks standar yang mempertimbangkan batasan atas dan batasan bawah variabel dalam program linear. Metode simpleks standar tidak memiliki batasan atas dan batasan bawah tertentu pada variabel dalam model, sehingga nilai variabel bisa sangat besar atau sangat kecil. Dalam *Bounded Variables Simplex Algorithm*, batasan atas dan batasan bawah diterapkan pada variabel dalam model, sehingga nilai variabel terbatas pada rentang tertentu (Bhunias et al., 2019). Dalam algoritma *bounded variables simplex*, dilakukan perubahan pada aturan uji optimalitas, pemilihan variabel masuk dan variabel keluar, serta pengolahan batasan yaitu peningkatan variabel jika variabel berada pada batas bawahnya, atau penurunan variabel jika variabel berada pada batas atasnya. Tabel simpleks standar dimodifikasi agar dapat memperhitungkan batasan yang terdiri dari variabel yang dibatasi oleh batasan atas dan batasan bawah (Bazaraa et al., 2010).

3. Penyelesaian Model BVLV Menggunakan Program TORA

Dalam penelitian ini digunakan program TORA untuk membantu dalam perhitungan data yang telah diperoleh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

UMKM pengolahan roti yang diteliti berlokasi di Kabupaten Magelang tepatnya di Dusun Cabe Lor, Kecamatan Srumbung. UMKM sudah memproduksi berbagai jenis roti dari tahun 2018. Varian roti manis yang diproduksi adalah roti semir, roti coklat, roti tela madu, roti kelapa, dan roti pisang coklat (piscok). Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik UMKM, UMKM belum mengadopsi metode perencanaan produksi yang jelas dalam setiap tahap

produksi, sehingga mengakibatkan hasil yang tidak maksimal. Selain itu, perusahaan hanya memproduksi berdasarkan permintaan konsumen yang tidak menentu sehingga tujuan memaksimalkan keuntungan belum optimal. Oleh karena itu, perusahaan membutuhkan perencanaan produksi yang lebih baik untuk memenuhi permintaan konsumen secara optimal dengan mempertimbangkan biaya produksi, bahan baku dan waktu produksi yang terbatas. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, perlu dilakukan optimasi perencanaan produksi roti di UMKM pengolahan roti dengan menggunakan model *bounded variables linear programming*. Penyelesaiannya menggunakan metode *bounded variables simplex* dan didukung oleh perangkat lunak TORA. Melalui pendekatan ini, diharapkan UMKM dapat mengoptimalkan perencanaan produksi, meningkatkan hasil produksi secara maksimal, dan mencapai efisiensi biaya yang optimal.

Dalam rangka memudahkan dan mengarahkan penyelesaian masalah dalam penelitian ini, beberapa asumsi telah dibuat. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Persediaan bahan baku, waktu produksi, dan jumlah produk yang diproduksi dianggap sebagai kendala dalam penelitian ini.
- Jumlah produk yang dihasilkan setara dengan jumlah produk yang terjual.
- Persediaan bahan baku yang digunakan memiliki jumlah yang sama setiap harinya.
- Harga bahan baku diasumsikan tetap, baik untuk pembelian dalam skala besar maupun kecil.
- Jumlah karyawan diasumsikan tetap.
- Biaya upah karyawan diasumsikan tetap, karyawan akan menerima upah sebesar Rp50.000, tidak peduli berapa jumlah roti yang diproduksi pada hari tersebut.
- Biaya *overhead*, seperti biaya listrik, biaya kemasan dan gas, diasumsikan tetap atau linear, dan berlaku untuk semua jenis roti manis

Pemodelan masalah optimasi perencanaan produksi dilakukan dengan menggunakan model BVLP (*Bounded Variables Linear Programming*), yang bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan dengan mempertimbangkan kendala utama berupa ketersediaan bahan baku dan waktu produksi, serta kendala terikat (*bound constraints*) berupa permintaan minimum produksi roti sebagai batasan bawah variabel keputusan dan permintaan maksimum produksi roti sebagai batasan atas variabel keputusan. Formulasi model BVLP untuk masalah ini adalah sebagai berikut.

Memaksimuman:

$$Z = 159.49x_1 + 66.91x_2 + 140.33x_3 + 96.28x_4 + 72.41x_5 + 457.71x_6 + 300.55x_7 + 428.33x_8 + 349.07x_9 + 351.55x_{10}$$

dengan kendala:

Kendala utama:

$$7.31x_1 + 7.31x_2 + 7.31x_3 + 7.31x_4 + 7.31x_5 + 14.62x_6 + 14.62x_7 + 14.62x_8 + 14.62x_9 + 14.62x_{10} \leq 20000$$

$$1.75x_1 + 1.75x_2 + 1.75x_3 + 1.75x_4 + 1.75x_5 + 3.51x_6 + 3.51x_7 + 3.51x_8 + 3.51x_9 + 3.51x_{10} \leq 5000$$

$$0.73x_1 + 0.73x_2 + 0.73x_3 + 0.73x_4 + 0.73x_5 + 1.46x_6 + 1.46x_7 + 1.46x_8 + 1.46x_9 + 1.46x_{10} \leq 2000$$

$$0.13x_1 + 0.13x_2 + 0.13x_3 + 0.13x_4 + 0.13x_5 + 0.26x_6 + 0.26x_7 + 0.26x_8 + 0.26x_9 + 0.26x_{10} \leq 500$$

$$0.15x_1 + 0.15x_2 + 0.15x_3 + 0.15x_4 + 0.15x_5 + 0.29x_6 + 0.29x_7 + 0.29x_8 + 0.29x_9 + 0.29x_{10} \leq 500$$

$$0.02x_1 + 0.02x_2 + 0.02x_3 + 0.02x_4 + 0.02x_5 + 0.04x_6 + 0.04x_7 + 0.04x_8 + 0.04x_9 + 0.04x_{10} \leq 100$$

$$0.5x_2 + 1x_7 \leq 250$$

$$0.5x_3 + 0.5x_4 + 1x_8 + 1x_9 \leq 500$$

$$4x_1 + 8x_6 \leq 4000$$

$$5x_2 + 3x_5 + 9x_7 + 5x_{10} \leq 3000$$

$$7x_3 + 13x_8 \leq 2000$$

$$6x_4 + 11x_9 \leq 3500$$

$$12.5x_5 + 16.7x_{10} \leq 6000$$

$$58x_1 + 54x_2 + 54x_3 + 54x_4 + 54x_5 + 83x_6 + 78x_7 + 78x_8 + 78x_9 + 71x_{10} \leq 126000$$

Kendala terikat (*bound constraints*):

$$160 \leq x_1 \leq 480; 40 \leq x_2 \leq 240; 20 \leq x_3 \leq 160; 80 \leq x_4 \leq 400; 20 \leq x_5 \leq 144; 10 \leq x_6 \leq 220; 10 \leq x_7 \leq 15; 10 \leq x_8 \leq 63; 10 \leq x_9 \leq 60; 10 \leq x_{10} \leq 240.$$

Dengan bantuan *software* TORA diperoleh hasil penyelesaian model BVLP berupa tabel optimum yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1. Tabel Optimum dengan *Software* TORA (1-2)**

(1-2)										
<i>Basic</i>	<i>ULx<sub>1</sub></i>	<i>ULx<sub>2</sub></i>	<i>ULx<sub>3</sub></i>	<i>ULx<sub>4</sub></i>	<i>ULx<sub>5</sub></i>	<i>ULx<sub>6</sub></i>	<i>ULx<sub>7</sub></i>	<i>ULx<sub>8</sub></i>	<i>ULx<sub>9</sub></i>	<i>ULx<sub>10</sub></i>
<b>Z (max)</b>	159,49	66,91	140,33	96,28	72,41	457,70	300,54	428,32	349,06	351,54
<b>S<sub>1</sub></b>	-7,31	-7,31	-7,31	-7,31	-7,31	-14,62	-14,62	-14,62	-14,62	-14,62
<b>S<sub>2</sub></b>	-1,75	-1,75	-1,75	-1,75	-1,75	-3,51	-3,51	-3,51	-3,51	-3,51
<b>S<sub>3</sub></b>	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73	-1,46	-1,46	-1,46	-1,46	-1,46
<b>S<sub>4</sub></b>	-0,13	-0,13	-0,13	-0,13	-0,13	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26
<b>S<sub>5</sub></b>	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29
<b>S<sub>6</sub></b>	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
<b>S<sub>7</sub></b>	0	-0,5	0	0	0	0	-1	0	0	0
<b>S<sub>8</sub></b>	0	0	-0,5	-0,5	0	0	0	-1	-1	0
<b>S<sub>9</sub></b>	-4	0	0	0	0	-8	0	0	0	0
<b>S<sub>10</sub></b>	0	-5	0	0	-3	0	-9	0	0	-5
<b>S<sub>11</sub></b>	0	0	-7	0	0	0	0	-13	0	0
<b>S<sub>12</sub></b>	0	0	0	-6	0	0	0	0	-11	0
<b>S<sub>13</sub></b>	0	0	0	0	-12,5	0	0	0	0	-16,7
<b>S<sub>14</sub></b>	-58	-54	-54	-54	-54	-83	-78	-78	-78	-71
<b>Lower Bound</b>	160	40	20	80	20	10	10	10	10	10
<b>Upper Bound</b>	480	240	160	400	144	220	15	63	60	240
<b>Unrestr'd (y/n)?</b>	<i>n</i>									

**Tabel 2. Tabel Optimum dengan Software TORA (2-2)**

(2-2)															
<i>Basic</i>	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_{13}$	$S_{14}$	<i>Solution</i>
<b>Z(max)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	401510,88
$S_1$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	847,80
$S_2$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	409,02
$S_3$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87,40
$S_4$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159,40
$S_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112,98
$S_6$	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	47,60
$S_7$	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	115
$S_8$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	97
$S_9$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	320
$S_{10}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	33
$S_{11}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	61
$S_{12}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	440
$S_{13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	192
$S_{14}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1120

Hasil penyelesaian model BVLP juga dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3. Ringkasan Hasil Akhir Model BVLP dengan Metode *Bounded Variables Simplex* dengan Software TORA (1-2)**

(1-2)			
<i>Final Iteration No: 11</i>			
<i>Objective Value (Max) : 401510,88</i>			
<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Obj Coeff</i>	<i>Obj Val Contrib</i>
$x_1$	480	159,49	76555,20
$x_2$	240	66,91	16058,40
$x_3$	160	140,33	22452,80
$x_4$	400	96,28	38512
$x_5$	144	72,41	10427,04
$x_6$	220	457,71	100696,20
$x_7$	15	300,55	4508,25
$x_8$	63	428,33	26984,79
$x_9$	60	349,07	20944,20
$x_{10}$	240	351,55	84372

**Tabel 4. Ringkasan Hasil Akhir Model BVLP dengan Metode *Bounded Variables Simplex* dengan Software TORA (2-2)**

(2-2)		
<i>Constraint</i>	<i>RHS</i>	<i>Slack-/Surplus+</i>
1(<)	20000	401510,88-
2(<)	5000	847,80-
3(<)	2000	409,02-
4(<)	500	87,40-
5(<)	500	159,40-
6(<)	100	112,98-
7(<)	250	47,60-
8(<)	500	115-
9(<)	4000	97-
10(<)	3000	320-
11(<)	2000	33-
12(<)	3500	61-
13(<)	6000	440-
14(<)	126000	192-
$LB - x_1$	160	320+
$UB - x_1$	480	0
$LB - x_2$	40	200+
$UB - x_2$	240	0
$LB - x_3$	20	140+
$UB - x_3$	160	0
$LB - x_4$	80	320+
$UB - x_4$	400	0
$LB - x_5$	20	124+
$UB - x_5$	144	0
$LB - x_6$	10	210+
$UB - x_6$	220	0
$LB - x_7$	10	5+
$UB - x_7$	15	0
$LB - x_8$	10	53+
$UB - x_8$	63	0
$LB - x_9$	10	50+
$UB - x_9$	60	0
$LB - x_{10}$	10	230+
$UB - x_{10}$	240	0

Berdasarkan Tabel 1 sampai dengan Tabel 4 diperoleh nilai  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}$  yang berada pada batas atasnya. Artinya nilai  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}$  sama dengan batas atasnya dimana  $x_1 = 480, x_2 = 240, x_3 = 160, x_4 = 400, x_5 = 144, x_6 = 220, x_7 = 15, x_8 = 63, x_9 = 60, x_{10} = 240$  dengan nilai maksimum  $Z = 401510,88$ .

**Pembahasan**

Berdasarkan hasil *output* dari *software* TORA baik dengan cara menampilkan tahapan iterasi dan hasil akhir didapatkan keuntungan sebesar Rp 401.510,88 dengan memproduksi roti semir kecil sebanyak 480, roti coklat kecil sebanyak 24, roti tela madu kecil sebanyak 160, roti kelapa kecil sebanyak 400, roti piscok kecil sebanyak 144, roti semir besar sebanyak 220, roti coklat besar sebanyak 15, roti tela madu besar sebanyak 63, roti kelapa besar sebanyak 60, dan roti piscok besar sebanyak 240.

Adapun jumlah ketersediaan sumber daya yang optimum dapat diperoleh dengan mengganti koefisien  $x$  dengan hasil optimum produksi roti manis.

Waktu produksi

$$= 58x_1 + 54x_2 + 54x_3 + 54x_4 + 54x_5 + 83x_6 + 78x_7 + 78x_8 + 78x_9 + 71x_{10}$$

$$= 58(480) + 54(240) + 54(160) + 54(400) + 54(144) + 83(220) + 78(15) + 78(63) + 78(60) + 71(240) = 124880.$$

Sisa waktu produksi dapat dilihat pada nilai *Solution* untuk  $S_{14}$  pada Tabel 1 yang bernilai 1120 detik. Secara analog untuk jumlah bahan baku optimum dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Bahan Baku Optimal Produksi Roti Manis**

Bahan baku	Semir kecil (gram)	Coklat kecil (gram)	Tela madu kecil (gram)	Kelapa kecil (gram)	Piscok kecil (gram)	Semir besar (gram)	Coklat besar (gram)	Tela madu besar (gram)	Kelapa besar (gram)	Piscok besar (gram)	Persediaan Bahan baku Optimal (gram)	Sisa bahan baku (gram)
Terigu	3508,8	1754,4	1169,6	2924	1052,64	3216,4	219,3	921,06	877,2	3508,8	19152,2	847,80
Gula	840	420	280	700	252	772,2	52,65	221,13	210,6	842,4	4590,98	409,02
Mentega	350,4	175,2	116,8	292	105,12	321,2	21,9	91,98	87,6	350,4	1912,6	87,40
Pengembang	62,4	31,2	20,8	52	18,72	57,2	3,9	16,38	15,6	62,4	340,6	159,40
Susu Bubuk	72	36	24	60	21,6	63,8	4,35	18,27	17,4	69,6	387,02	112,98
Baking plus	9,6	4,8	3,2	8	2,88	8,8	0,6	2,52	2,4	9,6	52,4	47,60
Mesis	0	120	0	0	0	0	15	0	0	0	135	115
Garnish	0	0	80	200	0	0	0	63	60	0	403	97
Cream	1920	0	0	0	0	1760	0	0	0	0	3680	320
Selai Coklat	0	1200	0	0	432	0	135	0	0	1200	2967	33
Selai Tela Madu	0	0	1120	0	0	0	0	819	0	0	1939	61
Selai Kelapa	0	0	0	2400	0	0	0	0	660	0	3060	440
Pisang	0	0	0	0	1800	0	0	0	0	4008	5808	192

Perbandingan keuntungan UMKM selama satu bulan dibulan Januari 2023 dan keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan model BVLP yang diselesaikan dengan *bounded variables simplex* dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Perbandingan Keuntungan**

Jenis roti	Keuntungan rata-rata produksi	Keuntungan produksi dengan model BVLP
Semir kecil	331	480
Coklat kecil	144	240
Tela madu kecil	110	160
Kelapa kecil	154	400
Piscok kecil	79	144
Semir besar	34	220
Coklat besar	10	15
Tela madu besar	13	63
Kelapa besar	17	60
Piscok besar	69	240
<b>Total</b>	Rp 152.737,11	Rp 401.510,88

Berdasarkan analisis menggunakan model *bounded variables linear programming* yang diselesaikan dengan metode *bounded variables simplex*, UMKM berhasil meningkatkan keuntungan dari Rp 152.737,11 menjadi Rp 401.510,88. Peningkatan ini dicapai dengan mengoptimalkan jumlah produksi roti manis. Sebelumnya, UMKM memproduksi 331 roti semir kecil, 144 roti coklat kecil, 110 roti madu kecil, 154 roti kelapa kecil, 79 roti piscok kecil, 34 roti semir besar, 10 roti coklat besar, 13 roti madu besar, 17 roti kelapa besar, dan 69 roti piscok besar. Setelah menggunakan model *bounded variables linear programming*, UMKM memproduksi 480 roti semir kecil, 240 roti coklat kecil, 160 roti madu kecil, 400 roti kelapa kecil, 144 roti piscok kecil, 220 roti semir besar, 15 roti coklat besar, 63 roti madu besar, 60 roti kelapa besar, dan 240 roti piscok besar. Dengan demikian, UMKM berhasil meningkatkan keuntungan sebesar Rp 248.773,77 dengan mengoptimalkan produksi roti manis menggunakan model *bounded variables linear programming* yang diselesaikan dengan metode *bounded variables simplex*.

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut, penulis memperoleh simpulan bahwa:

- Masalah optimasi perencanaan produksi di UMKM pengolahan roti dapat dibentuk model *bounded variables linear programming* dengan fungsi tujuan memaksimalkan keuntungan disertai kendala utama dan kendala terikat.
- Penerapan metode *bounded variables simplex* dapat menyelesaikan model BVLP dengan baik pada program TORA.
- Hasil penyelesaian optimasi perencanaan produksi roti memperoleh keuntungan sebesar Rp 401.510,88 dengan memproduksi 480 roti semir kecil, 240 roti coklat kecil, 160 roti madu kecil, 400 roti kelapa kecil, 144 roti piscok kecil, 220 roti semir besar, 15 roti coklat besar, 63 roti madu besar, 60 roti kelapa besar, dan 240 roti piscok besar.

Pada penelitian ini, digunakan model *bounded variables linear programming* yang diselesaikan menggunakan metode *bounded variables simplex*. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dibandingkan dengan model BVLP yang mencakup bilangan fuzzy dan metode-metode lain guna mencapai hasil penyelesaian yang lebih optimal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada koordinator dan semua Dosen Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan yang berharga dalam menyelesaikan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-shammari, D. H. A. (2019). Determine The Optimal Production Plan For Economic Resources Using Bounded Variables Decision Making. *International Journal of Research in Social Sciences and Humanities*, (9), 2454–4671.
- Bazaraa, M. S., Jarvis, J. J., & Sherali, H. D. (2010). *Linear Programming and Network Flows*. USA: A John Wiley & Sons.
- Bhunia, A. K., Sahoo, L., & Shaikh, A. A. (2019). *Advanced Optimization and Operations Research. Springer Optimization and Its Applications* (Vol. 153).
- Dinas Koperasi Usaha Kecil dan Menengah Provinsi Jawa Tengah. (n.d.). Statistik UMKM. *satudata.dinkop-umkm.jatengprov.go.id*. Retrieved April 3, 2023, from <https://satudata.dinkop-umkm.jatengprov.go.id/statistik/umkm>
- Ramayani, R. F. (2021). Analisis Pendapatan Usaha Industri Rumah Tangga Roti Mini Bakery Di Kota Palembang. *Management Studies and Entrepreneurship Journal*, 160–177.
- Santika, E. F. (2022). Jumlah UMKM di Indonesia Sepanjang 2022, Provinsi Mana Terbanyak? *databoks.katadata.co.id*. Retrieved April 3, 2023, from <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/02/02/jumlah-umkm-di-indonesia-sepanjang-2022-provinsi-mana-terbanyak>