

## Penerapan Program Linear *Fuzzy* dalam Optimalisasi Jumlah Produksi dan Keuntungan di K-Bakery

Received 16th November 2020

Accepted 19th February 2021

Published 10th May 2021

Open Access

Nelita Anggraini Sitanggang<sup>a</sup>, Mira Mustika<sup>a\*</sup><sup>a</sup> Program Studi Matematika Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, 35365, Indonesia\*Corresponding E-mail: [mira.mustika@ma.itera.ac.id](mailto:mira.mustika@ma.itera.ac.id)

**Abstract:** *K-Bakery* is a bakery located in Bandar Lampung City, Lampung. *K-Bakery* produces various types of bread, namely brown bread, nuts, greentea, mocha, and tiramisu bread which involve various raw material resources. Unstable market demand creates obstacles for *K-Bakery* in formulating the number of each type of bread to be produced so as to produce maximum profit. However, in determining the amount of production must pay attention to the limited supply of raw materials. In this case, there is a need for production planning so that all available resources can be used optimally and produce a combination of production that provides maximum profit. One way to solve this problem is to optimize production using a *fuzzy* linear program with a tolerance of 10% as the capability of *K-Bakery*. The use of the *fuzzy* linear program generates greater profits than the usual linear program, the profit obtained is Rp. 11.247.972,1708 by producing 320 chocolate breads, 449,75 peanut breads, 365,667 greentea breads, 250 moka breads fruit, 449,925 srikaya bread, and 499,975 tiramisu breads. In addition, the value of  $\lambda = 0,5$  is obtained, or in other words, the maximum addition of each raw material is 50% of the available safety stock.

**Keywords:** *bread, linear programming, fuzzy linear programming, simplex*

**Abstrak:** *K-Bakery* merupakan salah satu pabrik roti yang terletak di Kota Bandar Lampung, Lampung. *K-Bakery* memproduksi berbagai jenis roti, yaitu roti coklat, kacang, *greentea*, moka, dan roti tiramisu yang melibatkan berbagai sumber daya bahan baku. Permintaan pasar yang tidak stabil menimbulkan kendala bagi *K-Bakery* dalam memformulasikan jumlah tiap jenis roti yang akan diproduksi sehingga menghasilkan keuntungan yang maksimal. Namun, dalam penentuan jumlah produksi harus memperhatikan persediaan bahan baku yang terbatas. Pada kasus ini perlu adanya perencanaan produksi agar semua sumber daya yang ada dapat digunakan secara optimal dan menghasilkan kombinasi produksi yang memberikan keuntungan maksimal. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melakukan optimasi produksi menggunakan program linear *fuzzy* dengan toleransi sebesar 10% sebagai kemampuan *K-Bakery*. Pemanfaatan program linear *fuzzy* menghasilkan keuntungan yang lebih besar daripada program linear biasa, keuntungan yang diperoleh sebesar Rp.11.247.972,1708 dengan memproduksi roti coklat sebanyak 320 buah, roti kacang sebanyak 449,75 buah, roti *greentea* sebanyak 363,667 buah, roti moka 250 buah, roti srikaya 449,925 buah, dan roti tiramisu sebanyak 499,975 buah. Selain itu, diperoleh nilai  $\lambda = 0,5$  atau dengan kata lain penambahan maksimum setiap bahan baku sebesar 50% dari *safety stock* yang tersedia.

**Kata Kunci:** roti, program linear, program linear *fuzzy*, simpleks

### Pendahuluan

Roti termasuk salah satu jenis makanan yang banyak diminati oleh berbagai kalangan masyarakat karena dinilai mampu memenuhi kecukupan gizi serta

lebih praktis untuk dikonsumsi. Selain itu, roti pun sangat beragam mulai dari rasa, bentuk, sampai tekstur yang semakin menarik peminat. Kondisi ini menyebabkan tingginya permintaan konsumen roti sehingga menuntut pabrik roti untuk selalu

mengoptimalkan kapasitas produksi, sedangkan sumber daya yang tersedia belum tentu mampu mencukupi [1]

Penerapan program linear khususnya pemrograman integer pada produksi roti dibahas oleh [2] dengan menggunakan metode Branch and Bound. Pendekatan lain dalam menyelesaikan masalah program linear yakni pendekatan logika *fuzzy*.

Untuk menentukan alokasi sumber daya atau modal agar optimal serta menentukan nilai interval kendala produksi, dapat menggunakan pendekatan logika *fuzzy*. Nilai optimal diperoleh dari, atau berada di antara, nilai interval tersebut. Pada aplikasinya, *Fuzzy Linear Programming* bertujuan menghasilkan nilai optimum dari banyaknya roti yang harus diproduksi sedemikian sehingga memenuhi keterbatasan sumber daya produksi namun tetap sesuai dengan permintaan pasar [3].

Kasus optimasi produksi banyak diselesaikan dengan menggunakan Program linear *fuzzy*. Yulianto (2012) menggunakan *Fuzzy Linear Programming* yang melibatkan empat variabel keputusan dalam penelitiannya pada perusahaan jamu dengan tujuan mengoptimalkan produksi jamu [4]. Aplikasi *Fuzzy Linear Programming* dengan tiga variabel keputusan juga dilakukan untuk masalah menentukan jumlah produksi bola lampu dengan tujuan meningkatkan keuntungan perusahaan Suantio (2012) [5]. Sedangkan penerapan *Fuzzy Linear Programming* yang melibatkan dua variabel keputusan pernah dilakukan Abdullah dan Abidin (2014). Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa saat membandingkan keuntungan yang diperoleh terhadap hasil yang sesungguhnya, bergantung erat pada bilangan *fuzzy* yang ditentukan serta nilai toleransi intervalnya [6].

Pada penelitian ini menggunakan studi kasus dari *K-Bakery*, yaitu salah satu pabrik roti yang terletak di Kota Bandar Lampung. Permasalahan yang sering dihadapi *K-Bakery* adalah ketidakmampuan pabrik dalam menentukan jumlah produksi yang optimal serta

pengendalian jumlah bahan baku yang tepat. Hal itu disebabkan jumlah permintaan pasar yang tidak stabil sehingga pabrik seringkali mengalami kekurangan dan kelebihan produksi dan tidak dapat mencapai keuntungan maksimal. Masalah ketidakpastian ini dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan himpunan *fuzzy* yang merupakan bagian dari logika *fuzzy*. Oleh karena itu, untuk menyelesaikan permasalahan tersebut digunakan logika *fuzzy*.

## Metode

Penelitian ini berfokus pada perencanaan produksi roti *K-Bakery*. Pada kasus ini diambil enam jenis isian roti sebagai objek penelitian, yaitu cokelat, kacang, *greentea*, moka, srikaya, dan tiramisu. Metode program linear *fuzzy* digunakan dalam perencanaan produksi tersebut.

Metode program linear *fuzzy* digunakan untuk memaksimalkan nilai  $Z$  yang didapatkan dari program linear dengan menggunakan bilangan dan logika *fuzzy*.

### a. Program linear

Berikut diberikan bentuk standar dari program linear dengan fungsi tujuan berupa minimalisasi [7].

$$\begin{aligned} \text{Min. } z &= c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \\ \text{dengan fungsi kendala linear sebagai berikut.} \\ a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq \text{atau } \geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq \text{atau } \geq b_1 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq \text{atau } \geq b_1 \end{aligned}$$

Serta kendala kondisi nonnegatif yakni  $x_j \geq 0$  untuk  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Keterangan:

$x_j$  = variabel keputusan ke- $j$ , dengan  $j = 1, 2, \dots, n$

$b_i$  = konstanta ruas kanan, dengan  $i = 1, 2, \dots, m$

$a_{ij}$  = koefisien kendala

$c_j$  = koefisien ongkos pada masalah minimalisasi, atau dapat berupa koefisien keuntungan untuk masalah maksimasi.

### b. Metode Simpleks (Big-M)

Original Article

Metode simpleks, atau sering disebut algoritma simpleks, merupakan proses menyelesaikan permasalahan program linear dengan menguji titik sudut area solusi yang memenuhi kendala-kendala tertentu sehingga didapatkan titik yang dapat mengoptimalkan (memaksimumkan maupun meminimumkan) fungsi tujuan [8].

Salah satu metode simpleks yakni metode M-Besar (*Big-M method*). Metode M-Besar digunakan untuk menyelesaikan program linear dengan kendala yang lebih variatif. Pada metode ini, terlebih dahulu menentukan solusi dasar layak yang jelas sebelum memulai proses iterasi simpleks [9].

c. Program linear *fuzzy*

Metode program linear *fuzzy* pada dasarnya adalah untuk mencari suatu nilai Z sebagai fungsi objektif yang akan dioptimalkan sehingga memenuhi batasan atau kendala-kendala yang telah dimodelkan dengan menggunakan himpunan *fuzzy*. Misalkan terdapat *m* buah kendala, maka setiap kendala tersebut (1,2,...,m) direpresentasikan oleh sebuah himpunan *fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan untuk himpunan ke-*i* adalah  $\min \mu_i [B_i x]$  [3].

Fungsi keanggotaan model keputusan himpunan *fuzzy* dinyatakan sebagai berikut:

$$\min \{ \mu_i [B_i x] \} \tag{1}$$

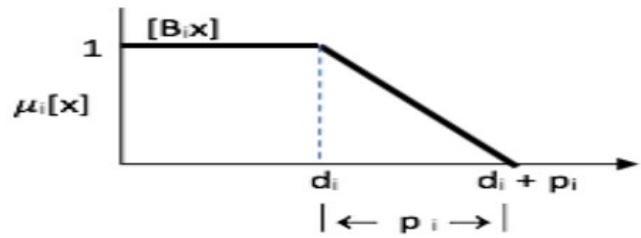
Solusi terbaik merupakan solusi dengan nilai keanggotaan yang paling besar dan dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\max_{x \geq 0} \mu_D [Bx] = \max_{x \geq 0} \min_i \{ \mu_i [B_i x] \} \tag{2}$$

Dapat dilihat bahwa  $\mu_i [x]=0$  saat kendala atau batasan ke-*i* dilanggar sepenuhnya. Sebaliknya,  $\mu_i [x]=1$  jika kendala ke-*i* dipatuhi sepenuhnya. Dengan kata lain, dengan batasan yang diberikan bernilai tegas. Selain itu, nilai  $\mu_i [x]$  merupakan monoton naik pada interval [0,1].

$$\mu_i (B_i x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } (B_i x) \leq d_i \\ 1 - \frac{B_i x - d_i}{p_i} & \text{jika } d_i < (B_i x) \leq d_i + p_i \\ 0 & \text{jika } (B_i x) > d_i + p_i \end{cases}$$

Berikut diberikan grafik fungsi keanggotaan *fuzzy*.



Gambar 1. Grafik Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Gambar 1. menunjukkan fungsi keanggotaan jika diaplikasikan dalam bentuk grafik. Dengan  $p_i$  merupakan interval toleransi yang diijinkan untuk dilanggar pada fungsi objektif maupun kendala/batasan. Jika dilakukan substitusi akan di peroleh:

$$\max_{x \geq 0} \mu_D [Bx] = \max_{x \geq 0} \min_i 1 - \frac{B_i x - d_i}{p_i} \tag{3}$$

Dari Gambar1. dapat diperhatikan bahwa semakin besar nilai *x* pada domain, mengakibatkan nilai keanggotaan yang semakin berkurang sehingga pada tahap defuzzyfikasi untuk mencari nilai  $\lambda - cut$  dapat dihitung sebagai  $\lambda = 1 - t$ , dengan:

$$d_i + t p_i = \text{ruas kanan batasan ke } - i \tag{4}$$

Dengan demikian akan diperoleh bentuk program linear baru sebagai berikut.

Maksimumkan:  $\lambda$

Dengan batasan:

$$\lambda p_i + (B_i x) > d_i + p_i ;$$

$$i = 0,1,2, \dots, m; x \geq 0$$

Keterangan:

$\lambda$  = nilai *Fuzzy*

$p_i$  = Toleransi selang interval yang diijinkan untuk dilanggar pada fungsi objektif dan kendala

$B_i$  = koefisien variabel *x*

$d_i$  = parameter batasan untuk  $t = 0$

$d_i + p_i$  = parameter batasan untuk  $t = 1$

d. *Fuzzyfikasi*

*Fuzzyfikasi* adalah suatu proses yang dilakukan dalam rangka merubah variabel non-*fuzzy* atau variabel numerik menjadi variabel *fuzzy* atau variabel linguistik. Dengan *fuzzyfikasi*, akan didapat suatu nilai untuk model *lower* (saat  $t = 0$ ) serta model *upper* (saat  $t = 1$ ). Keduanya dapat dibentuk dari inialisasi awal variabel keputusan serta kendala/batasan. Batas bawah dari nilai optimal dinotasikan dengan  $Z_L$ , sedangkan batas atas dinotasikan dengan  $Z_U$ . Perhatikan bahwa  $Z_L$  didapat dari pemecahan program linear berikut.

Maksimumkan:

$$Z_L = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

Dengan kendala:

$$Z_L = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq \text{atau} \geq b_i + p_i ,$$

Untuk  $i = 1, 2, 3, \dots, m$

$X_j \geq 0$ , untuk  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

dengan  $p_i$  merupakan toleransi yang bersesuaian dengan kendala ke -  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ).

e. *Defuzzyfikasi*

*Defuzzyfikasi* memiliki beberapa metode. Namun, pada penelitian ini akan menggunakan Metode *Centroid* seperti pada [10]. Pada metode *Centroid* setiap *output* fungsi keanggotaan yang mempunyai nilai diatas nilai *fuzzy output* dipotong. Pemotongan ini disebut dengan istilah *lambda cut*. Hasil dari fungsi keanggotaan yang telah dipotong digabungkan lalu dihitung keseluruhannya.

## Hasil dan Pembahasan

Data bahan baku yang digunakan dalam memproduksi roti di *K-Bakery* disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Bahan Baku Roti

Bahan	Berat (gr)						Persediaan (gr)/hari
	Roti Coklat	Roti Kacang	Roti Green tea	Roti moccha	Roti srikaya	Roti isi Tiramisu	
Telur	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	42850

Tepung	25	25	25	25	25	25	71420
Susu	6	6	6	6	6	6	14200
Gula	5	5	5	8	5	5	14200
Mentega	4	4	4	4	4	4	11420
Garam	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1420
Pelembut							
Kue	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1000
Pengembang							
Kue Selai	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1000
Cokelat	30						17140
Selai Kacang		30					12850
Selai Green tea			30				14280
Selai Moka				30			10500
Selai Srikaya					30		12855
Selai Tiramisu						30	14285

Permasalahan pada kasus ini ialah ketidakmampuan pabrik untuk menentukan jumlah produksi tiap jenis roti untuk mendapatkan keuntungan yang optimal, dimana hal itu disebabkan permintaan pasar yang naik turun membuat pabrik belum bisa untuk mengoptimalkan jumlah produksi dan keuntungan. Disamping itu, bahan baku yang tersedia terbatas. Namun, *K-Bakery* masih mampu melakukan penambahan sampai dengan 10% untuk setiap bahan baku.

Didapatkan informasi dari **Tabel 1**, yaitu persediaan bahan baku terbanyak adalah tepung dan paling sedikit yaitu pelembut dan pengembang kue, hal ini sesuai dengan kebutuhan bahan yang digunakan pada saat pembuatan roti dimana penggunaan tepung lah yang terbanyak dan penggunaan pelembut serta pengembang kue hanya sedikit.

Original Article

Berikut ini ditampilkan data produksi pada pabrik *K-Bakery*, yakni biaya/modal yang dibutuhkan untuk memproduksi satu buah roti.

Tabel 2. Data Produksi

Jenis Roti	Biaya Produksi	Harga Jual	Keuntungan
Roti Cokelat	Rp1.681,60	Rp6.500,00	Rp4.818,40
Roti Kacang	Rp1.672,60	Rp6.500,00	Rp4.827,40
Roti <i>Greentea</i>	Rp1.680,10	Rp6.500,00	Rp4.819,90
Roti Moka	Rp1.698,70	Rp6.500,00	Rp4.801,30
Roti Srikaya	Rp1.672,60	Rp6.500,00	Rp4.827,40
Roti Tiramisu	Rp1.680,10	Rp6.500,00	Rp4.819,90

Berdasarkan **Tabel 2** dapat di lihat bahwa harga jual dari keenam roti sama yaitu Rp. 6500,00 tetapi modal yang dibutuhkan berbeda untuk setiap roti. Roti moka memerlukan modal yang lebih besar dibanding kan roti lainnya sehingga keuntungan yang diperoleh pun paling kecil diantara roti lainnya. Sedangkan roti kacang dan srikaya memerlukan modal yang paling terkecil dan menghasilkan keuntungan yang terbesar.

Berikut ini juga disediakan rata-rata permintaan setiap roti di *K-Bakery*

Tabel 3. Data Permintaan

Jenis Roti	Permintaan
Roti Cokelat	320
Roti Kacang	275
Roti <i>Greentea</i>	350
Roti Moka	250
Roti Srikaya	300
Roti Tiramisu	400

a. Variabel Keputusan

Berikut variabel keputusan yang ditetapkan pada penelitian ini, yakni sebagai berikut.

- $x_1$  = Banyaknya roti cokelat yang diproduksi
- $x_2$  = Banyaknya roti kacang yang diproduksi
- $x_3$  = Banyaknya roti *greentea* yang diproduksi
- $x_4$  = Banyaknya roti moka yang diproduksi
- $x_5$  = Banyaknya roti srikaya yang diproduksi
- $x_6$  = Banyaknya roti tiramisu yang diproduksi

b. *Fuzzyfikasi*

Jika pada saat  $t=0$  tidak diberlakukan toleransi maka bentuk awal program linear *fuzzy* adalah sebagai berikut:

Maksimalkan

$$Z = 4818,4 x_1 + 4827,4x_2 + 4819,9x_3 + 4801,30x_4 + 4827,4x_5 + 4819,90x_6$$

Dengan fungsi kendala sebagai berikut:

Fungsi Kendala Bahan:

- $14,25 x_1 + 14,25 x_2 + 14,25 x_3 + 14,25x_4 + 14,25x_5 + 14,25 x_6 \leq 42850;$
- $25 x_1 + 25 x_2 + 25 x_3 + 25 x_4 + 25x_5 + 25 x_6 \leq 71420 ;$
- $6 x_1 + 6 x_2 + 6 x_3 + 6 x_4 + 6 x_5 + 6 x_6 \leq 14200 ;$
- $5 x_1 + 5 x_2 + 5 x_3 + 8 x_4 + 5 x_5 + 5 x_6 \leq 14200 ;$
- $4 x_1 + 4 x_2 + 4 x_3 + 4 x_4 + 4 x_5 + 4 x_6 \leq 11420 ;$
- $0,5 x_1 + 0,5 x_2 + 0,5 x_3 + 0,5 x_4 + 0,5 x_5 + 0,5 x_6 \leq 1420 ;$
- $0,33 x_1 + 0,33 x_2 + 0,33 x_3 + 0,33 x_4 + 0,33 x_5 + 0,33 x_6 \leq 1000 ;$
- $0,45 x_1 + 0,45 x_2 + 0,45 x_3 + 0,45 x_4 + 0,45x_5 + 0,45 x_6 \leq 1000;$
- $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 2500 ;$
- $30 x_1 \leq 17140 ;$
- $30 x_2 \leq 12850 ;$
- $30 x_3 \leq 14280 ;$
- $30x_4 \leq 10500 ;$
- $30 x_5 \leq 12855 ;$
- $30 x_6 \leq 14285 ;$

Fungsi Kendala Permintaan:

- $x_1 \geq 320;$
- $x_2 \geq 275;$
- $x_3 \geq 350;$
- $x_4 \geq 250;$
- $x_5 \geq 300;$
- $x_6 \geq 400;$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode simpleks, melalui 10 iterasi maka didapatkan hasil optimal yakni sebagai berikut.

- $x_1 = 320$
- $x_2 = 428,3333$
- $x_3 = 395,3889$
- $x_4 = 250$
- $x_5 = 428,5$
- $x_6 = 400$

Dengan nilai fungsi tujuan  $Z_L = 10712185,1389$



Ketika  $t = 1$ , berarti bahwa setiap fungsi kendala yang dibentuk memenuhi batasan nilai toleransi interval, sehingga terbentuk formulasi sebagai berikut.

Maksimumkan

$$Z = 4818,4 x_1 + 4827,4 x_2 + 4819,9 x_3 + 4801,3 x_4 + 4827,4 x_5 + 4819,9 x_6$$

Dengan fungsi kendala bahan dan permintaan:

$$14,25 x_1 + 14,25 x_2 + 14,25 x_3 + 14,25 x_4 + 14,25 x_5 + 14,25 x_6 \leq 47135;$$

$$25 x_1 + 25 x_2 + 25 x_3 + 25 x_4 + 25 x_5 + 25 x_6 \leq 78562 ;$$

$$6 x_1 + 6 x_2 + 6 x_3 + 6 x_4 + 6 x_5 + 6 x_6 \leq 15620 ;$$

$$5 x_1 + 5 x_2 + 5 x_3 + 8 x_4 + 5 x_5 + 5 x_6 \leq 15620 ;$$

$$4 x_1 + 4 x_2 + 4 x_3 + 4 x_4 + 4 x_5 + 4 x_6 \leq 12562 ;$$

$$0,5 x_1 + 0,5 x_2 + 0,5 x_3 + 0,5 x_4 + 0,5 x_5 + 0,5 x_6 \leq 1562 ;$$

$$0,33 x_1 + 0,33 x_2 + 0,33 x_3 + 0,33 x_4 + 0,33 x_5 +$$

$$0,33 x_6 \leq 1100 ;$$

$$0,45 x_1 + 0,45 x_2 + 0,45 x_3 + 0,45 x_4 + 0,45 x_5 +$$

$$0,45 x_6 \leq 1100 ;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 2500 ;$$

$$30 x_1 \leq 18854 ;$$

$$30 x_2 \leq 14135 ;$$

$$30 x_3 \leq 15708 ;$$

$$30 x_4 \leq 11550 ;$$

$$30 x_5 \leq 14140,5 ;$$

$$30 x_6 \leq 15713,5 ;$$

$$x_1 \geq 320 ;$$

$$x_2 \geq 275 ;$$

$$x_3 \geq 350 ;$$

$$x_4 \geq 250 ;$$

$$x_5 \geq 300 ;$$

$$x_6 \geq 400 ;$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode simpleks dengan sebelas kali iterasi maka di dapatkan hasil optimal yakni sebagai berikut.

$$x_1 = 320$$

$$x_2 = 471,667$$

$$x_3 = 523,6$$

$$x_4 = 250$$

$$x_5 = 471,35$$

$$x_6 = 408,3278$$

Dengan nilai fungsi tujuan  $Z_U = 11783916,6528$

### c. Defuzzifikasi

Telah dilakukan penentuan nilai  $Z$  untuk  $t=0$  dan  $t=1$ , langkah berikutnya adalah mencari nilai *fuzzy* dengan cara membuat kendala/batasan baru yang didapatkan melalui turunan dari fungsi tujuan, yaitu dengan menambah  $\lambda$ . Hasil  $Z_L$  dan  $Z_U$  yang telah didapat digunakan untuk menentukan nilai  $p_0$  yang merupakan selisih dari nilai  $Z$  pada saat  $t = 1$  serta nilai  $Z$  saat  $t = 0$ , yaitu

$$p_0 = Z_U - Z_L$$

$$p_0 = 11783916,6528 - 10712185,1389 \\ = 1071731,514$$

Langkah berikutnya adalah menentukan nilai  $\lambda$  - *cut* dengan memisalkan  $\lambda = 1 - t$ , sehingga didapat model program linear *fuzzy* sebagai berikut :

Maksimumkan:  $\lambda$

Dengan fungsi kendala sebagai berikut.

$$-1071731,514 \lambda + 4818,4 x_1 - 4827,4 x_2 - 4819,9 x_3 - \\ 4801,3 x_4 - 4827,4 x_5 - 4819,9 x_6 \geq 10712185,144285 ;$$

$$\lambda + 14,25 x_1 + 14,25 x_2 + 14,25 x_3 + 14,25 x_4 + 14,25 x_5 + 14,25 x_6 \leq 47135 ;$$

$$7142 \lambda + 25 x_1 + 25 x_2 + 25 x_3 + 25 x_4 + 25 x_5 + 25 x_6 \leq 78562 ;$$

$$1420 \lambda + 6 x_1 + 6 x_2 + 6 x_3 + 6 x_4 + 6 x_5 + 6 x_6 \leq 15620 ;$$

$$1420 \lambda + 5 x_1 + 5 x_2 + 5 x_3 + 8 x_4 + 5 x_5 + 5 x_6 \leq 15620 ;$$

$$1142 \lambda + 4 x_1 + 4 x_2 + 4 x_3 + 4 x_4 + 4 x_5 + 4 x_6 \leq 12562 ;$$

$$142 \lambda + 0,5 x_1 + 0,5 x_2 + 0,5 x_3 + 0,5 x_4 + 0,5 x_5 + 0,5 x_6 \leq 1562 ;$$

$$100 \lambda + 0,33 x_1 + 0,33 x_2 + 0,33 x_3 + 0,33 x_4 + 0,33 x_5 + 0,33 x_6 \\ \leq 1100 ;$$

$$100 \lambda + 0,45 x_1 + 0,45 x_2 + 0,45 x_3 + 0,45 x_4 + 0,45 x_5 + \\ 0,45 x_6 \leq 1100 ;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 2500 ;$$

$$1714 \lambda + 30 x_1 \leq 18854 ;$$

$$1285 \lambda + 30 x_2 \leq 14135 ;$$

$$1428 \lambda + 30 x_3 \leq 15708 ;$$

$$1050 \lambda + 30 x_4 \leq 11550 ;$$

$$1285,5 \lambda + 30 x_5 \leq 14140,5 ;$$

$$1428,5 \lambda + 30 x_6 \leq 15713,5 ;$$

$$x_1 \geq 320 ;$$

$$x_2 \geq 275 ;$$

$$x_3 \geq 350 ;$$

$$x_4 \geq 250 ;$$

$$x_5 \geq 300 ;$$

## Original Article

$$x_6 \geq 400 ;$$

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode simpleks melalui iterasi sebanyak 14 kali, program linear *fuzzy* keuntungan maksimum akan dicapai jika menghasilkan roti coklat sebanyak 320 buah, roti kacang 449,75 buah, roti *greentea* 363,667 buah, roti moka 250 buah, roti kelapa srikaya 449,925 buah, dan roti tiramisu 499,975 buah (belum dibulatkan), dengan keuntungan sebesar Rp. 11.247.972,1708

Nilai  $\lambda = 0,5$  merupakan nilai keanggotaan pada himpunan *fuzzy*. Pada program linear *fuzzy*, solusi yang diharapkan adalah solusi yang mengandung nilai keanggotaan maksimum. Nilai  $\lambda$  yang diperoleh tersebut berarti bahwa  $\lambda$ -cut untuk setiap himpunan yang digunakan sebagai implementasi dari setiap batasan adalah sebesar 0,5. Dengan kata lain, skala terbesar  $t = 1 - 0,5 = 0,5$  dijadikan sebagai penentu besarnya penambahan terbesar dari setiap batasan yang diperbolehkan.

## Kesimpulan

1. Dengan menggunakan metode program linear biasa (*fuzzyfikasi* untuk  $t = 0$ ) diperoleh hasil optimum dengan memproduksi roti coklat sebanyak 320 buah, roti kacang 428,33 buah, roti *greentea* 395,389 buah, roti moka 250 buah, roti srikaya 428,5 buah, dan roti tiramisu 400 buah sehingga menghasilkan keuntungan Rp. 10.712.185,13.
2. Menggunakan metode program linear *fuzzy* diperoleh hasil optimal dengan memproduksi roti coklat sebanyak 320 buah, roti kacang sebanyak 449,75 buah, roti *greentea* sebanyak 363,667 buah, roti moka 250 buah, roti srikaya 449,925 buah, dan roti tiramisu sebanyak 499,975 buah sehingga menghasilkan keuntungan Rp.11.247.972,1708
3. Penyelesaian dengan program linear *fuzzy* akan memberikan hasil lebih baik dan optimal jika dibandingkan dengan penyelesaian program linear biasa. Dalam pemodelan program linear salah satu asumsi dasar adalah asumsi kepastian dan linear. Pada kenyataannya fungsi tujuan dan fungsi kendala yang ada seringkali tidak linear atau mengalami perubahan secara tidak pasti. Namun,

program linear *fuzzy* mempunyai kemampuan untuk memberikan respon berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu.

4. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan nilai batas toleransi interval maksimum untuk jumlah ketersediaan sumber daya yang tepat yaitu telur 33249,76 gr, tepung terigu 58332,91 gr, susu 13999,9 gr, gula 12416,58 gr, mentega 9333,26gr, garam 1166,65 gr, pelembut kue 769,99 gr, pengembang kue 1049,99 gr, selai coklat 9600 gr, selai kacang 13492,4 gr, selai *greentea* 13914,68 gr, selai moka 7500 gr, selai srikaya 13492,4 gr, dan selai tiramisu 12000 gr.

## Konflik Penelitian

Penulis menyimpulkan bahwa tidak ada konflik dalam kepentingan penelitian ini.

## Referensi

- [1] E. Noprianto, "Optimalisasi Penggunaan Bahan Baku Produksi Roti (Studi Kasus di PT. Mandiri Bakery, Petukangan Utara Jakarta Selatan)," 2007.
- [2] A. Sahari and A. I. Jaya, "BRANCH AND BOUND ( Studi Kasus Pada Pabrik Roti Syariah Bakery , Jl . Maleo , Lrg . VIII No . 68 Palu )," vol. 13, no. 2, pp. 98–107, 2016.
- [3] S. Diandra, "Aplikasi Metode *Fuzzy Linear Programming* dan *Cutting Plane* dalam Mengoptimalkan Jumlah Produksi di Pabrik MM Roti," Universitas Negeri Medan, 2019.
- [4] A. Yulianto, H. Suyitno, and M. Mashuri, "Aplikasi *Fuzzy Linear Programming* Dalam Optimalisasi Produksi," *Unnes J. Math.*, vol. 1, no. 1, 2012, doi: 10.15294/ujm.v1i1.602.
- [5] H. Suantio, "Aplikasi *Fuzzy Linear Programming* untuk Perencanaan Produksi Bola Lampu pada PT. Sinar Sanata," Universitas Negeri Medan, 2012.
- [6] Abdullah, L., dan N.F. Abidin, *A Fuzzy Linear Programming in Optimizing Meat Production*, International Journal of Engineering and Technology (IJET) vol. 6. no. 1, 2014.
- [7] M. Sakawa, H. Yano, dan I. Nishizaki, *Linear and Multiobjective Programming with Fuzzy Stochastic Extensions*, vol. 203. New York: Springer, 2013.
- [8] Siswanto, Riset Operasi. Jakarta: Erlangga, 2007.
- [9] Wamiliana, Program Linear Teori dan Aplikasinya. Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja, 2013.
- [10] R. Purba, "Penerapan Logika Fuzzy pada Program Linear,"

2012.