

Optimasi Proses Produksi *Bakery Bakoel Ummi Aila Menggunakan Integer Programming Metode Branch And Bound*

Dinda Mahriati

Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia
indamahriati@gmail.com

Mikhratunnisa

Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia
mikhratunnisa@uts.ac.id

Alamat : Jl. Raya Olat Maras Batu alang, Pernek, Kec. Moyo Hulu, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. 84371

Korespondensi Penulis: dindamahriati@gmail.com

ABSTRACT. CV XXX is one of the micro, small and medium enterprises (MSME) engaged in the food sector, namely bread making. In carrying out its business ventures, CV XXX has a problem, which is not knowing whether the benefits are really maximized or not. The purpose of this study was to find out the effective optimization of the production process and to compare the maximum profit obtained by CV XXX before and after implementing Integer programming using the Branch and Bound method. The data used in this study is primary data obtained from the results of interviews with the CV Langsung Enak Bakery. Based on the results of the study, it was found that in order to optimize the production process effectively in one production run, it is better for CV XXX to produce 76 packs of vanilla chocolate bread, 58 packs of chocolate bread, 66 packs of meses cheese bread, 6 packs of sliced combed bread, 52 packages of torn comb bread, and 614 boxes of white bread, and did not produce 2-flavor bread, 8-flavor bread, chocolate meses bread, round sweet bread, variety comb bread and plain white bread. The maximum profit earned is Rp. 3,024,378 with a total of 872 packaged products and an increase in profits of 13.3% from factual conditions.

Keyword: Optimization, profit, branch and bound, integer programming.

ABSTRAK. CV XXX merupakan salah satu usaha mikro kecil menengah (UMKM) yang bergerak di bidang makanan yaitu pembuatan roti. Dalam melakukan usaha bisnisnya, CV XXX memiliki kendala yakni belum mengetahui keuntungan yang diperoleh apakah benar-benar sudah maksimal atau belum. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui optimasi proses produksi yang efektif dan membandingkan keuntungan maksimal yang diperoleh CV XXX sebelum dan setelah menerapkan Integer programming menggunakan metode Branch and Bound. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh dari hasil wawancara kepada pihak CV XXX. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa untuk optimasi proses produksi yang efektif dalam satu kali produksi, sebaiknya CV XXX memproduksi varian roti coklat vanila sebanyak 76 kemasan, roti coklat sebanyak 58 kemasan, roti keju meses sebanyak 66 kemasan, roti sisir belah sebanyak 6 kemasan, roti sisir sobek sebanyak 52 kemasan, serta roti tawar kotak sebanyak 614, dan tidak memproduksi varian roti 2 rasa, roti 8 rasa, roti coklat meses, roti manis bundar, roti sisir

variasi serta roti tawar biasa. Keuntungan maksimal yang diperoleh sebesar Rp. 3.024.378 dengan total produk 872 kemasan dan terjadi peningkatan keuntungan sebesar 13,3% dari kondisi faktual.

Kata Kunci: Optimasi, keuntungan, branch and bound, integer programming

LATAR BELAKANG

Secara etimologi, “bisnis” mengacu pada situasi di mana seseorang atau sekelompok individu terlibat dalam pekerjaan yang menghasilkan uang (Hidayah et al., 2022). Secara umum, bisnis digambarkan sebagai kegiatan yang dilakukan oleh semua manusia untuk mendapatkan uang, risiko, atau pendapatan dalam rangka memenuhi kebutuhan dan keinginannya dengan mengelola sumber daya ekonomi secara berhasil dan efisien (Misbach, 2017). Pertumbuhan sektor bisnis disertai dengan persaingan yang ketat mengarah pada berbagai masalah yang juga berdampak pada kemampuan perusahaan untuk beroperasi.

Pertumbuhan sektor bisnis disertai dengan persaingan yang ketat mengarah pada berbagai masalah yang juga berdampak pada kemampuan perusahaan untuk beroperasi. Dengan kondisi yang seperti ini banyak usaha produksi *bakery* kecil yang harus berjuang untuk tetap melaksanakan aktifitas usaha produksi. Oleh karena itu, setiap badan usaha memerlukan suatu perencanaan dengan baik demi perkembangan usaha yang sedang dijalankan. Dalam menjalankan sebuah bisnis terkhususnya dalam bidang produksi maka suatu perusahaan harus mampu memaksimalkan penggunaan faktor produksi seperti peralatan produksi, karyawan dan bahan bakunya untuk memperoleh hasil yang maksimal (Saryoko, 2016).

Salah satu perusahaan industri kecil dan menengah adalah usaha IKM Bakoel Ummi Aila. Usaha ini bergerak dibidang industri pembuatan *bakery* di Desa Lape Kabupaten Sumbawa. Bakoel Ummi Aila memproduksi 5 jenis roti yaitu roti isi ayam, roti isi sosis, roti isi keju, roti pizza roll, roti isi pisang coklat dan 2 jenis brownis yaitu brownis mika dan brownis cup. Dalam menjalankan usahanya, Bakoel Ummi Aila mengalami sebuah permasalahan dalam memperoleh keuntungan yang maksimal. Hal tersebut dikarenakan kurangnya kemampuan dalam menentukan jumlah produksi yang optimal. Untuk memecahkan masalah tersebut Bakoel Ummi Aila membutuhkan suatu metode untuk memperoleh solusi yaitu dengan menggunakan metode *Branch and bound Integer programming*.

Metode *Branch and Bound* merupakan salah satu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal program linier yang menghasilkan variabel- variabel keputusan bilangan bulat. Metode ini membatasi penyelesaian optimum yang akan menghasilkan bilangan pecahan

dengan cara membuat cabang atas dan bawah bagi masing-masing variable keputusan yang bernilai pecahan agar bernilaibulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru. *Integerprogramming* merupakan persoalan program linier dimana pemecahan optimalnyaharus menghasilkan bilangan bulat jadi bukan pecahan (Arma & Abadi, 2020).

KAJIAN TEORITIS

Optimasi

Optimasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan hasil terbaik dari suatu permasalahan yang diarahkan pada titik maksimum atau minimum suatu fungsi tujuan dengan tidak melanggar batasan-batasan yang diberikan. Persoalan optimasi meliputi optimasi tanpa kendala dan optimasi dengan kendala. Dalam optimasi tanpa kendala, faktor-faktor yang menjadi kendala terhadap fungsi tujuandiabaikan sehingga dalam menentukan nilai maksimum ataupun minimum tidak ada batasan untuk berbagai pilihan perubahan yang tersedia. Pada optimasi dengan kendala, faktor-faktor yang menjadi kendala pada fungsi tujuan diperhatikan dan ikut dalam menentukan nilai maksimum ataupun minimum. Setiap perusahaan akan berusaha mencapai keadaan optimal dengan memaksimalkan keuntungan atau dengan meminimalkan biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi (Arma & Abadi, 2020).

Optimasi merupakan proses pengoptimalan yang tidak selalu untuk mencapai laba tertinggi atau biaya terendah, tetapi tergantung apakah tujuan pengoptimalan adalah untuk meningkatkan pendapatan atau mengurangi pengeluaran untuk produksi (Sriwidadi & Agustina, 2013) manfaat optimasi adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi tujuan
2. Mengatasi kendala
3. Pemecahan masalah yang lebih tepat dan dapat diandalkan
4. Pengambilan keputusan yang lebih cepat

Keuntungan

Keuntungan adalah hasil yang diperoleh lebih tinggi dari biaya yang dikeluarkan. Keuntungan didapatkan dengan meningkatkan jumlah penjualan dan menurunkan biaya produksi (Fadilah, 2020). Keuntungan adalah uang tambahan yang dihasilkan perusahaan atau perorangan dari uang tunai awal yang diterima (Wafirotin & Marsiwi, 2016).

Keuntungan dijabarkan sebagai selisih antara harga penjualan yang lebih besar dibandingkan dengan harga pembelian atau biaya produksi. Jenis-jenis keuntungan (Ubaidillah et al., 2013) adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan kotor, yaitu keuntungan yang didapatkan dari pengurangan hasil penjualan dengan biaya-biaya yang terkait dengan modal produksi (membeli bahan baku, proses produksi, membayar karyawan) atau biaya yang berkaitan dengan layanan.
2. Keuntungan operasional, yaitu keuntungan yang didapatkan dari mengurangi hasil penjualan dengan biaya tidak langsung. Contoh biaya tidak langsung adalah komponen kampanye pemasaran, biaya administrasi, serta biaya penyusutan.
3. Keuntungan bersih, yaitu keuntungan kotor dikurangi beban usaha.

Integer programming metode Branch and bound

ILP (*Integer Linear Programming*) merupakan model program linier dengan persyaratan tambahan yaitu beberapa atau semua variabel keputusan harus merupakan bilangan bulat, penggunaan variabel bilangan bulat memberikan tambahan fleksibilitas dalam pembuatan model (Maspaitella & Tupan, 2016). Pemrograman bilangan bulat digunakan ketika keputusan harus dalam bentuk bilangan bulat, model matematis dari pemrograman bilangan bulat sebenarnya sama dengan model linier programming, dengan tambahan batasan bahwa variabelnya harus bilangan bulat (Purba & Ahyaningsih, 2020).

Bentuk umum dari *integer programming* dengan kasus memaksimalkan (Basriati, 2018) adalah sebagai berikut :

$$\text{Maksimumkan } z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

dengan kendala :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i$$

$$x_j \geq 0, \text{ integer untuk setiap } x_j.$$

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

Metode Branch and Bound

Metode Branch and Bound (cabang dan batas) adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk menghasilkan penyelesaian optimal program linier yang menghasilkan variabel-

variabel keputusan bilangan bulat (Suryawan et al., 2016). Metode ini membatasi penyelesaian optimum yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang atas dan bawah bagi masing- masing variabel keputusan yang bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru (Andarayani et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Juni 2023 di Bakoel Ummi Aila, Desa Lape, Kecamatan Lape, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat.

Teknik Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Wawancara

Peneliti melakukan wawancara secara langsung dengan mengajukan pertanyaan kepada pemilik usaha Bakoel Ummi Aila mengenai waktu produksi, jumlah produk yang diproduksi, jumlah dari bahan baku yang diperlukan, harga beli, harga jual produk, waktu kerja alat yang digunakan dalam produksi produk serta input tenaga kerja.

2. Observasi

Peneliti melakukan pengamatan secara langsung terhadap usaha untuk mendapatkan informasi yang relevan, meliputi jumlah produk yang diproduksi, bahan baku, waktu produksi, harga jual, jumlah tenaga kerja, waktu mesin bekerja dalam memproduksi.

3. Studi Literatur

Peneliti mencari bahan-bahan penelitian dari skripsi, jurnal dan buku yang berhubungan dengan masalah yang diangkat.

Sumber dan Jenis Data

Adapun sumber dan jenis data yang digunakan dalam penelitian yaitu:

Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan dari sumber-sumber asli (Hamid & Susilo, 2015). Data yang dimaksud berupa hasil wawancara secara langsung dengan pemilik Bakoel ummi Aila tentang jumlah produk yang diproduksi, jumlah bahan baku yang digunakan dalam sekali produksi, jumlah mesin yang digunakan dalam sekali produksi, waktu kerja mesin dalam produksi, jumlah tenaga kerja, jam tenaga kerja, waktu produksi, harga jual produk, dan pengeluaran tambahan seperti, kemasan air, listrik, data internet, gas, dan upah karyawan.

Langkah-langkah kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan observasi dan wawancara terdahulu untuk memperoleh gambaran umum dari masalah yang akan diteliti.
2. Mengumpulkan data-data yang telah diperoleh dari wawancara pada pemilik Bakoel Ummi Aila.
3. Membuat model matematika dalam pemecahan masalah yaitu menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan fungsi kendala dengan model *integer programming* dengan metode *branch and bound*.
4. Mengolah dan menganalisis data menggunakan metode *branch and bound* pada *integer programming* dengan bantuan *Software QM For Windows v5*.
5. Menginterpretasikan hasil jumlah produk yang optimal dalam proses produksi dari *Software QM For Windows v5*.
6. Membandingkan hasil keuntungan yang diperoleh sebelum dan sesudahdigunakannya metode *branch and bound integer programming*.
7. Kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menyelesaikan masalah optimasi banyaknya produk pada Bakoel Ummi Aila menggunakan metode *branch and bound*, data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Ketersediaan Bahan baku Untuk Seluruh Produk

No	Kendala	Variabel							Persediaa n
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	
1	Terigu protein tinggi	1500	1500	1500	1500	1500	-	-	250000
2	Terigu protein sedang	-	-	-	-	-	450	90	25000
3	Gula pasir	180	225	180	180	180	600	120	50000
4	Susu bubuk	96	96	96	96	96	-	-	20000
5	Ragi instan	48	48	48	48	48	-	-	8000
6	Telur	6	6	6	6	6	20	4	12000
7	Margarin	150	150	150	150	150	-	-	25000
8	Susu cair	50	400	50	50	50	-	-	20000
9	Pisang	1	-	-	-	-	-	-	30
10	Meses coklat	150	-	-	-	-	150	100	15000
11	Keju	-	200	250	200	-	250	200	35000
12	Maizena	-	72	-	-	-	-	-	2000
13	Garam	-	5	-	-	10	-	-	1000
14	Sosis	-	-	20	35	-	-	-	2000

15	Saos	-	-	100	200	-	-	-	3000
16	Mayones	-	-	100	100	100	-	-	10000
17	Oregano	-	-	-	25	25	-	-	1500
18	Dada ayam	-	-	-	-	1000	-	-	30000
19	Bawang putih	-	-	-	-	10	-	-	300
20	Bawang merah	-	-	-	-	15	-	-	350
21	Kacang tanah	-	-	-	-	-	150	100	10000
22	Sp	-	-	-	-	-	8	2	500
23	Vanilla	-	-	-	-	-	6	3	500
24	Coklat bubuk	-	-	-	-	-	125	25	5000
25	Coklat batang	-	-	-	-	-	650	50	25000
26	Minyak goreng	-	-	-	-	-	500	100	35000

Sumber: Bakoel Umami Aila

Pengolahan data terlebih dahulu dimulai dengan identifikasi variabel keputusan, maka dengan demikian, akan diambil variabel keputusan sebagai berikut:

X1 = Roti Pisang Cokelat

X2 = Roti Keju

X3 = Roti Pizza Roll

X4 = Roti Sosis

x5 = Roti Ayam

X6 = Brownis Mika

X7 = Brownis Cup

Tabel 2. Ketersediaan Jam Tenaga Kerja Produksi

Kendala	Variabel							persediaan	Satuan
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇		
Jam tenaga kerja	70	70	70	70	75	65	30	12.480	Menit

Tabel 3. Ketersediaan Waktu Kerja Mesin Produksi (Menit)

No	Kendala	Variabel							Persediaan
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	
1	<i>mixer</i>	15	15	15	15	15	40	10	3.250
2	oven	30	30	30	30	30	30	30	5.460
3	kompompor	30	30	30	30	30	30	30	5.460

Pembentukan Fungsi Tujuan:

$$Z_{\max} = 20.574x_1 + 20.523x_2 + 19.356x_3 + 18.892x_4 + 18.314x_5 + 27.583x_6 + 19.211x_7$$

Pembentukan model fungsi kendala sebagai berikut :

1) Bahan baku

- a. Tepung terigu protein tinggi

$$1500x_1+1500x_2+1500x_3+1500x_4+1500x_5 \leq 250.000$$

- b. Tepung terigu protein sedang

$$450x_6+90x_7 \leq 25000$$

- c. Gula pasir

$$180x_1+225x_2+180x_3+180x_4+180x_5+600x_6+120x_7 \leq 50.000$$

- d. Susu bubuk

$$96x_1+96x_2+96x_3+96x_4+96x_5 \leq 20.000$$

- e. Ragi instan

$$48x_1+48x_2+48x_3+48x_4+48x_5 \leq 8.000$$

- f. Telur

$$6x_1+6x_2+6x_3+6x_4+6x_5+20x_6+4x_7 \leq 1.200$$

- g. Margarin

$$150x_1+150x_2+150x_3+150x_4+150x_5 \leq 25.000$$

- h. Susu cair

$$50x_1+400x_2+50x_3+50x_4+50x_5 \leq 20.000$$

- i. Pisang

$$1x_1 \leq 30$$

- j. Meses coklat

$$150x_1+150x_6+100x_7 \leq 15.000$$

- k. Keju

$$200x_2+250x_3+200x_4+250x_6+200x_7 \leq 35.000$$

- l. Maizena

$$72x_2 \leq 2000$$

- m. Garam

$$5x_2+10x_5 \leq 1.000$$

- n. Sosis

$$20x_3+35x_4 \leq 2.000$$

- o. Saos

$$100x_3+200x_4 \leq 3.000$$

p. Mayones

$$100x_3+100x_4+100x_5 \leq 10.000$$

q. Oregano

$$25x_4+25x_5 \leq 1.500$$

r. Dada ayam

$$1000x_5 \leq 30.000$$

s. Bawang putih

$$10x_5 \leq 300$$

t. Bawang merah

$$15x_5 \leq 350$$

u. Kacang tanah

$$150x_6+100x_7 \leq 10.000$$

v. Sp

$$8x_6+2x_7 \leq 500$$

w. Vanilla

$$6x_6+3x_7 \leq 500$$

x. Coklat bubuk

$$125x_6+25x_7 \leq 5.000$$

y. Coklat batang

$$650x_6+50x_7 \leq 25.000$$

z. Minyak goreng

$$500x_6+100x_7 \leq 35.000$$

2) Jam tenaga kerja

$$70x_1+70x_2+70x_3+70x_4+70x_5+75x_6+65x_7+30x_7 \leq 12.480$$

3) Waku kerja mesin produksi

a. Oven

$$30x_1+30x_2+30x_3+30x_4+30x_5+30x_6+30x_7 \leq 5.460$$

b. Mixer

Optimasi Proses Produksi Bakery Bakoel Ummi Aila Menggunakan Integer Programming Metode Branch And Bound

$$15x_1 + 15x_2 + 15x_3 + 15x_4 + 15x_5 + 40x_6 + 10x_7 \leq 3.250$$

c. Kompor

$$30x_1 + 30x_2 + 30x_3 + 30x_4 + 30x_5 + 30x_6 + 30x_7 \leq 5.460$$

Model matematika yang telah dibentuk kemudian akan diselesaikan dengan *integer programming* dalam *software Qm For Windows V5*. Langkah-langkah dalam memproses data : (1) Masukkan seluruh formulasi data kedalam software QM. (2) Menampilkan solusi dari hasil data masukan.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		RHS
Maximize	20574	20523	19356	18892	18314	27583	19211		
Tepung terigu protein tin...	1500	1500	1500	1500	1500	0	0	<=	250000
Tepung terigu protein se...	0	0	0	0	0	450	90	<=	25000
Gula pasir	180	225	180	180	180	600	120	<=	50000
Susu bubuk	96	96	96	96	96	0	0	<=	20000
Ragi instan	48	48	48	48	48	0	0	<=	8000
Telur	6	6	6	6	6	20	4	<=	1200
Margarin	150	150	150	150	150	0	0	<=	25000
Susu cair	50	400	50	50	50	0	0	<=	20000
Pisang	1	0	0	0	0	0	0	<=	30
Meses cokelat	150	0	0	0	0	150	100	<=	15000
Keju	0	200	250	200	0	250	200	<=	35000
Maizena	0	72	0	0	0	0	0	<=	2000
Garam	0	5	0	0	10	0	0	<=	1000
Sosis	0	0	20	35	0	0	0	<=	2000
Saos	0	0	100	200	0	0	0	<=	3000
Mayones	0	0	100	100	100	0	0	<=	10000
Oregano	0	0	0	25	25	0	0	<=	1500
Dada ayam	0	0	0	0	1000	0	0	<=	30000
Bawang putih	0	0	0	0	10	0	0	<=	300
Bawang merah	0	0	0	0	15	0	0	<=	350
Kacang tanah	0	0	0	0	0	150	100	<=	10000
Sp	0	0	0	0	0	8	2	<=	500
vanilla	0	0	0	0	0	6	3	<=	500
Coklat bubuk	0	0	0	0	0	125	25	<=	5000
Coklat batang	0	0	0	0	0	650	50	<=	25000
Minyak goreng	0	0	0	0	0	500	100	<=	35000
Jam tenaga kerja	70	70	70	70	75	65	30	<=	12480
Mixer	15	15	15	15	15	40	10	<=	3250
Kompur	30	30	30	30	30	30	30	<=	5460
Oven	30	30	30	30	30	30	30	<=	5460
Variable type (click to set)	Integer								
Solution->	30	27	30	0	4	18	73	Optim...	3724174

Gambar 1. Tampilan *Integer Programming* Dengan Seluruh Kendala

Hasil analisis metode *branch and bound integer programming* dengan menggunakan *software QM For Windows v5* berdasarkan seluruh kendala yang ada yaitu bahwa Bakoel Ummi Aila akan memperoleh keuntungan yang maksimal apabila memproduksi roti pisang cokelat sebanyak 30 boks, roti keju sebanyak 27 boks, roti pizza roll sebanyak 30 boks, roti sosis 0 (tidak memproduksi) roti ayam sebanyak 4 boks, brownis mika sebanyak 18 mika, dan brownis cup sebanyak 73 cup dengan total keuntungan dari masing-masing produk tiap satu kemasan diperoleh sebesar Rp. 3.724.174 dalam satu kali produksi.

Optimasi produksi menunjukkan bahwa kombinasi jumlah produk dan keuntungan yang diperoleh Bakoel Ummi Aila pada kondisi faktual (nyata) belum mencapai titik yang optimal. Hal tersebut ditunjukkan oleh jumlah kombinasi produk yang diproduksi dan keuntungan (dari masing-masing produk) yang diperoleh Bakoel Ummi Aila dalam kondisi faktual berbeda dengan kondisi optimal. Perbandingan produksi secara faktual dan optimal:

Tabel 4. Perbandingan Produksi Secara Faktual Dan Optimal

No	Jenis produk	Variabel	Jumlah Produksi		
			Faktual	Optimal	Satuan
1	Roti pisang coklat	X ₁	14	30	Boks
2	Roti keju	X ₂	14	27	Boks
3	Roti pizza roll	X ₃	14	30	Boks
4	Roti sosis	X ₄	14	0	Boks
5	Roti ayam	X ₅	14	4	Boks
6	Brownis mika	X ₆	10	18	Mika
7	Brownis cup	X ₇	6	73	Cup
Total			86	219	

Tabel 5. Keuntungan Bersih Dalam Satu Kali Produksi Seluruh Kendala Saat Kondisi Optimal

Item	Nilai
Keuntungan kotor	Rp. 3.724.174
Pengeluaran tambahan	Rp. 296.154
Keuntungan bersih	Rp. 3.428.020

keuntungan kotor dalam satu kali produksi dengan menggunakan seluruh kendala yang ada saat kondisi optimal adalah Rp. 3.724.174, dan pengeluaran tambahan perhari adalah Rp. 296.154. sehingga memperoleh keuntungan bersih sebesar Rp. 3.460.712. keuntungan bersih pada saat kondisi faktual yang diperoleh Bakoel Ummi Aila yaitu Rp. 1.462.168. Jika Bakoel Ummi Aila memproduksi produk sesuai dengan jumlah yang optimal, maka keuntungan yang diperoleh yaitu Rp. 3.428.020. Hal ini menunjukkan bahwa keuntungan yang diperoleh pada saat kondisi faktual dengan optimal terjadi peningkatan keuntungan sebesar Rp. 1.965.852 dalam satu kali produksi. Apabila dikonversikan dalam bentuk persentase, maka terjadi peningkatan keuntungan sebesar 1,3% diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase peningkatan keuntungan} &= \frac{\text{Rp.1.998.544}}{\text{Rp. 1.462.168}} \times 100\% \\ &= 1,3\% \end{aligned}$$

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		RHS
Maximize	20574	20523	19356	18892	18314	27583	19211		
Tepung terigu protein tin...	1500	1500	1500	1500	1500	0	0	<=	250000
Tepung terigu protein se...	0	0	0	0	0	450	90	<=	25000
Gula pasir	180	225	180	180	180	600	120	<=	50000
Susu bubuk	96	96	96	96	96	0	0	<=	20000
Ragi instan	48	48	48	48	48	0	0	<=	8000
Telur	6	6	6	6	6	20	4	<=	1200
Margarin	150	150	150	150	150	0	0	<=	25000
Susu cair	50	400	50	50	50	0	0	<=	20000
Pisang	1	0	0	0	0	0	0	<=	30
Meses cokelat	150	0	0	0	0	150	100	<=	15000
Keju	0	200	250	200	0	250	200	<=	35000
Maizena	0	72	0	0	0	0	0	<=	2000
Garam	0	5	0	0	10	0	0	<=	1000
Sosis	0	0	20	35	0	0	0	<=	2000
Saos	0	0	100	200	0	0	0	<=	3000
Mayones	0	0	100	100	100	0	0	<=	10000
Oregano	0	0	0	25	25	0	0	<=	1500
Dada ayam	0	0	0	0	1000	0	0	<=	30000
Bawang putih	0	0	0	0	10	0	0	<=	300
Bawang merah	0	0	0	0	15	0	0	<=	350
Kacang tanah	0	0	0	0	0	150	100	<=	10000
Sp	0	0	0	0	0	8	2	<=	500
vanilla	0	0	0	0	0	6	3	<=	500
Coklat bubuk	0	0	0	0	0	125	25	<=	5000
Coklat batang	0	0	0	0	0	650	50	<=	25000
Minyak goreng	0	0	0	0	0	500	100	<=	35000
Variable type (click to set)	Integer								
Solution->	30	27	30	0	23	0	100	Optim...	4094343

Gambar 2. Tampilan *Integer Programming* Dengan Kendala Bahan Baku

Hasil analisis metode *branch and bound integer programming* berdasarkan fungsi kendala yang hanya bahan baku bahwa Bakoel Ummi Aila akan memperoleh keuntungan yang maksimal apabila memproduksi roti pisang cokelat sebanyak 30 boks, roti keju sebanyak 27 boks, roti pizza roll sebanyak 30 boks, roti sosis 0 boks, roti ayam sebanyak 23 boks, brownis mika sebanyak 0 mika, dan brownis cup sebanyak 100 cup dengan total keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 4.094.343 satu kali produksi.

Optimasi produksi menunjukkan bahwa kombinasi jumlah produk dan keuntungan yang diperoleh Bakoel Ummi Aila pada kondisi faktual (nyata) belum mencapai titik yang optimal. Hal tersebut ditunjukkan oleh jumlah kombinasi produk yang diproduksi dan keuntungan (dari masing-masing produk) yang diperoleh Bakoel Ummi Aila dalam kondisi faktual berbeda dengan kondisi optimal. Perbandingan produksi secara faktual dan optimal:

Tabel 6. Perbandingan produksi secara faktual dan optimal

No	Jenis produk	Variabel	Jumlah Produksi		
			Faktual	Optimal	Satuan
1	Roti pisang coklat	X ₁	14	30	Boks
2	Roti keju	X ₂	14	27	Boks
3	Roti pizza roll	X ₃	14	30	Boks
4	Roti sosis	X ₄	14	0	Boks
5	Roti ayam	X ₅	14	23	Boks
6	Brownis mika	X ₆	10	0	Mika
7	Brownis cup	X ₇	6	100	Cup
Total			86	210	

Tabel 7. Keuntungan Bersih Dalam Satu Kali Produksi Dengan Kendala Bahan Baku Saat

Optimal	
Item	Nilai
Keuntungan kotor	Rp. 4.094.343
Pengeluaran tambahan	Rp. 296.154
Keuntungan bersih	Rp. 3.789.189

Keuntungan kotor dalam satu kali produksi dengan menggunakan kendala bahan baku saja saat kondisi optimal adalah Rp. 4.094.343, dan pengeluaran tambahan perhari adalah Rp. 296.154. Keuntungan bersih diperoleh sebesar Rp. 3.789.189, keuntungan bersih pada saat kondisi faktual yang diperoleh Bakoel Umami Aila yaitu Rp. 1.462.168. Jika Bakoel Umami Aila memproduksi produk sesuai dengan jumlah yang optimal, maka keuntungan yang diperoleh yaitu Rp. 3.798.189. Hal ini menunjukkan bahwa keuntungan yang diperoleh pada saat kondisi faktual dengan optimal terjadi peningkatan keuntungan sebesar Rp. 2.336.021 dalam satu kali produksi. Apabila dikonversikan dalam bentuk persentase, maka terjadi peningkatan keuntungan sebesar 1,5% diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase peningkatan keuntungan} &= \frac{\text{Rp. 2.327.021}}{\text{Rp. 1.462.168}} \times 100\% \\ &= 1,5\% \end{aligned}$$

Analisis sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kepekaan model setelah hasil optimal ada. Analisis sensitivitas dapat melihat pengaruh dari selang kepekaan yang terdiri dari batas minimum (*lower bound*) yaitu batas dari penurunan kendala yang tidak mempengaruhi

model, dan batas maksimum (upper bound) yaitu batas kenaikan kendala yang tidak merubah model.

Analisis sensitivitas terhadap nilai koefisien fungsi tujuan merupakan selang perubahan keuntungan tiap kemasan dalam satu kali produksi yang masih diizinkan. Berikut hasil analisis sensitivitas:

Tabel 8. Analisis Sensitivitas Koefisien Fungsi Tujuan

Variabel	Lower bound	Upper bound
X1	18314	<i>Infinity</i>
X2	18314	<i>Infinity</i>
X3	18603	<i>Infinity</i>
X4	<i>Infinity</i>	20398
X5	2467	19356
X6	19659.5	71549.17
X7	16989.86	24493.33

Batas keuntungan dalam satu kali produksi ditunjukkan oleh hasil analisis sensitivitas koefisien fungsi tujuan dan dapat dinaikkan atau diturunkan selama masih dalam kisaran yang diizinkan. Batasan peningkatan koefisien keuntungan tidak terhingga tidak mempengaruhi kombinasi produksi optimal, namun jika peningkatan laba tinggi akan mengakibatkan harga jual produk yang tinggi kepada pelanggan. Informasi analisis sensitivitas koefisien keuntungan membantu dalam menentukan tingkat produksi yang ideal, batas atas dan bawah keuntungan dalam menetapkan harga yang sesuai dengan konsumen. Untuk bahan mentah, jam tenaga kerja, dan lama mesin produksi semuanya termasuk dalam analisis sensitivitas di sisi kanan.

Tabel 9. Analisis Sensitivitas Kendala Bahan Baku

Kendala	Slack/surplus	Lower bound	Upper bound
Tepung terigu protein tinggi	113411.8	136588.2	<i>Infinity</i>
Tepung terigu protein sedang	10292.94	14707.06	<i>Infinity</i>
Gula pasir	12750	37250	<i>Infinity</i>
Susu bubuk	11258.35	8741.65	<i>Infinity</i>
Ragi instan	3629.18	4370.82	<i>Infinity</i>
Telur	0	1088.44	13.77.71
Margarin	11341.18	13658.82	<i>Infinity</i>
Susu cair	5724.84	14275.16	<i>Infinity</i>
Pisang	0	9.95	33.28
Meses cokelat	500	14500	<i>Infinity</i>

Keju	2850.33	32149.67	<i>Infinity</i>
Maizena	0	556.24	2236.24
Garam	828.3	171.7	<i>Infinity</i>
Sosis	1400	600	<i>Infinity</i>
Saos	0	994.77	3328.1
Mayones	6671.9	3328.1	<i>Infinity</i>
Oregano	1417.97	82.03	<i>Infinity</i>
Dada ayam	26718.96	3281.05	<i>Infinity</i>
Bawang putih	267.19	32.81	<i>Infinity</i>
Bawang merah	300.78	49.22	<i>Infinity</i>
Kacang tanah	0	7869.44	10348.61
Sp	209.41	290.59	<i>Infinity</i>
Vanilla	172.82	327.18	<i>Infinity</i>
Cokelat bubuk	914.71	4085.29	<i>Infinity</i>
Cokelat batang	9582.35	15417.65	<i>Infinity</i>
Minyak goreng	18658.82	16341.18	<i>Infinity</i>
Jam tenaga kerja	2727.12	9752.88	<i>Infinity</i>
Mixer	431.18	2818.82	<i>Infinity</i>
Kompor	0	5340.48	5460
Oven	0	5460	<i>Infinity</i>

Batas penambahan ataupun pengurangan keuntungan, bahan baku, jam tenaga kerja, dan waktu kerja mesin produksi sesuai dengan perhitungan tetap memberikan keuntungan yang maksimal bagi Bakoel Ummi Aila, sehingga apabila suatu saat Bakoel Ummi Aila mengalami kesulitan dalam bahan baku, kurangnya jam tenaga kerja, serta waktu kerja mesin produksi, maka Bakoel Ummi Aila tetap dapat memperoleh keuntungan maksimal. Begitu juga sebaliknya, jika suatu saat Bakoel Ummi Aila memiliki jumlah bahan baku yang melimpah, jam tenaga kerja serta waktu mesin produksi yang bertambah, maka Bakoel Ummi Aila tetap mendapatkan keuntungan yang maksimal. Keuntungan yang didapatkan dari penambahan atau pengurangan bahan baku/bahan mentah akan tetap optimal, namun memberi kombinasi hasil produk yang berbeda sehingga menghasilkan keuntungan yang berbeda pula sesuai dengan tingkat penambahan dan pengurangannya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Optimasi proses produksi yaitu dengan menggunakan seluruh fungsi kendala sekali produksi yang terdapat di tabel 4.1, 4.2, dan 4.3 produk yang sebaiknya diproduksi oleh Bakoel Ummi Aila adalah 30 boks untuk roti pisang cokelat, 27 boks untuk roti keju, 30 boks untuk roti pizza roll, 4 boks untuk roti ayam, 18 boks untuk brownis mika, dan 73 boks untuk brownis cup. Sedangkan untuk kendala hanya bahan baku dalam satu kali produksi sebaiknya Bakoel Ummi Aila memproduksi 30 boks roti pisang cokelat, 27 boks roti keju, 30 boks roti pizza roll, 0 untuk roti pizza, 23 untuk roti ayam, 0 untuk brownis mika, dan 100 untuk brownis cup.
2. Keuntungan maksimal kendala bahan baku saja dalam satu kali produksi dengan tiap boks untuk roti pisang cokelat sebesar Rp. 20.574, roti keju sebesar Rp. 20.523, roti pizza roll sebesar Rp. 19.356, roti sosis sebesar Rp. 18.892, roti ayam, sebesar Rp. 18.314, brownis mika sebesar Rp. 27.583, brownis cup sebesar Rp. 19.211. Sehingga total keuntungan dari masing-masing produk sebesar Rp. 3.724.174. Keuntungan maksimal Bakoel Ummi Aila dalam satu kali produksi sebesar Rp. 3.460.712 dan terjadi peningkatan keuntungan sebesar 1,3%. Sedangkan total keuntungan dari masing-masing produk dengan menggunakan seluruh kendala yang ada sebesar Rp. 4.094.343 dan terjadi peningkatan keuntungan sebesar 1,5%.

SARAN

Saran peneliti untuk peneliti selanjutnya yaitu:

1. sebaiknya memakai software lain selain yang digunakan peneliti dalam menyelesaikan permasalahan *integer programming* dengan lebih baik.
2. Menggunakan model sistem dinamik untuk penyelesaian masalah optimasi

DAFTAR REFERENSI

- Andarayani, T., & Sari, R. P. 2022. Optimalisasi Keuntungan pada Pabrik Tempe dengan Metode Grafik dan Metode Branch And Bound (Studi Kasus: Pabrik Tempe Rengasdengklok Pak Walim). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 3366-3375.
- Arma, P. T., & Abadi, A. 2020. Integer Programming Dengan Metode Branch and Bound Dalam Optimasi Jumlah Produksi Setiap Jenis Roti Pada Pt. Arma Anugerah Abadi. *Karismatika*, 6(3), 20–29.
- Basriati, S. 2018. Integer Linear Programming Dengan Pendekatan. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 4(2), 95–104.
- Fadilah, N. 2020. Pemodelan Matematika Terhadap Keuntungan Harian Penjualan Produk Di Toko kholidi. *JUMANT*, 12(2), 45-59.
- Herawati, H., & Mulyani, D. 2016. Pengaruh kualitas bahan baku dan proses produksi terhadap kualitas produk pada UD. Tahu Rosydi Puspan Maron Probolinggo. *UNEJ e-Proceeding*, 463-482.
- Manalu, E., Sianturi, F. A., & Manalu, M. R. 2017. Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Pemesanan Pada Cv. Papadan Mama Pastries. *Jurnal Mantik Penusa*, 1(2), 407-411.
- Maspaitella, B. J., & Tupan, J. M. 2016. Model Integer Programming (Studi Kasus Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pattimura Ambon). *Arika*, 10(1), 31-40.
- Misbach, I. 2017. Perilaku bisnis syariah. *Jurnal Al-Idarah Islamic Economi Alternative*, 5, 33-44.
- Saryoko, A. 2016. Metode simpleks dalam optimalisasi hasil produksi. *Informatics for Educators and Professional: Journal of Informatics*, 1(1), 27-36.
- Sriwidadi, T., & Agustina, E. 2013. Analisis Optimalisasi Produksi dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks. *Binus Business Review*, 4(2), 725-741.
- Suryawan, G., Tastrawati, N. K. T., & Sari, K. 2016. Penerapan branch and bound algorithm dalam optimalisasi produksi roti. *E-Jurnal Matematika*, 5(4), 148-155.
- Ubaidillah, A., Mulyani, S., & Effendi, D. E. (2013). Makna Keuntungan Bagi Pedagang kaki Lima (studi pada pedagang kaki lima di Bangsari Jepara). *Journal of Accounting and Investment*, 14(1), 65-77.
- Wafirotin, K. Z., & Marsiwi, D. 2016. Persepsi keuntungan menurut pedagang kakilima Di jalan baru ponorogo. *Ekuilibrium: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Ekonomi*, 10(1), 24-36.
- Wahyuni, S. 2013. Teori Konsumsi Dan Produksi Dalam Perspektif Ekonomi Islam. *Akuntabel*, 10(1), 1-55.