

OPTIMASI PRODUKSI OLAHAN RUMPUT LAUT DI UMKM XYZ MENGGUNAKAN METODE BRANCH AND BOUND

Indah Nur Aini¹⁾, Mikhratunnisa¹⁾

¹⁾Fakultas Ilmu dan Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa
email: indahnuraini248@gmail.com

¹⁾Fakultas Ilmu dan Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa
email: mikhratunnisa.14@gmail.com

ABSTRAK

UMKM XYZ merupakan salah satu UMKM yang aktif dan memiliki potensi pasar yang cukup besar di Kabupaten Sumbawa Barat. Permasalahan yang biasa dihadapi oleh UMKM khususnya UMKM XYZ adalah bagaimana mengkombinasikan faktor produksi atau sumber daya yang dimiliki secara bersama dengan tepat agar memperoleh keuntungan yang maksimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui optimasi proses produksi dan keuntungan maksimal yang diperoleh UMKM XYZ dengan menggunakan metode branch and bound. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa untuk optimasi proses produksi yang efektif sebaiknya UMKM XYZ memproduksi produk stik rumput laut sebanyak 16 kemasan, dodol rumput laut sebanyak 11 kemasan, brownies rumput laut sebanyak 8 kemasan dan ice cream rumput laut sebanyak 4 kemasan dalam satu kali produksi. Sehingga total keuntungan dari setiap jenis produk dalam tiap kemasan sebesar Rp. 243.700 untuk satu kali produksi. Keuntungan maksimum yang diperoleh UMKM XYZ dalam satu kali produksi sebesar Rp. 110.712 dan terjadi peningkatan keuntungan sebesar 5,7% dari kondisi factual.

Kata Kunci: Optimasi, metode branch and bound, rumput laut, UMKM

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri bisnis disertai dengan tingkat persaingan yang begitu ketat mengakibatkan berbagai macam masalah yang turut serta mempengaruhi berjalannya sebuah usaha, khususnya dalam usaha produksi produk pangan. Hal inilah yang menyebabkan Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) harus berjuang keras agar tetap dapat mempertahankan bisnisnya dimasa sekarang dan dimasa yang akan datang. Setiap usaha pasti akan mengalami kendala dalam mengoptimalkan penggunaan faktor produksi, karena suatu produksi tidak mungkin melebihi bahan baku yang tersedia (Paillin et al., 2020). Maka dari itu, dalam suatu usaha terdapat ketersediaan bahan baku yang terbatas, namun tetap menginginkan keuntungan yang optimal.

Salah satu UMKM yang aktif dan memiliki potensi pasar yang cukup besar di Kabupaten Sumbawa Barat adalah UMKM XYZ. UMKM XYZ merupakan industri rumahan yang memanfaatkan rumput laut sebagai salah satu bahan baku dalam memproduksi produknya yakni stik rumput laut, dodol rumput laut, brownies rumput laut, dan ice cream rumput laut. Menurut Marzukoh (2017) permasalahan yang biasa dihadapi oleh perusahaan adalah bagaimana mengkombinasikan faktor produksi atau sumber daya yang dimiliki secara bersama dengan tepat agar memperoleh keuntungan yang maksimal. Masalah tersebut juga dihadapi oleh UMKM XYZ. Masalah yang dihadapi berkaitan dengan aspek produksi yakni masalah mengalokasikan sumber daya dalam menghasilkan kombinasi produk yang optimal

dan keterbatasan sumberdaya yang meliputi bahan baku, jam kerja tenaga kerja dan waktu kerja mesin produksi. Selain itu, perencanaan produksi yang dilakukan ditentukan dengan perkiraan. Dari masalah tersebut maka diperlukan perencanaan produksi yang baik agar memperoleh keuntungan yang optimal. Salah satu model matematika yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan optimalisasi adalah model *integer programming* dengan metode *branch and bound*.

Integer programming merupakan bagian dari *linear programming* yang merupakan suatu model umum yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber terbatas secara optimal (Kevin & Khafizh, 2017). Metode *Branch and Bound* merupakan suatu teknik untuk mencari solusi dari persoalan *integer linear programming* dengan mengenumerasikan titik-titik dalam daerah fisibel dari suatu sub persoalan. Metode *branch and bound* membatasi penyelesaian optimal yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang (atas dan bawah) bagi masing-masing variabel keputusan yang bernilai pecahan agar bernilai bilangan bulat, sehingga setiap pembatasan menghasilkan cabang baru dan membentuk sebuah pohon pencarian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan proses produksi rumput laut dengan keuntungan maksimal di UMKM XYZ menggunakan metode *branch and bound*.

2. METODE PENELITIAN

Data penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh langsung dari pihak UMKM. Data tersebut diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung ke UMKM XYZ. Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi produk yang diproduksi UMKM, jumlah dan jenis bahan baku yang digunakan dalam membuat produk, jumlah tenaga kerja, jam kerja tenaga kerja, jenis dan jam kerja mesin, harga bahan baku, ketersediaan bahan baku, jenis dan biaya operasional produksi.

Metode Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan observasi langsung ke UMKM XYZ untuk mendapatkan data yang diperlukan. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis. Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Identifikasi masalah dengan menghitung biaya produksi yang meliputi biaya bahan baku, pengeluaran/biaya tambahan. Selain itu menghitung keuntungan pada kondisi faktual (nyata).
- b. Formulasi model meliputi perumusan variabel keputusan, perumusan fungsi tujuan dan perumusan fungsi kendala.
- c. Menentukan variabel keputusan. Dalam penelitian ini variabel keputusan yang digunakan yaitu stik rumput laut (x_1), dodol rumput laut (x_2), brownies rumput laut (x_3) dan ice cream rumput laut (x_4).
- d. Menetapkan fungsi tujuan. Dalam penelitian ini fungsi tujuan yang ingin dicapai adalah memaksimalkan keuntungan dengan jumlah produksi yang optimal. Kemudian menghitung koefisien dari fungsi tujuan yang telah ditetapkan.
- e. Menentukan fungsi kendala. Dalam penelitian ini faktor yang menjadi kendala dalam pencapaian tujuan produksi yaitu kendala bahan baku, jam kerja tenaga kerja, dan waktu kerja mesin produksi. Kendala dalam penelitian diperoleh dari hasil identifikasi data yang diperoleh ketika wawancara dan observasi langsung ke UMKM XYZ.

Adapun kendala yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 25 kendala yang terdiri dari terdapat 16 kendala bahan baku, 1 kendala jam kerja tenaga kerja dan 8 kendala waktu kerja mesin produksi.

- f. Menyelesaikan permasalahan menggunakan metode *branch and bound*. Dalam hal ini alat bantu yang digunakan yaitu *software QM for Windows*.

Metode Analisis Data

Integer Programming merupakan pemrograman linier dimana beberapa atau semua variabel keputusan harus berupa bilangan bulat non negatif. Jika semua variabel harus bilangan bulat disebut masalah *pure integer programming*, dan jika hanya beberapa variabel yang diperlukan berupa bilangan bulat disebut masalah *mixed integer programming* (Winston, 2004). Secara matematis penulisan model *integer programming* sebagai berikut (Winston, 2004):

Fungsi tujuan: memaksimumkan atau meminimumkan

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

Fungsi Kendala:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n (\leq, =, \geq) b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n (\leq, =, \geq) b_2 \quad (3)$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \dots + a_{3n}x_n (\leq, =, \geq) b_3 \quad (4)$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n (\leq, =, \geq) b_m \quad (5)$$

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

Keterangan:

Z : fungsi tujuan

c_j : koefisien fungsi tujuan

x_j : variabel keputusan ke-j

a_{ij} : banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unit aktivitas j

b_i : bayaknya sumber i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiao jenis aktiivitas

i : jumlah sumber atau fasilitas yang tersedia

j : jumlah aktivitas yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia

n : macam aktivitas yang menggunakan sumber atau fasilitas

m : masam kendala/Batasan sumber atau fasilitas yang tersedia

Konsep model *branch and bound* yakni membagi dan menghilangkan. Pada kasus awal yang besar sulit diselesaikan secara langsung, sehingga kasus tersebut dibagi menjadi sub kasus yang lebih kecil sampai sub kasus dapat diselesaikan. Pembagian (*branching*) dilakukan dengan mmebagi keseluruhan himpunan solusi fisibel menjadi himpunan bagian yang lebih kecil. Penghilangan Sebagian dilakukan dengan membatasi (*bounding*) seberapa

baik solusi terbaik dalam himpunan bagian, kemudian membuang himpunan bagian yang tidak mungkin berisi solusi optimal untuk kasus awal (Hillier & Lieberman, 2005).

Secara umum fungsi tujuan dan fungsi kendala dalam penelitian ini sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$Z_{\max} = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 \quad (1)$$

Kendala:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 \leq b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 \leq b_2 \quad (3)$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 \leq b_3 \quad (4)$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$a_{251}x_1 + a_{252}x_2 + a_{253}x_3 + a_{254}x_4 \leq b_{25} \quad (5)$$

dimana

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Biaya Produksi pada Kondisi Faktual

Sebelum melakukan formulasi model dan perhitungan dengan metode *branch and bound*, perlu dilakukan perhitungan biaya produksi dan keuntungan penjualan setiap jenis produk pada kondisi faktual agar dapat dibandingkan dengan hasil yang diperoleh ketika menggunakan metode *branch and bound*. Adapun keuntungan kotor dari hasil penjualan tiap jenis produk dalam satu kali produksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keuntungan kotor penjualan produk

Jenis produk	Harga jual	Harga beli	Keuntungan (satuan)	Produksi (kemasan)	Total keuntungan kotor
Stik rumput laut	Rp. 10.000	Rp. 3.395	Rp. 6.605	10	Rp. 66.050
Dodol rumput laut	Rp. 10.000	Rp. 3.062	Rp. 6.938	10	Rp. 69.380
Brownies rumput laut	Rp. 10.000	Rp. 4.981	Rp. 5.019	6	Rp. 30.114
Ice cream rumput laut	Rp. 10.000	Rp. 4.981	Rp. 4.812	15	Rp. 72.180

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh total keuntungan kotor dalam satu kali produksi yaitu Rp. 237.724. Untuk menunjang pelaksanaan proses produksinya UMKM XYZ juga mengeluarkan biaya tambahan seperti yang tercantum dalam Tabel 2:

Tabel 2. Pengeluaran tambahan

Pengeluaran tambahan	Biaya per bulan	Biaya per hari
Upah karyawan	Rp. 666.667	Rp. 22.222
Air dan listrik	Rp. 550.000	Rp. 18.333
Kemasan dan label	Rp. 1.955.000	Rp. 65.167
Gas	Rp. 508.000	Rp. 16.933
Biaya transportasi	Rp. 180.000	Rp. 6.000
Kuota internet	Rp. 130.000	Rp. 4.333

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh total biaya tambahan per hari sebesar Rp. 132.988. Sehingga keuntungan bersih yang diperoleh dalam satu kali produksi pada kondisi faktual (sebelum diterapkan metode *branch and bound*) sebesar Rp. 104.736.

Analisis Menggunakan Metode *Branch and Bound*

Hasil analisis menggunakan metode *branch and bound* dapat dilihat pada output *software* QM for Windows berikut.

(untitled) Solution		
Variable	Type	Value
X1	Integer	16
X2	Integer	11
X3	Integer	8
X4	Integer	4
Solution value		241398

Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa keuntungan maksimal akan diperoleh apabila memproduksi stik rumput laut sebanyak 16 kemasan, dodol rumput laut sebanyak 11 kemasan, brownies rumput laut sebanyak 8 kemasan dan ice cream rumput laut sebanyak 4 kemasan dengan total keuntungan dari masing-masing produk untuk tiap kemasan sebesar Rp. 241.398. Total keuntungan tersebut diperoleh dalam satu kali produksi.

$$\begin{aligned}
 Z_{\max} &= c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 \\
 &= 6.605x_1 + 6.938x_2 + 5.019x_3 + 4.812x_4 \\
 &= 6.605(16) + 6.938(11) + 5.019(8) + 4.812(4) \\
 Z_{\max} &= 241.398
 \end{aligned}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah kombinasi produk yang diproduksi dan keuntungan (dari masing-masing produk dalam tiap kemasan) yang diperoleh pada kondisi faktual (nyata) berbeda dengan kondisi optimal (perhitungan menggunakan metode *branch and bound*). Perbandingan produksi pada kondisi faktual (nyata) dan kondisi optimal (menggunakan metode *branch and bound*) sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan produksi secara faktual dan optimal

No	Jenis produk	Variabel	Jumlah produksi	
			Faktual	Optimal
1	Stik rumput laut	x_1	10	16
2	Dodol rumput laut	x_2	10	11
3	<i>Brownies</i> rumput laut	x_3	6	8
4	<i>Ice cream</i> rumput laut	x_4	15	4
	Total		41	39

Berdasarkan keuntungan kotor dan pengeluaran tambahan yakni sebesar Rp. 243.700 dan Rp. 132.988 maka diperoleh keuntungan bersih pada kondisi optimal sebesar Rp. 110.712. Keuntungan bersih yang diperoleh pada kondisi faktual (nyata) sebesar Rp. 104.736. Namun jika UMKM XYZ memproduksi produk sesuai kondisi optimal, maka keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 110.712. Hal ini menunjukkan bahwa dalam satu kali produksi keuntungan yang diperoleh pada kondisi optimal mengalami peningkatan sebesar Rp. 5.976 (atau 5,7%) dari kondisi faktual.

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengamati perubahan yang terjadi pada koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala, serta dampaknya terhadap optimalitas. Analisis sensitivitas menjelaskan sampai sejauh mana koefisien fungsi tujuan nilai ruas kanan kendala boleh berubah tanpa memengaruhi solusi optimal (Siswanto, 2017).

Analisis sensitivitas dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* QM for Windows. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Analisis sensitivitas koefisien fungsi tujuan

Variabel	Value	Reduced cost	Original val	Lower bound	Upper bound
x_1	16	0	6605	3469	Infinity
x_2	11	0	6938	0	13210
x_3	7	0	5019	2601,75	9624
x_4	5	0	4812	2509,5	Infinity

Analisis sensitivitas koefisien fungsi tujuan memperlihatkan batas keuntungan tiap kemasan produk yang boleh ditingkatkan dan diturunkan dengan syarat masih dalam rentang yang diijinkan. Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa nilai reduced cost untuk semua variabel adalah 0, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan keempat variabel tersebut sudah optimal. Batas bawah koefisien fungsi tujuan untuk variabel x_1 adalah 3.469 artinya keuntungan yang diperoleh tiap kemasan produk x_1 (stik rumput laut) tidak boleh kurang dari Rp. 3.469. Batas atas koefisien fungsi tujuan untuk variabel x_1 adalah infinity. Batas atas koefisien fungsi tujuan (keuntungan) yang infinity tidak akan mempengaruhi kombinasi produk optimal, namun apabila peningkatan keuntungan yang tinggi akan menyebabkan harga jual yang tinggi kepada konsumen. Batas bawah untuk variabel x_2 , x_3 , dan x_4 berturut-turut yaitu Rp. 0, Rp. 2.601,75 dan Rp. 2.509,5 sedangkan batas atas untuk variabel x_2 , x_3 , dan x_4 berturut-turut yaitu maksimal Rp. 13.210, Rp. 9.624, dan infinity.

Tabel 5. Analisis sensitivitas nilai fungsi kendala

Kendala	Value	Slack/Surplus	Original val	Lower baound	Upper bound
y ₁	0	77600	100000	22400	Infinity
y ₂	0	269,5	360	90,5	Infinity
y ₃	0	15900	25000	9100	Infinity
y ₄	0	11550	12000	450	Infinity
y ₅	0	713	1700	987	Infinity
y ₆	0	1645	2500	855	Infinity
y ₇	0	58487,5	70000	11512,5	Infinity
y ₈	0	24000	40000	16000	Infinity
y ₉	0	365	500	135	Infinity
y ₁₀	0	46000	57000	11000	Infinity
y ₁₁	0	98	120	22	Infinity
y ₁₂	0	4250	5000	750	Infinity
y ₁₃	0	5775	6000	225	Infinity
y ₁₄	0	2500	5000	2500	Infinity
y ₁₅	0	1850	3700	1850	Infinity
y ₁₆	0	240	490	250	Infinity
y ₁₇	14,45	0	10920	5640	11320
y ₁₈	80,58	0	300	233,33	809,29
y ₁₉	0	315	3840	3525	Infinity
y ₂₀	209,07	0	240	208,5	315
y ₂₁	4,8	0	2400	0	3200
y ₂₂	0	2150	3600	1450	Infinity
y ₂₃	0	172,5	480	307,5	Infinity
y ₂₄	0	215	780	565	Infinity
y ₂₅	0	50	1500	1450	Infinity

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa batas atas pada batasan (ruas kanan) fungsi kendala dengan hasil infinity menunjukkan bahwa berapapun penambahan pada jumlah nilai batasan fungsi kendala tersebut tidak akan mempengaruhi keoptimalan solusi. Jika terjadi penurunan jumlah nilai batasan fungsi kendala pada sumber daya tersebut harus sesuai dengan nilai minimal yang ditentukan agar tidak mempengaruhi keoptimalan solusi. Sedangkan untuk penambahan produksi dibatasi hingga batas jumlah yang ditentukan agar tidak mempengaruhi keoptimalan solusi.

4. KESIMPULAN

Keuntungan optimal produksi di UMKM XYZ tercapai jika memproduksi 16 kemasan stik rumput laut, 11 kemasan dodol rumput laut, 7 kemasan *brownies* rumput laut, dan 5 kemasan *ice cream* rumput laut dalam satu kali produksi. Keuntungan maksimal dalam satu kali produksi tiap kemasan untuk produk stik rumput laut sebesar Rp. 6.605, dodol rumput laut sebesar Rp. 6.938, *brownies* rumput laut sebesar Rp. 5.019, dan *ice cream* rumput laut sebesar Rp. 4.812. Total keuntungan dari masing-masing produk dalam tiap kemasan sebesar Rp. 243.700. Keuntungan maksimal dalam satu kali produksi sebesar Rp. 110.712, hal ini menunjukkan adanya peningkatan sebesar 5,7% dari kondisi factual.

REFERENSI

- Paillin, D.B., Lawalata, V.O., & Indah, A. 2020. “Analisis Hasil Kombinasi Produk dan Tingkat Penjualan Dalam Upaya Memaksimalkan Keuntungan Pada Pabrik Roti UD. Arsitas Ambon”, dalam Jurnal *ARIKA*. Vol. 14. No.1, 53-63.
- Marzukoh, A. 2017. *Analisis Keuntungan Dalam Produksi dengan Linear Programming Metode Simpleks. (Studi Kasus UKM Fahmi Mandiri Lampung Selatan)*. Skripsi. Lampung: Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Raden Intan Lampung.
- Siswanto. 2007. *Operations Research Jilid I*. Bogor : Erlangga.
- Kevin, M.R., & Khafizh, R. 2017. “Optimasi Produksi Pia Cake Menggunakan Metode Integer Programming Di UKM XYZ Desa Waru Rejo Gempong Pasuruan”, dalam *Jurnal Knowledge Industrial Engineering (JKIE)*. Vol. 4. No. 1, 23-32.
- Hillier, F.S., & Lieberman, G.J. 2005. *Operation Research*. Edisi ke-8. Terjemahan oleh Parama Kartika Dewa, dkk. Yogyakarta: Andi.
- Winston, W.L. 2004. *Operation Research: Application and Algorithms*. Canada: Thomson Learning.