Perencanaan Produksi Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Dengan Metode *Branch And Bound* Di UKM "X"

Arselia Agatha Salim, Achmad Alfian
Prodi Teknik Industri, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Katolik Musi
Charitas PalembangJalan Bangau No. 60, Palembang
Telp. (0711) 378171
E-mail: agathaarselia@gmail.com; a_alfian@ukmc.ac.id

ABSTRAK

UKM "X" merupakan sebuah industri rumah tangga yang bergerak dibidang industri makanan. Produk "X" yang di produksi di antaranya bola ubi kopong, ubi *crispy* dan keripik. Industri ini tidak memiliki metode tertentu dalam menentukan jumlah produksi masing-masing jenis produk yang di produksi dan mengakibatkan keuntungan yang didapat kurang optimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui formulasi produk yang optimal dalam pembuatan ketiga produk di "X". Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Branch and Bound* yang terlebih dahulu menghitung nilai variabel keputusan dengan menggunakan *software* POM. Penelitian ini ditinjau berdasarkan jumlah persediaan bahan baku, bahan baku pembuatan ketiga produk, data produksi,biaya produksi, harga jual setiap jenis produk, dan keuntungan. Sehingga dari analisis metode *branch andbound* diperoleh nilai keuntungan penjualan bersih sebesar Rp. 4.514.091, khusus bulan Juni keuntungan menjadi sekitar Rp 777.589,-. Jadi jumlah ketiga produk yang diproduksi dari bahan- bahan yang tersedia selama 1 bulan ialah 615 porsi bola ubi, 80 porsi ubi *crispy* dan 44 porsi keripik. Perencanaan produksi ini mengalami peningkatan keuntungan sebesar Rp 1.181.993 dari keuntungan penjualan rata-rata sebelumnya.

Kata Kunci: *Branch and bound*, *Linear Programming,* Perencanaan produksi, Keuntungan.

ABSTRACT

UKM "X" Small and Medium Enterprise is a home industry which is engaged in the food industry. Products that are produced include sweet potato balls, crispy sweet potatoes and chips. This industry does not have a certain method that is certain in determining the amount of production of each type of product that is produced and results in profits that are less than optimal. Therefore, research is needed to find out the optimal product formulation in the manufacturing of the three products at UKM "X". The method to be used in this study is the Branch and Bound method which first calculates the value of the decision variable by using POM software. This research is reviewed based on the amount of raw material inventory, raw material for making the three products, production data, production costs, selling prices of each type of product, and profit. So that from the analysis of the branch and bound method the profit value of Rp. 4,514,091, for special case in June net profit become Rp 777.589,-. So the number of the three products that can be produced from the available ingredients for a month is 615 packs sweet potato balls, 80 packs crispy sweet potatoes and 44 packs chips. The production planning has increasedprofits byRp 1.181.993 from previous average sales profit.

Keywords**:** *Branch and bound, Linear Programming, Production planning, Profit.*

PENDAHULUAN

UKM "X" adalah salah satu bisnis cemilan di Palembang yang memulai usahanya sejak tahun 2017. Produk yang di tawarkan adalah bola ubi kopong dengan berbagai *topping*, ubi *crispy* dan menu baru mereka adalah keripik. Sampai saat ini, UKM "X" mempunyai 1 *stand* tetap yaitu berada di depan teras Primastar di jalan Bangau. UKM "X" tidak memiliki metode tertentu untuk menentukan jumlah produksi masing-masing jenis produk sehingga selama ini hanya mengandalkan rata-rata penjualan dari masing-masing produk. Selama ini, perencanaan yang di buat *owner* sebenarnya sudah baik, bahan baku yang sudah di beli untuk 1 bulan jika masih sisa maka akan tetap di gunakan untuk periode selanjutnya namun hal yang menyulitkan *owner* adalah setiap harinya harus membuat adonan lebih dari 1 kali jika jumlah permintaan banyak. Jika di produksi berlebihpun, adonan dapat di masukkan ke kulkas dan bisa di pakai untuk esok hari, namun rasa dari produk itu sendiri akan berubah sehingga mempengaruhi kualitas. *Owner* tidak mau mengambil resiko besar seperti itu. Dengan adanya perencanan sehingga *owner* dapat memperkirakan jumlah yang akan di produksi. Namun perencanaan tidak bisa di katakan *fix* atau tetap sehingga dapat naik dapat turun sesuai permintaan, seperti pada data bulan Juni 2019 terjadi penurunan permintaan yaitu hanya 357 porsi sebagian besar karena liburnya anak sekolah yang mengambil peran besar sebagai pelanggan UKM "X" sehingga untuk bulan-bulan tertentu perencanan tidak dapat di pakai sepenuhnya.

Selama ini UKM "X" sering mengalami kelebihan bahan baku seperti ubi dan tepung sehingga mempengaruhi ke keuntungan. Namun *owner* belum bisa menentukan kisaran bahan baku sehingga bahan baku yang di beli sering bersisa, jika yang bersisa adalah bahan baku yang dapat tahan lama tentunya masih dapat di gunakan namun beberapa bahan baku seperti ubi tidak dapat di simpan dalam waktu yang lama.

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penentuan kuantitas produksi dalam suatu perusahaan. Salah satunya adalah dengan metode *branch and bound*. Di dalam matematika terdapat suatu teknik optimalisasi yang bertujuan untuk menentukan pemecahan masalah optimasi yaitu dengan memaksimumkan suatu keuntungan atau meminimumkan biaya dengan kapasitas bahan baku yang ada agar mampu memperoleh hasil yang maksimal.

Menyadari bahwa proses keluar masuk perputaran uang cukup mengkhawatirkan, maka akan dilakukan pengoptimalisasi keuntungan penjualan dengan metode *branch and bound*. Metode *Branch and Bound* sering digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan program linear karena hasil yang di peroleh dalam penyelesaian optimal lebih teliti dan lebih baik dari metode yang lain. Metode ini di katakan lebih teliti dan lebih baik dari metode lain karena hasil optimal yang di peroleh biasanya lebih dari satu sehingga dapat memilih mana yang paling optimal dan paling sesuai dari hasil-hasil yang di peroleh [6]. Semua menu yang tawarkan pada UKM "X" ini akan menjadi variabel-variabel dalam proses perhitungan. Kemudian bahan baku dan kebutuhan saat proses produksi seperti ubi, tepung, gula sampai gaji karyawan dan minyak serta gas akan menjadi kendala dalam proses pengolahan data.

Hal ini mendasari penulis mencoba menggunakan metode ini dengan kasus yang ada pada UKM "X". Maka dari itu, dilakukan penelitian dengan judul "Perencanaan Produksi Untuk Mengoptimalkan Keuntungan Dengan Metode *Branch And Bound* Di UKM "X".

TINJAUAN PUSTAKA

Program Linear

Program linear merupakan suatu model matematika untuk mendapatkan alternatif penggunaan terbaik atas sumber-sumber yang tersedia. Kata linear digunakan untuk menunjukkan fungsi matematika yang digunakan dalam bentuk linear, sedangkan program merupakan penggunaan teknik matematika tertentu. Jadi pengertian program linear adalah suatu teknis perencanaan yang bersifat analitis yang analisisnya menggunakan model matematika, dengan tujuan menemukan beberapa alternatif pemecahaan optimum terhadap persoalan [2].

Karakteristik-karakteristik dalam program linear yang biasa digunakan untuk memodelkan suatu masalah dan memformulasikannya secara matematika, yaitu [5]:

1. Variabel Keputusan
   Variabel keputusan adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat. Variabel keputusan tidak negatif.
2. Fungsi Tujuan
   Fungsi tujuan merupakan suatu hubungan linear dari variabel keputusan yang berupa fungsi maksimum atau minimum di mana tingkat pencapaian tujuan ini dibatasi oleh kendala yang mencerminkan keterbatasan dari kapasitas waktu produksi kemampuan yang dimiliki.
3. Fungsi Kendala
   Fungsi kendala merupakan batasan-batasan dalam penyelesaian program linear yang harus diperhatikan. Kendala diekspresikan dalam persamaan dan pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linear dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumber daya dalam suatu masalah.

Metode Simpleks

Metode simpleks adalah suatu prosedur ulang yang bergerak dari satu jawab layak basis ke jawab berikutnya sedemikian rupa hingga harga fungsi tujuan terus menaik (dalam persoalan maksimasi) dan akan berkelanjutan sampai dicapai jawab optimal (kalau ada) yang memberi harga maksimum.

Cara yang paling sederhana unrtuk menyelesaikan permasalahan program linear adalah dengan pendekatan grafikal. Namun cara tersebut hanya bisa diterapkan untuk program linear dengan dua variabel keputusan. Pada kenyataannya sebagian besar permasalahan program linear mempunyai lebih dari dua variabel keputusan. Hal ini tentu sulit untuk menerapkan pendekatan grafikal untuk memperoleh penyelesaian dari permasalahan tersebut.

Prosedur solusi aljabar yang paling banyak digunakan untuk masalah pemrograman linier disebut metode simpleks, yang dikembangkan oleh George Dantzig pada tahun 1947 [5]. Metode simpleks merupakan prosedur aljabar yang bersifat iteratif yang bergerak selangkah demi selangkah, dimulai dari titik ekstrim pada daerah *feasible* (ruang sousi) menuju titik ekstrim yang optimum.

Berikut langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan program linear dengan metode simpleks [3]:

1. Konversikan formulasi persoalan ke dalam bentuk standar.
   Agar persamaan garis batasan memenuhi persyaratan penyelesaian daerah kelayakan (*feasible*) maka semua pertidaksamaan diubah menjadi persamaan dengan cara menambahkan variabel slack, surplus dan variabel buatan (*artifisial variabel*) pada tiap batasan (*constraint*) serta member harga nol pada setiap koefisien tujuannya. Batasan dapat dimodifikasi sebagai berikut:
   a. Untuk batasan bernotasi ($\leq$) diubah ke dalam bentuk persamaan dengan menambahkan variabel slack.
   b. Untuk batasan bernotasi ($\geq$) atau (=) diselesaikan dengan menambahkan variabel surplus dan variabel buatan. Dengan penambahan variabel buatan ini akan merusak sistem batasan, hal ini dapat diatasi dengan membuat suatu bilangan *penalty* M (M bilangan positif yang sangan besar) sebagai harga dari variabel buatan tersebut

dalam fungsi tujuan. Untuk kasus maksimasi maka dibuat –M sebagai harga dari variabel buatan dan untuk kasus minimasi dibuat +M sebagai harga dari variabel buatan. Cara pendekatan ini dikenal dengan metode M besar (*Big M method*).

2. Susun persamaan-persamaan ke dalam tabel simpleks.
3. Pilih kolom kunci, yaitu kolom yang memiliki nilai (-) yang paling positif untuk kasus maksimasi atau yang memiliki nilai (-) yang paling negatif untuk kasus minimasi.
4. Pilih baris kunci yang memiliki nilai indeks terkecil. Nilai indeks adalah perbandingan nilaikanan dengan kolom kunci.
5. Tentukan nilai elemen *cell*, yaitu nilai perpotongan antara kolom kunci dan baris kunci.
6. Lakukan iterasi dengan menentukan baris kunci baru, baris Z baru, dan baris variabel-variabelslack baru.
   a. Baris kunci baru ditentukan dengan membagi baris kunci lama dengan elemen *cell*.
   b. Baris Z baru dan baris-baris lainnya ditentukan dengan cara:
      Baris lama – (nilai kolom kunci baris yang sesuai × baris kunci baru)
   c. Letakkan nilai-nilai baris yang baru diperoleh ke dalam tabel.
7. Lakukan uji optimalisasi. Jika semua koefisien pada baris (-) sudah tidak ada lagi yang bernilai positif (untuk kasus maksimasi) atau sudah tidak ada lagi yang bernilai negatif (untukkasus minimasi) berarti sudah optimal. Jika kriteria belum terpenuhi, diulangi dari langkah 3.

Metode *Branch and Bound*

Metode *Branch and Bound* pertama kali diperkenalkan oleh Land dan Doig (1960). Ide dasarnya adalah untuk membagi daerah solusi fisibel menjadi daerah solusi fisibel yang lebih kecil. Ini merupakan prosedur sederhana yang menetapkan batasan yang lebih tinggi dan rendah menjadi solusi saat menyelesaikan sub masalah secara sistematis. Kemudian metode ini dimodifikasi oleh Dakin (1965) dan dengan sukses menerapkannya di dalam kitab undang-undang hukum dagang banyak orang dalam memecahkan persoalan program integer.

Metode *Branch and Bound* merupakan salah satu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal program linear yang menghasilkan variabel – variabel keputusan bilangan bulat. Sesuai dengan namanya, metode ini membatasi penyelesaian optimum yang akan menghasilkan bilangan pecahan dengan cara membuat cabang atas atau bawah bagi masing-masing variabel keputusanyang bernilai pecahan agar bernilai bulat sehingga setiap pembatasan akan menghasilkan cabang baru [4]. Metode ini sering digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah program integer karena hasil yang diperoleh dalam penyelesaian optimal lebih teliti dan lebih baik dari kedua metode lainnya. Kelemahan pokok metode ini adalah prosedur untuk mencapai hasil optimal sangat panjang.

Prinsip dasar metode ini adalah memecah daerah fisibel layak suatu masalah program linear dengan membuat submasalah. Ada dua konsep dasar dalam metode *Branch and Bound*:

a. *Branching* adalah proses membagi-bagi permasalahan menjadi *subproblem-subproblem* yang mungkin mengarah ke solusi.
b. *Bounding* adalah suatu proses untuk mencari/menghitung batas atas dan batas bawah untuksolusi optimal pada subproblem yang mengarah ke solusi.

Berikut ini adalah langkah-langkah penyelesaian suatu masalah maksimisasi dengan metode *Branch and Bound* :

1. Selesaikan masalah program linear dengan metode simpleks selesaikan masalah tanpa

pembatasan bilangan integer.
2. Teliti solusi optimalnya, jika variabel keputusan yang diharapkan adalah bilangan integer, solusi optimum integer telah tercapai. Jika satu atau lebih variabel keputusan yang diharapkan ternyata bukan bilangan integer, lanjutkan ke langkah 3.
3. Jadikan solusi pada penyelesaian langkah 1 menjadi batas atas dan untuk batas bawahnya merupakan solusi yang variabel keputusannya telah diintegerkan (*rounded-down*).
4. Pilih variabel yang mempunyai nilai pecahan terbesar (artinya bilangan desimal terbesar dari masing-masing vaariabel untuk dijadikan pencabangan ke dalam sub-sub masalah. Tujuannya adalah untuk menghilangkan solusi yang tidak memenuhi persyaratan integer dalam masalah itu. Pencabangan itu dilakukan secara *mutually exclusive* untuk memenuhi persyaratan integer dengan jaminan tidak ada solusi fisibel (layak) yang diikutsertakan. Hasilnya adalah sebuah sub masalah dengan batasan ≤ atau batasan ≥.
5. Untuk setiap sub-masalah, nilai optimum fungsi tujuan ditetapkan sebagai batas atas. Solusi optimum yang diintegerkan menjadi batas bawah (solusi yang sebelumnya tidak integer kemudian diintegerkan). Sub-sub masalah yang memiliki batas atas kurang dari batas bawah yang ada, tidak diikutsertakan pada analisa selanjutnya. Suatu solusi integer fisibel (layak) adalah sama baik atau lebih baik dari batas atas untuk setiap sub masalah yang dicari. Jika solusi yang demikian terjadi, suatu sub masalah dengan batas atas terbaik dipilih untuk dicabangkan. Kembali ke langkah 4.

METODOLOGI PENELITIAN

Adapun urutan dalam melakukan penelitian ini diantarnya:
1) Studi Lapangan. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung di UKM UKM “X” cabang Primastar dan berlokasi di teras depan Primastar, Jl. Bangau, Palembang. Dengan wawancara juga dilakukan dengan pemilik usaha
2) Identifikasi Masalah. Permasalahan yang diidentifikasi dalam kegiatan penelitian ini adalah membuat model Integer Programming dari persoalaan yang dapat mempresentasikan sistem yang terjadi.
3) Merumuskan Tujuan Penelitian. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah membuat perencanaan produksiuntuk mendapat keuntungan yang optimal dengan metode *branch and bound* di UKM UKM “X”.
4) Studi Pustaka. Pada tahap ini dilakukan pencarian referensi dari buku serta jurnal yang akan digunakan untuk menemukan solusi terhadap penelitian.
5) Pengumpulan Data. Data yang dikumpulkan untuk memecahkan masalah penelitian antara lain data penjualan Jan – Sept 2019, data biaya kebutuhan produksi (bahan baku, tenaga kerja, biaya *overhead*) dan harga jual produk.
6) Membangun Model. Setelah mendapatkan informasi dan data-data didapat, maka dibangun model. Model yang telah dibangun merupakan gambaran sistmatik berdasarkan sistem nyata. [1]
7) Menjalankan Program. Dalam tahap ini dilakukan serangkaian pengolahan data dengan bantuan menggunakan aplikasi POM For Windows V3.
8) Analisis. Data yang telah dikumpulkan dan diolah kemudian dianalisis untuk mengetahui jumlahrencana produksi, dan keuntungan yang didapat nantinya.
9) Kesimpulan. Menjawab pertanyaan dari rumusan masalah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Membuat Model

1) Menentukan variabel keputusan (X_1 untuk bola ubi kopong, X_2 untuk ubi *crispy* dan X_3 untuk keripik).
2) Menentukan fungsi tujuan
   Berdasarkan kasus ini fungsi di maksimumkan karenna berhubungan dengan keuntungan dan bila membahas keuntungan tentunya ingin keuntungan yang maksimal sehingga fungsi tujuan di maksimalkan.

   Maksimumkan: Z = 12357X1 + 11688X2 + 8609X3
3) Menentukan batasan atau kendala-kendala dari permasalahan tersebut. Fungsi batasan / fungsi kendala dapat dituliskan sebagai berikut:

Ubi	: 0,15 X1	+ 0,15 X2	+ 0,050 X3	≤ 292
Minyak	: 0,02X1	+ 0,015X2	+ 0,016X3	≤ 18 liter
Gas	: 0,025X1	+ 0,025X2	+ 0,025X3	≤ 24kg
Topping	: 0,016X1	+ 0,01X2		≤ 11,5 kg
Tepung tapioka	: 0.021 X1			≤ 50
Gula halus	: 0.018 X1			≤ 50
Tepung maizena	: 0.009 X1			≤ 20
Garam	: 0.0008 X1			≤ 0,5
Baking powder	: 0,001 X1			≤ 2
Tepung terigu	:	0,025X2		≤ 2
Bumbu keripik	:		0,005X3	≤ 0,25
Maks X1	: X1			≤ 615
Maks X2	:	X2		≤ 83
Maks X3	:		X3	≤ 44
X1, X2, X3				≥ 0

Langkah 1 : Mengubah fungsi tujuan dan batasan-batasan

Maksimumkan : Z - 12357X1 - 11688X2 - 8609X3 = 0

Fungsi batasan di tambahkan *slack* pada variabel menjadi sebagai berikut:

Ubi	: 0,15 X1	+ 0,15 X2	+ 0,050 X3		+ S1	= 292
Minyak	: 0,02X1	+ 0,015X2	+ 0,016X3		+ S2	=18 liter
Gas	: 0,025X1	+ 0,025X2	+ 0,025X3		+ S3	= 24kg
Topping	: 0,016X1	+ 0,01X2		+ S4		= 11,5 kg
Tepung tapioka	: 0.021 X1	+ S5				= 50
Gula halus	: 0.018 X1	+ S6				= 50
Tepung maizena	: 0.009 X1	+ S7				= 20
Garam	: 0.0008 X1	+ S8				= 0,5
Baking powder	: 0,001 X1	+ S9				= 2
Tepung terigu	:	0,025X2	+ S10			= 2
Bumbu keripik	:		0,005 X3	+ S11		= 0,25
Maks X1	: X1		+ S12			= 615
Maks X2	:	X2	+ S13			= 83
Maks X3	:		X3	+ S14		= 44

X1, X2, X3,S1,S2,S3,S4,S5,S6,S7,S8,S9,S10,S11,S12,S13,S14 ≥ 0

Langkah 2: Menyusun persamaan-persamaan di dalam tabel

Tabel 1. Penyusunan Variabel Metode Simpleks

SV	Z	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	NK
Z	1	-12537	-11688	-8609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1	0	0,15	0,15	0,05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292
S2	0	0,021	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
S3	0	0,0180	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
S4	0	0,009	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
S5	0	0	0,025	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S6	0	0,0008	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
S7	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
S8	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,25
S9	0	0,016	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11,5
S10	0	0,02	0,015	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18
S11	0	0,025	0,025	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	24
S12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	615
S13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	83
S14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44

Langkah 3: Memilih kolom kunci

Lalu setelah memasukkan setiap variabel, selanjutnya pilih kolom kunci dengan memilih nilaipaling negatif (-) seperti pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Kolom Kunci

SV	Z	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	NK
Z	1	-12537	-11688	-8609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1	0	0,15	0,15	0,05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292
S2	0	0,021	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
S3	0	0,0180	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
S4	0	0,009	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
S5	0	0	0,025	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S6	0	0,0008	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
S7	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
S8	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,25
S9	0	0,016	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11,5
S10	0	0,02	0,015	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18
S11	0	0,025	0,025	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	24
S12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	615
S13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	83
S14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44

Langkah 4: Memilih baris kunci

Rumusnya Rasio = (Nilai Kolom NK) / (Nilai kolom kunci). Batasan S1, nilai rasio S1 = 292/0,15 adalah 1946,667 dan seterusnya. Pilih nilai rasio terkecil positif dan hasil perpotongan antara kolom kunci dan baris rasio terkecil di anggap sebagai angka kunci seperti pada tabel 3 angka kunci adalah 1.

Tabel 3. Baris Kunci

SV	Z	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	NK	Rasio
Z	1	-12537	-11688	-8609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S1	0	0,15	0,15	0,05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292	1946,667
S2	0	0,021	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	2380,952
S3	0	0,0180	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	2777,778
S4	0	0,009	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2222,222
S5	0	0	0,025	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	~
S6	0	0,0008	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	625
S7	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2000
S8	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,25	~
S9	0	0,016	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11,5	718,75
S10	0	0,02	0,015	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18	900
S11	0	0,025	0,025	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	24	960
S12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	615	615
S13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	83	~
S14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44	~

Langkah 5: Melanjutkan perbaikan

Proses perhitungan di lakukan sampai pada batasan 14 dengan hasil perhitungan iterasi 1 dapat di lihat pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Iterasi 1 Metode Simpleks

SV	Z	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	NK	Rasio
Z	1	0	-11688	-8609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12537	0	0	7710255	
S1	0	0	0,15	0,05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,15	0	0	199,75	1331,66667
S2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,021	0	0	37,085	~
S3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,018	0	0	38,93	~
S4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-0,009	0	0	14,465	~
S5	0	0	0,025	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	80
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,0008	0	0	0,008	~
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-0,001	0	0	1,385	~
S8	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,25	~
S9	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,016	0	0	1,66	166
S10	0	0	0,015	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,02	0	0	5,7	380
S11	0	0	0,025	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,025	0	0	8,625	345
X1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	615	~
S13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	83	83
S14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44	~

Setelah mendapat hasil dari iterasi pertama, iterasi kedua di mulai seperti pada langkah 3 sampai langkah 5 seperti pada tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Iterasi 2 Metode Simpleks

SV	Z	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	NK	Rasio
Z	1	0	0	-8609	0	0	0	0	467520	0	0	0	0	0	0	12537	0	0	8645295	
S1	0	0	0	0,05	1	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	-0,15	0	0	187,75	3755
S2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,021	0	0	37,085	~
S3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,018	0	0	38,93	~
S4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-0,009	0	0	14,465	~
X2	0	0	1	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	~
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,0008	0	0	0,008	~
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-0,001	0	0	1,385	~
S8	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,25	50
S9	0	0	0,01	0	0	0	0	-0,01	0	0	0	0	1	0	0	-0,016	0	0	1,66	~
S10	0	0	0	0,016	0	0	0	0	-0,6	0	0	0	0	1	0	-0,02	0	0	4,5	281,25
S11	0	0	0	0,025	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	-0,025	0	0	6,625	265
X1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	615	~
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	~
S14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44	44

Pada iterasi 2 sudah terlihat bahwa nilai negatif hanya tinggal satu sehingga daapat di prediksi bahwa iterasi 3 merupakan iterasi terakhir pada tahap ini. Iterasi 3 dapat di lihat pada tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Iterasi 3 Metode Simpleks

SV	Z	X1	X2	X3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	NK
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	467520	0	0	0	0	0	0	12537	0	8609	9024091
S1	0	0	0	0	1	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	-0,15	0	-0,05	185,55
S2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,021	0	0	37,085
S3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,018	0	0	38,93
S4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-0,009	0	0	14,465
X2	0	0	1	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,0008	0	0	0,008
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-0,001	0	0	1,385
S8	0	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,25
S9	0	0	0,01	0	0	0	0	-0,01	0	0	0	0	1	0	0	-0,016	0	0	1,66
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,6	0	0	0	0	1	0	-0,02	0	-0,016	3,796
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	-0,025	0	-0,025	5,525
X1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	615
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	-40	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44

Dapat di lihat pada tabel 6 bahwa sudah tidak ada lagi nilai negatif pada tabel sehingga perhitungan metode simpleks dapat di katakan telah optimal, X1 sebanyak 615 porsi, X2 sebanyak 80 porsi dan X3 sebanyak 44 porsi dengan keuntungan sebesar 9.024.091.

Hasil *Software* POM

Setelah membuat model, maka masukkan setiap variabel dan angka yang terdapat pada model untuk mendapat hasil optimaldari *software* POM sesuai langkah-langkah yang terdapat pada bab II yaitu landasan teori. Setelah mengikuti setiap langkah di dapat di lihat pada gambar 1 sebagai berikut:

	X1	X2	X3		RHS	Dual
Maximize	12537	11688	8609			
Ubi	.15	.15	.05	<=	292	0
Tepung tapioka	.021	0	0	<=	50	0
Gula halus	.018	0	0	<=	50	0
Tepung maizena	.009	0	0	<=	20	0
Tepung terigu	0	.025	0	<=	2	467520
Garam	.0008	0	0	<=	.5	0
Baking powder	.001	0	0	<=	2	0
Bumbu keripik	0	0	.005	<=	.25	0
Topping	.016	.01	0	<=	11.5	0
Minyak	.02	.015	.016	<=	18	0
Gas	.025	.025	.025	<=	24	0
maks1	1	0	0	<=	615	12537
maks2	0	1	0	<=	83	0
maks3	0	0	1	<=	44	8609
Solution->	615	80	44		9024091	

Gambar 1. Hasil Perhitungan dengan *software* POM

Pada gambar 1 hasil *output* dari *software* POM di pada tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil *Output Software* POM (Hasil Optimasi Pertama)

Nama produk	Jumlah produksi / bulan (porsi)
X1	**615**
X2	**80**
X3	**44**
Total keuntungan (kotor)	**Rp 9.024.091**

SIMPULAN

Dari pengolahan data dan analisa yang di lakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1) Dari hasil analisis menggunakan metode *Branch and bound*, jumlah produksi yang optimal diproduksi yaitu keuntungan yang di dapat sebesar **Rp 9.024.091** dan dengan produksi 615 porsi bola ubi, 80 porsi ubi *crispy* dan 44 porsi keripik.
2) Dengan menggunakan metode *Branch and bound*, dan *Software* POM hasilnya sama.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Alfian, Achmad. 2019. *Model Integer Programming Untuk Mengoptimalkan Perencanaan Produksi Di UKM "X"*. Universitas Katolik Musi Charitas Palembang.

[2] Aminudin. 2005. *Prinsip-Prinsip Riset Operasi*. Jakarta : Erlangga.

[3] Handayani, Mila. 2014. *Metode Bound And Decomposition Untuk Menyelesaikan Permasalahan Program Liner Fuzzy Penuh.* Universitas Sumatera Utara.

[4] Hartono, Widi. 2014. *Implementasi Algoritma Branch and Bound pada 0-1 knapsack Problem untuk mengoptimalkan muatan barang*. Jurnal Matematika. Semarang.

[5] Mulyono, Sri., 2017, Riset Operasi Edisi 2. Jakarta: Mitra Wacana Media.

[6] Siswanto, 2006. *Operations Research Jilid I.* Bogor : PT Gelora Aksara Pratama

[7] Sitorus, Parlin. 1997. *Program Linier*. Jakarta : Universitas Trisakti.