



Optimisasi Hasil Produksi *Snack* Khas Tebing Syahbandar Menggunakan Metode Integer Linear Programming dengan Branch and Bound

Rika Hanifah Tanjung^{1*}, Muhammad Kurniawan², Afrini Yuninda Silitonga³, Nisrina Ardra Hafizha⁴, Nurlian Augustin Ningrum⁵

¹Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

²Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

^{3,4}Program Studi Ilmu Komunikasi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

⁵Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Email: rika0703222038@uinsu.ac.id ^{1*}, muhammadkurniawan990@gmail.com ²,
afriniyunindasilitonga23@gmail.com ³, nisrinaardra@gmail.com ⁴, nurlian.augustinn@uinsu.ac.id ⁵

Alamat: Jl. Lap. Golf No. 120, Kampung Tengah, Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, 20353

*Penulis korespondensi

Abstract. *Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) are strategic sectors in the Indonesian economy, but often face challenges in efficient and data-driven production management. This article highlights the urgency of the Real Work Lecture (KKN) program as a form of student service in assisting MSMEs, especially in optimizing the production of snacks typical of Tebing Syahbandar. This research aims to optimize the production output of the Untir-untir Titik Factory with an Integer Linear Programming (ILP) approach using the Branch and Bound algorithm. Primary data is obtained through interviews and production documentation, including product type, raw material needs, operational costs, selling prices, and profit margins. The initial analysis was carried out using the simplex method using POM QM software to obtain a linear solution, which was then refined with the Branch and Bound algorithm so that the results were in the form of integers. The results of the study showed that the optimal solution was achieved by producing 25 bales of kolong-kounder and not producing other types of snacks, resulting in a profit of Rp1,650,000 per day. These findings show that the ILP approach with Branch and Bound is able to significantly increase the efficiency and profitability of MSMEs. In addition, this method can be used as a basis for quantitative-based production decision-making. This research also emphasizes the strategic role of KKN in technology transfer and real solution-based assistance for MSME actors in the region, thereby supporting the sustainable strengthening of the local economy.*

Keywords: *Branch And Bound; Integer Linear Programming; MSMEs; Optimization; Production*

Abstrak. Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan sektor strategis dalam perekonomian Indonesia, namun kerap menghadapi tantangan dalam pengelolaan produksi yang efisien dan berbasis data. Artikel ini menyoroti urgensi program Kuliah Kerja Nyata (KKN) sebagai bentuk pengabdian mahasiswa dalam mendampingi UMKM, khususnya dalam optimalisasi produksi snack khas Tebing Syahbandar. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan hasil produksi Pabrik Untir-untir Titik dengan pendekatan Integer Linear Programming (ILP) menggunakan algoritma Branch and Bound. Data primer diperoleh melalui wawancara dan dokumentasi produksi, mencakup jenis produk, kebutuhan bahan baku, biaya operasional, harga jual, serta margin keuntungan. Analisis awal dilakukan dengan metode simpleks menggunakan perangkat lunak POM QM untuk memperoleh solusi linear, yang kemudian disempurnakan dengan algoritma Branch and Bound agar hasil berbentuk bilangan bulat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa solusi optimal dicapai dengan memproduksi 25 bal kolong-kolong dan tidak memproduksi jenis snack lainnya, menghasilkan keuntungan sebesar Rp1.650.000 per hari. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan ILP dengan Branch and Bound mampu meningkatkan efisiensi dan profitabilitas UMKM secara signifikan. Selain itu, metode ini dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan produksi berbasis kuantitatif. Penelitian ini juga menegaskan peran strategis KKN dalam transfer teknologi dan pendampingan berbasis solusi nyata bagi pelaku UMKM di daerah, sehingga mendukung penguatan ekonomi lokal secara berkelanjutan.

Kata kunci: Cabang dan Terikat; Optimisasi; Pemrograman Linier Bilangan Bulat; Produksi; UMKM

1. LATAR BELAKANG

Sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) menjadi fondasi penting dalam perekonomian Indonesia, berfungsi sebagai penggerak utama pertumbuhan ekonomi, pencipta kesempatan kerja, dan pemerataan pendapatan. Dalam kondisi persaingan pasar yang semakin ketat, usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) diharuskan untuk tidak hanya dapat memproduksi produk berkualitas, tetapi juga untuk mengelola sumber daya dengan cara yang efisien dan optimal agar dapat memaksimalkan keuntungan serta memastikan keberlanjutan usaha mereka.

Salah satu UMKM yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah industri kuliner makanan ringan khas yang berlokasi di kawasan Tebing Syahbandar. Kawasan ini dikenal dengan produk-produk unggulannya yang memiliki nilai rasa, tekstur, dan penampilannya yang khas, seperti Kolong-kolong (gelang-gelang), Untir-untir besar dan Untir-untir kecil. Namun, seperti umumnya permasalahan klasik yang dihadapi UMKM, para pelaku usaha di Tebing Syahbandar seringkali menghadapi kendala dalam perencanaan produksi. Kendala-kendala tersebut meliputi keterbatasan bahan baku, kapasitas tenaga kerja yang terbatas, waktu produksi, dan modal kerja. Seringkali, keputusan produksi masih diambil berdasarkan pengalaman dan intuisi, bukan berdasarkan perhitungan yang cermat, sehingga berpotensi menyebabkan pemborosan sumber daya, penumpukan inventory, atau bahkan kehilangan peluang penjualan akibat ketidakmampuan memenuhi permintaan.

Permasalahan perencanaan produksi ini pada dasarnya merupakan sebuah persoalan optimasi, yaitu bagaimana mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk memproduksi sejumlah item produk yang berbeda guna mencapai tujuan tertentu, seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya. Oleh karena itu, diperlukan sebuah metode yang mampu menangani kendala keputusan diskrit (bilangan bulat) tersebut. Integer Linear Programming (ILP) merupakan teknik optimasi untuk menyelesaikan masalah ini. ILP adalah ekstensi dari Linear Programming dimana beberapa atau semua variabel keputusannya dibatasi harus bernilai integer. Untuk menyelesaikan model ILP, salah satu algoritma yang paling *robust* dan *widely used* adalah *Branch and Bound*. Algoritma ini secara sistematis melakukan pencarian solusi *feasible* dengan membagi masalah menjadi sub-masalah yang lebih kecil (*branching*) dan menghitung batas atas/bawah (*bounding*) untuk menghilangkan cabang pencarian yang tidak mungkin menghasilkan solusi optimal, sehingga meningkatkan efisiensi komputasi.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka penelitian ini mengusulkan untuk merumuskan model *Integer Linear Programming* (ILP) untuk masalah optimasi produksi pada UMKM Untir-untir khas Tebing Syahbandar dan menyelesaikannya menggunakan algoritma *Branch and Bound*. Optimasi merupakan suatu solusi dan langkah dalam mencari nilai terbaik, baik itu memaksimalkan atau meminimalisirkan produksi dari suatu konteks yang diberikan secara matematis (Basriati, 2018). Kemudian menggabungkan *branch and bound* didalam metodenya. Metode ini dibantu dengan pengerjaan dari software POM QM untuk menghasilkan berapa kali iterasi (pengulangan) dalam program. Dengan menerapkan metode ini, diharapkan dapat menghasilkan jumlah produksi setiap item produk yang optimal (dalam bilangan bulat) yang memaksimalkan keuntungan total tanpa melanggar berbagai kendala sumber daya yang dimiliki UMKM. Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah tools dan referensi ilmiah bagi pelaku UMKM untuk meningkatkan efisiensi, profitabilitas, dan daya saing usaha mereka.

2. KAJIAN TEORITIS

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM)

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) adalah salah satu bagian dari ekonomi yang memberikan sumbangan penting bagi perkembangan ekonomi negara. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008, UMKM adalah usaha yang bersifat produktif yang dimiliki oleh individu atau badan usaha dengan kriteria tertentu yang ditentukan oleh aset dan pendapatan tahunan. UMKM dibedakan menjadi tiga kategori utama: usaha mikro dengan aset hingga Rp50 juta dan omzet maksimal Rp300 juta per tahun, usaha kecil dengan aset Rp50 juta–Rp500 juta serta omzet Rp300 juta–Rp2,5 miliar, dan usaha menengah dengan aset Rp500 juta–Rp10 miliar serta omzet Rp2,5 miliar–Rp50 miliar (Indonesia, 2008).

Secara teoretis, UMKM memiliki peran vital dalam menciptakan kemandirian ekonomi masyarakat. Sektor ini dianggap sebagai pilar pembangunan ekonomi karena mampu menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar, memperluas lapangan kerja, serta mendorong pertumbuhan ekonomi berbasis masyarakat lokal (Tambunan, 2019). UMKM juga berfungsi sebagai sarana pemerataan distribusi pendapatan, sehingga dapat mengurangi kesenjangan sosial dan meningkatkan kesejahteraan. Hal ini sesuai dengan teori pembangunan ekonomi yang menekankan pentingnya sektor informal dalam menopang perekonomian negara berkembang (Suryana & Bayu, 2014).

Namun, meskipun memiliki peranan penting, UMKM sering menghadapi berbagai permasalahan klasik. Beberapa kendala utama yang sering ditemui adalah keterbatasan modal, kesulitan dalam mengakses pasar, keterbatasan bahan baku, serta rendahnya adopsi teknologi dalam manajemen produksi (Koperasi & UKM, 2023). Selain itu, kapasitas manajerial yang masih rendah juga membuat sebagian besar UMKM kesulitan untuk melakukan inovasi dan meningkatkan daya saing. Kondisi ini menjadikan penelitian mengenai optimasi produksi pada UMKM sangat relevan, sebab dengan pendekatan ilmiah, UMKM dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya sekaligus memperbesar keuntungan yang diperoleh (Munthe et al., 2023).

Teori Produksi

Teori produksi adalah salah satu ide fundamental dalam ekonomi dan manajemen operasional yang menggambarkan koneksi antara sumber daya dan hasil dalam kegiatan produksi. Sumber daya dapat meliputi tenaga kerja, investasi, bahan, dan teknologi, sementara hasilnya adalah produk atau layanan yang diproduksi (Sukirno, 2016). Fungsi produksi dapat digambarkan dalam bentuk persamaan matematis yang menghubungkan faktor produksi dengan hasil produksi, sehingga hubungan kuantitatif antara input dan output dapat dianalisis. Dengan kata lain, efisiensi berhubungan dengan cara, sedangkan efektivitas berkaitan dengan hasil.

Linear Programming (LP)

Linear Programming (LP) adalah salah satu metode matematis yang digunakan untuk menentukan solusi optimal dalam pengalokasian sumber daya terbatas. Model LP umumnya terdiri dari tiga komponen utama, yaitu fungsi tujuan, fungsi kendala, dan variabel keputusan (Hillier & Lieberman, 2015). Fungsi tujuan bisa berupa maksimasi (misalnya keuntungan) atau minimasi (misalnya biaya produksi). Fungsi kendala mencerminkan batasan yang harus dipatuhi, seperti jumlah bahan baku, tenaga kerja, waktu produksi, atau modal. Sedangkan variabel keputusan adalah besaran yang nilainya harus ditentukan untuk mencapai solusi optimal, misalnya jumlah produk yang diproduksi.

Integer Linear Programming (ILP)

Integer Linear Programming (ILP) adalah pengembangan dari Linear Programming yang memiliki syarat tambahan bahwa sebagian atau seluruh variabel keputusan harus berupa bilangan bulat (integer). Dengan demikian, ILP lebih realistis untuk diterapkan pada kasus nyata, seperti produksi barang, distribusi produk, penjadwalan tenaga kerja, dan perencanaan transportasi (Winston, 2004). Dalam penelitian ini, ILP sangat relevan digunakan karena jumlah produk yang dihasilkan UMKM tentu harus berbentuk bilangan bulat. Misalnya, jika

hasil perhitungan LP menyarankan produksi 10,5 unit produk, maka solusi tersebut tidak dapat diimplementasikan. ILP menyelesaikan masalah ini dengan membulatkan variabel keputusan ke bilangan bulat tanpa mengurangi optimalitas solusi (Wolsey & Nemhauser, 1999).

Algoritma Branch and Bound

Algoritma Branch and Bound adalah salah satu teknik yang paling umum digunakan untuk menyelesaikan persoalan Integer Linear Programming. Algoritma ini diungkapkan pertama kali oleh Land dan Doig pada tahun 1960 dan sejak saat itu menjadi metode standar dalam pemrograman integer (Land & Doig, 2009). Prinsip utama Branch and Bound terdiri dari tiga langkah penting. Pertama, *branching*, yaitu membagi masalah besar menjadi beberapa submasalah yang lebih kecil. Kedua, *bounding*, yakni menghitung batas atas atau batas bawah dari setiap submasalah untuk menentukan apakah submasalah tersebut layak dipertimbangkan lebih lanjut. Ketiga, *pruning*, yaitu mengabaikan cabang solusi yang tidak memungkinkan menghasilkan solusi optimal (Hillier & Lieberman, 2015).

Keunggulan algoritma Branch and Bound adalah kemampuannya menemukan solusi optimal yang berbentuk integer dengan lebih cepat dibandingkan metode enumerasi lengkap. Dalam konteks UMKM, algoritma ini membantu menentukan jumlah produksi setiap jenis produk yang paling menguntungkan tanpa harus membuang banyak waktu dalam perhitungan.

3. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan oleh sebagian anak-anak KKN (Kerja Kuliah Nyata) pada bulan Agustus di sebuah pabrik kecil *snack* untir-untir salah satu umkm yang beralamat di Gg. Rukun, Kecamatan Tebing Syahbandar, Kabupaten Serdang Bedagai. Peneliti melakukan pengumpulan data sekunder melalui pemilik usaha. Subjek yang diteliti terdiri dari: Pemilik pabrik berfungsi sebagai pihak utama dalam manajemen usaha, sementara karyawan pabrik berperan langsung dalam proses pembuatan, dan distributor serta pengecer memiliki tanggung jawab dalam penjualan dan distribusi produk. Pemilihan subjek penelitian dilakukan dengan metode purposive sampling, yaitu pemilihan informan berdasarkan kriteria tertentu yang dianggap memiliki pemahaman mendalam mengenai isu yang dikaji. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara, yang dilakukan secara langsung dengan mengajukan pertanyaan kepada pemilik pabrik untir-untir mengenai informasi yang dibutuhkan untuk keperluan penelitian ini. Berikut adalah data-data yang berhasil terkumpul: Jenis-jenis produksi snack dari Pabrik Untir-untir Titik; Bahan baku utama dan persediaan stok yang dipergunakan dalam pembuatan; Biaya produksi dari pembuatan, harga jual dan keuntungan dari setiap jenis snack.

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data kuantitatif. Data kuantitatif merupakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran variabel kuantitatif, data tersebut dibedakan atas data diskrit dan data kontinu. Data diskrit adalah hasil menghitung, hanya nilai tertentu yang mungkin sedangkan data kontinu adalah hasil pengukuran dengan sejumlah besar nilai potensial diantaranya (Kusumastuti et al., 2020). Metode yang diterapkan dalam studi ini adalah pendekatan kuantitatif, yang merupakan tipe penelitian di mana informasi yang didapat diproses dan dianalisis dengan cara mencerminkan data yang sebenarnya. Sasaran dari studi ini adalah untuk memahami pengoptimalan penjualan untir-untir yang telah dilakukan distribusi kepada pembeli. Pada penelitian ini, jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif. Data kuantitatif adalah informasi yang diperoleh dari pengukuran variabel yang dapat dihitung, dan data tersebut terbagi menjadi data diskrit dan data kontinu. Data diskrit adalah hasil menghitung, hanya nilai tertentu yang mungkin sedangkan data kontinu adalah hasil pengukuran dengan sejumlah besar nilai potensial diantaranya (Kusumastuti et al., 2020).

Data dianalisis dan dioptimalkan melalui Pemrograman Linier dengan menggunakan metode simpleks. Proses analisis ini memerlukan perangkat lunak, terutama jika data yang dihadapi cukup besar. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis ini adalah POM QM for Windows. Setelah tahap optimasi selesai dan hasilnya didapatkan, maka hasil tersebut akan dianalisis kembali untuk melihat dampak dari perubahan-perubahan yang terjadi.

Secara keseluruhan, tahap-tahap yang diambil dalam menganalisis data untuk penelitian tugas akhir ini adalah: Mengumpulkan informasi dari lokasi yang akan digunakan untuk membuat model matematika Pemrograman Linier; Menyusun rumusan model Pemrograman Linier; Mengembangkan standar simpleks; Melaksanakan proses iterasi menggunakan perangkat lunak QM for Windows; Melakukan pengujian optimalisasi, untuk kasus maksimasi nilai fungsi objektif dianggap optimal jika tidak terdapat nilai negatif pada baris, sedangkan untuk minimasi sebaliknya; Menganalisis cabang dan batas pada solusi yang terbaik; Menyusun kesimpulan dan memberikan rekomendasi berdasarkan hasil yang didapatkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian ini diperoleh dari Pabrik *Snack* Untir – untir Titik, terdapat data dari catatan laporan keuangan, catatan bahan baku mentah, harga penjualan dan laba. Data ini terbentuk dalam format tabel untuk memudahkan pemahaman. Berikut jenis-jenis snack yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Jenis Snack.

No	Jenis Snack	Simbol Produksi
1	Kolong - kolong	x_1
2	Untir – untir Besar	x_2
3	Untir – untir kecil	x_3

Tabel 2. Bahan baku pembuatan Snack dan ketersediaannya.

No	Kendala	Kolong - Kolong (Kiloan)	Untir – untir Besar (Rentengan)	Untir – untir Kecil (Rentengan)	Persediaan
1	Tepung	2 sak	1 sak	2 sak	4500 kg
2	Minyak	30 liter	25 liter	20 liter	2100 liter
3	Gula	15 kg	15 kg	12 kg	900 kg
4	Garam	20 gram	25 gram	20 gram	10000 gram
5	Pengembang	-	1 pcs	1 pcs	1000 gram
6	Tepung susu	300 gram	350 gram	400 gram	7500 gram

Tabel 3. Biaya produksi dan harga jual snack.

No	Jenis snack	Biaya Produksi (Rp)	Harga penjualan	Laba
1	Kolong-kolong	66.000	100.000	34.000
2	Untir-untir Besar	33.000	100.000	67.000
3	Untir-untir Kecil	66.000	100.000	34.000

Tabel 4. Jumlah Produksi Snack Harian.

No	Jenis Snack	Jumlah Produksi (bal)	Laba (Rp)
1	Kolong – kolong	14	1.400.000
2	Untir – untir Besar	21	693.000
3	Untir – untir Kecil	31	2.046.000
	Total	66	4.139.000

Format tabel diatas di formulasikan dalam bentuk model matematika dari data yang diambil dari pabrik untir-untir. Untuk mencapai hasil optimal penelitian menerapkan pendekatan pemograman linier integer. Metode yang digunakan dalam analisis adalah branch and bound untuk menentukan solusi optimal suatu permasalahan yang melibatkan variabel integer. Pada penelitian model pemograman yang digunakan dalam penelitian adalah variabel integer positif. Maka dapat diformulasikan sebagai berikut.

Fungsi Tujuan

$$Z_{\max} = 66.000x_1 + 33.000x_2 + 66.000x_3$$

2.Fungsi Kendala

$$50x_1 + 50x_2 + 30x_3 \leq 1050$$

$$30x_1 + 25x_2 + 20x_3 \leq 1400$$

$$10 x_1 + 15x_2 + 12x_3 \leq 1000$$

$$250 x_1 + 200x_2 + 300x_3 \leq 1000$$

$$200 x_1 + 250 x_2 + 140x_3 \leq 1000$$

$$300x_1 + 350x_2 + 500x_3 \leq 1750$$

Model matematika yang disusun memudahkan untuk mencapai solusi optimal dalam permasalahan pemrograman linier. Selanjutnya menambahkan variabel *slack* pada fungsi tujuan dan fungsi kendala.

Fungsi tujuan:

$$66.000x_1 + 33.000x_2 + 66.000x_3 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6$$

Fungsi kendala:

$$50 x_1 + 50x_2 + 30x_3 + 0S_1 = 1050$$

$$30 x_1 + 25x_2 + 20x_3 + 0S_2 = 1400$$

$$10 x_1 + 15x_2 + 12x_3 + 0S_3 = 1000$$

$$250 x_1 + 200x_2 + 300x_3 + 0S_4 = 1000$$

$$200 x_1 + 250 x_2 + 140x_3 + 0S_5 = 1000$$

$$300x_1 + 350x_2 + 500x_3 + 0S_6 = 1750$$

Tabel 5. Tabel metode simpleks awal.

	x_1	x_2	x_3	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	rhs
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cj-zj	66.000	33.000	66.000	0	0	0	0	0	0	
S_1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	4500
S_2	30	25	20	0	1	0	0	0	0	2100
S_3	15	15	12	0	0	1	0	0	0	900
S_4	20	25	20	0	0	0	1	0	0	10000
S_5	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1000
S_6	300	350	400	0	0	0	0	0	1	7500

Tabel 6. Iterasi 1 Original Problem with Solution.

	s_6	x_2	x_3	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	Rhs
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,0067	1650000
cj-zj	0	-	-22000	0	0	0	0	0	-0,1	
		44.000								
S_1	0	-	-0,666	1	0	0	0	0	-0,05	4450
		1,3333								
S_2	30	-10	20	0	1	0	0	0	-0,0667	1350
S_3	15	-2,5	12	0	0	1	0	0	0	525
S_4	20	1,6667	-6,6667	0	0	0	1	0	0,0033	9500
s_5	0	1	1	0	0	0	0	1	220	1000
x_1	1	1,1667	1,3333	0	0	0	0	0	-220	25

Berdasarkan hasil dari tabel iterasi 1 Software POM-QM, maka iterasi berhenti dan mendapatkan solusi yang optimal. Tabel diatas menunjukkan solusi optimal dari metode simpleks, sehingga didapat variabel berikut yang mengikuti:

$$Z = 1.650.000$$

$$x_1 = 25$$

$$x_2 = 0$$

$$x_3 = 0$$

	Kolong-kolong	untir-untir Besar	Untir-untir kecil		RHS
Maximize	66000	33000	66000		
Tepung	2	1	2	<=	4500
Minyak	30	25	20	<=	2100
Gula	15	15	12	<=	900
Garam	20	25	20	<=	10000
Pengembang	0	1	1	<=	1000
Tepung susu	300	350	400	<=	7500
Variable type (click to set)	Integer	Integer	Integer		
Solution->	25	0	0	Optimal Z->	1650000

Gambar 1. Hasil perhitungan Software POM QM dengan metode simpleks.

Hasil solusi optimal yang diberikan perangkat lunak POM QM melalui metode simpleks bukanlah solusi optimal yang sebenarnya. Beberapa output produksi snack umkm khas Tebing Syahbandar harus berupa bilangan bulat. Maka dari itu, pencarian solusi optimal dilanjutkan dengan metode cabang dan batas, sehingga sisa bahan baku dapat diminimalkan dan solusi tetap memenuhi batasan kendala. Berdasarkan dari tabel yang diatas maka solusi yang diberikan adalah $x_1 = 25$, $x_2 = 0$, $x_3 = 0$ dengan keuntungan sebesar Rp1.650.000. Karena nilai dari variabel keputusan yang diinginkan seharusnya berupa bilangan bulat, langkah berikutnya adalah menerapkan pemrograman linier integer dengan teknik branch and bound. Berikut adalah tahapan perhitungannya: Memilih variabel keputusan yang mempunyai nilai pecahan terbesar yaitu $x_1 = 25$ untuk membuat cabang. Variabel akan dibagi menjadi dua sub-masalah, yaitu sub-masalah 1 dan 2. Untuk sub-masalah 1, tambahkan kendala $1 \leq 25$ dan sub-masalah 2, yaitu $1 \geq 25$. Kemudian, temukan solusi untuk setiap sub-masalah menggunakan metode simpleks untuk menentukan nilai optimal. Setiap cabang yang memiliki solusi layak akan terus diproses hingga mencapai iterasi optimal. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan perangkat lunak POM QM, hasil akhir perhitungan menunjukkan bahwa solusi optimal adalah sebagai berikut:

Variable	Type	Value
Kolong-kolong	Integer	25
untir-untir Besar	Integer	0
Untir-untir kecil	Integer	0
Solution value		1650000

Gambar 2. Hasil akhir perhitungan POM QM.

Berdasarkan hasil akhir yang diperoleh dengan metode branch and bound, produksi harian masing-masing jenis snack adalah 25 kolong-kolong, 0 untir-untir besar, dan 0 untir-untir kecil. Keuntungan yang dihasilkan dari produksi tersebut adalah Rp1.650.000. Perbandingan antara data aktual pabrik dan data yang diperoleh melalui metode branch and bound, termasuk perhitungan keuntungan dan jumlah produksi, dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Tabel 6. Perbandingan data aktual pabrik data yang diperoleh melalui metode branch and bound, termasuk perhitungan dan keuntungan jumlah produksi, dapat dilihat tabel dibawah ini:

Tabel 7. Perbandingan data pabrik dan data aktual.

No	Jenis-jenis Snack	Data Pabrik Nyata		Metode Branch and bound	
		Jumlah Produksi (Bal)	Keuntungan	Jumlah Produksi (Bal)	Keuntungan
1	Kolong-kolong	14	1.400.000	25	1.650.000
2	Untir-untir besar	21	693.000	0	0
3	Untir-untir kecil	31	2.046.000	0	0
	Total	66	4.139.000	25	1.650.000

Berdasarkan Tabel 7, yang menunjukkan perbandingan antara data pabrik dan metode branch and bound, terlihat bahwa produksi harian awal pabrik adalah 66 bal, yang terdiri dari kolong-kolong, untir-untir besar dan untir-untir kecil dengan keuntungan sebesar Rp1.400.000 per hari. Setelah diproses menggunakan metode branch and bound, jumlah produksi kolong-kolong menjadi 25 bal dengan keuntungan mencapai Rp1.650.000 per hari. Dari data tersebut, terlihat bahwa satu jenis snack mengalami peningkatan keuntungan dibandingkan dengan angka awal. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, keuntungan dari hasil penjualan kolong-kolong (*snack*) dari Pabrik untir-untir mengalami kenaikan sebesar Rp250.000 dibandingkan dengan keuntungan berdasarkan data pabrik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi ini mengindikasikan bahwa penggunaan metode Integer Linear Programming dengan teknik simpleks dan branch and bound dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi dalam produksi serta keuntungan di Pabrik untir-untir makanan khas Tebing Syahbandar.

Dengan memaksimalkan keuntungan metode ini menghasilkan hasil produksi. Penerapan metode ini menghasilkan peningkatan produksi harian kolong-kolong dari 14 bal menjadi 24 bal dan peningkatan keuntungan harian dari Rp1.400.000 menjadi Rp1.650.000. Hasil penelitian ini menekankan pentingnya penggunaan metode matematika dalam pengambilan keputusan di sektor produksi pangan.

Berdasarkan temuan dari studi ini, penggunaan metode Integer Linear Programming dengan algoritma Branch and Bound terbukti efektif dalam mendukung UMKM untuk menetapkan strategi produksi yang lebih efisien dan menguntungkan. Oleh karena itu, penulis menyarankan agar pelaku UMKM, khususnya di bidang industri pangan tradisional, mulai berani mengintegrasikan pendekatan matematis dan teknologi dalam pengambilan keputusan produksi. Pemerintah dan lembaga terkait juga diharapkan lebih aktif memberikan pelatihan, pendampingan, serta akses teknologi sederhana seperti perangkat lunak optimasi agar UMKM tidak hanya bertahan, tetapi juga berkembang dalam persaingan pasar yang semakin ketat.

Selain itu, penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada ruang lingkup data dan variabel yang digunakan. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas cakupan dengan melibatkan faktor-faktor eksternal, seperti permintaan pasar dan fluktuasi harga bahan baku, sehingga hasil optimasi menjadi lebih komprehensif dan aplikatif. Dengan langkah kecil namun konsisten, optimasi berbasis ilmu pengetahuan ini diharapkan mampu menjadi jembatan bagi UMKM menuju keberlanjutan usaha dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

DAFTAR REFERENSI

- Basriati, S. (2018). Integer linear programming dengan pendekatan metode cutting plane dan branch and bound untuk optimasi produksi tahu. *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika*, 4(2), 95–104.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to operations research*. McGraw-Hill.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). *Introduction to operations research* (11th ed.). McGraw-Hill.
- Indonesia, R. (2008). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008 tentang usaha mikro, kecil, dan menengah*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Koperasi, K., & UKM, R. I. (2023). *Laporan tahunan UMKM Indonesia 2023*. Jakarta: Kemenkop UKM.
- Kusumastuti, R., Wibowo, A., & Prasetyo, B. (2020). Data kuantitatif dan penerapannya dalam penelitian. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 8(2), 45–56.
- Land, A. H., & Doig, A. G. (1960). An automatic method for solving discrete programming problems. *Econometrica*, 28(3), 497–520.

- Land, A. H., & Doig, A. G. (2009). An automatic method for solving discrete programming problems. In *50 Years of Integer Programming 1958-2008: From the Early Years to the State-of-the-Art* (pp. 105–132). Springer.
- Lina, T., Rumetna, S., Dimara, A., Sianuturi, C., Metalmety, C., Lengkong, K., Safitri, M., Uniwaly, N., & Putra, Wi. (2020). Penerapan metode simpleks dalam optimalisasi keuntungan hasil produksi lemon cina dan daun jeruk purut. *Jurnal Elektro Luceat*, 6(1), 93–101.
- Munthe, A., Yarham, M., & Siregar, R. (2023). Peranan usaha mikro kecil menengah terhadap perekonomian Indonesia. *Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen Dan Akuntansi*, 2(3), 593–614.
- Nemhauser, G. L., & Wolsey, L. A. (1988). *Integer and combinatorial optimization*. Wiley.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sukirno, S. (2016). *MAKROEKONOMI: Teori pengantar*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Suryana, S., & Bayu, K. (2014). *Kewirausahaan: Kiat dan proses menuju sukses*. Jakarta: Salemba Empat.
- Taha, H. A. (2017). *Operations research: An introduction* (10th ed.). Pearson.
- Tambunan, T. T. H. (2019). UMKM di Indonesia: Masalah dan kebijakan. *Jurnal Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 20(1), 1–15.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008 tentang UMKM.
- Williams, H. P. (2013). *Model building in mathematical programming* (5th ed.). Wiley.
- Winston, W. L. (2004). *Operations research: Applications and algorithms* (4th ed.). Thomson Brooks/Cole.
- Winston, W. L. (2004). *Operations research: Applications and algorithms*. Thomson Learning, Inc.
- Wolsey, L. A., & Nemhauser, G. L. (1999). *Integer and combinatorial optimization*. John Wiley & Sons.