



Optimisasi Keuntungan Produksi Kue pada *Cake By Cece* Menggunakan Algoritma *Branch and Bound*

Eva Kosasih*, Ni Wayan Rusniati, Ni Ketut Tari Tastrawati

Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali, Indonesia 80361

*Penulis Korespondensi: kosasih.2208541054@student.unud.ac.id

Abstract: This study aims to optimize the cake production profit at *Cake By Cece* using the *Branch and Bound* algorithm. The data used include raw material requirements per batch, daily raw material availability, and selling prices for three types of cakes: Cookies, Brownies, and Cinnamon Roll. The optimization model is formulated as an Integer Linear Programming problem with the objective of maximizing total daily profit. The model is solved using the simplex method followed by the *Branch and Bound* algorithm to obtain valid integer solutions. The results indicate that the optimal production combination is 2 batches of Cookies, 2 batches of Brownies, and 3 batches of Cinnamon Roll, yielding a maximum profit of IDR 233,000 per day. This solution satisfies all raw material constraints and is feasible for daily operational implementation. This study provides quantitative recommendations to support production decision-making in culinary sector MSMEs.

Keywords: *Branch and Bound* algorithm, integer linear programming, production optimization, MSMEs, *Cake By Cece*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan keuntungan produksi kue di *Cake By Cece* menggunakan algoritma *Branch and Bound*. Data yang digunakan meliputi kebutuhan bahan baku per batch, ketersediaan bahan baku harian, dan harga jual untuk tiga jenis kue: Kue Kering, Brownies, dan Cinnamon Roll. Model optimasi diformulasikan sebagai masalah Pemrograman Linier Integer dengan tujuan memaksimalkan total keuntungan harian. Model diselesaikan menggunakan metode simpleks yang diikuti oleh algoritma *Branch and Bound* untuk mendapatkan solusi integer yang valid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi produksi yang optimal adalah 2 batch Kue Kering, 2 batch Brownies, dan 3 batch Cinnamon Roll, dengan keuntungan maksimum sebesar Rp233.000 per hari. Solusi ini memenuhi semua kendala bahan baku dan layak untuk implementasi operasional harian. Penelitian ini memberikan rekomendasi kuantitatif untuk mendukung pengambilan keputusan produksi di UMKM sektor kuliner.

Kata Kunci: Algoritma *Branch and Bound*, pemrograman linier integer, optimasi produksi, UMKM, *Cake By Cece*

1. LATAR BELAKANG

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan salah satu pilar utama perekonomian Indonesia yang memberikan kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) serta penyerapan tenaga kerja nasional. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2024), sektor UMKM menyumbang lebih dari 60% terhadap PDB dan berperan sebagai penggerak utama dalam menjaga stabilitas pertumbuhan ekonomi. Di tengah dinamika pasar dan persaingan yang semakin ketat, UMKM dituntut untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing melalui pengelolaan sumber daya yang optimal guna menjaga keberlanjutan usaha.

Salah satu subsektor UMKM yang mengalami pertumbuhan pesat adalah industri makanan dan minuman, khususnya pada bidang produksi kue. Aktivitas produksi kue sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku serta manajemen produksi yang efisien agar dapat menghasilkan keuntungan maksimal. Namun, keterbatasan bahan baku dan fluktuasi

permintaan pasar seringkali menjadi tantangan utama dalam menentukan kombinasi produksi yang paling menguntungkan. Oleh sebab itu, penerapan metode optimisasi dalam perencanaan produksi menjadi sangat penting guna meningkatkan profitabilitas dan daya saing UMKM.

Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas penggunaan metode optimisasi dalam mendukung pengambilan keputusan produksi pada UMKM. Sari (2019) menggunakan metode *linear programming* untuk menentukan jumlah produksi optimal pada UMKM Raina Kersen, yang terbukti mampu memaksimalkan keuntungan. Falahiyah (2020) menunjukkan bahwa pendekatan *linear programming* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku pada UMKM Bakso Bening Sahabat. Selanjutnya, Sakdiah (2024) menerapkan metode simpleks untuk optimisasi produksi pada UMKM Rafif Nugget dan berhasil meningkatkan laba usaha secara signifikan.

Meskipun metode simpleks efektif dalam menyelesaikan masalah optimisasi produksi, tetapi solusi yang dihasilkan tidak selalu berupa bilangan bulat sehingga tidak dapat diterapkan secara langsung pada praktik produksi riil yang mengharuskan jumlah produk berupa bilangan bulat. Oleh karena itu, algoritma *Branch and Bound* digunakan untuk memperoleh solusi integer yang optimal. Dali, Lesnussa, dan Ilwaru (2022) menerapkan algoritma ini pada PT Satelit Maluku untuk mengoptimalkan produksi spring bed dan meningkatkan keuntungan perusahaan. Wibowo, Widya, dan Imani (2018) menggunakan pendekatan yang sama dalam penjadwalan mesin di PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk dan berhasil menurunkan waktu produksi secara signifikan. Penelitian lain oleh Khotimah, Wijayanti, dan Setyaningsih (2021) menunjukkan bahwa algoritma *Branch and Bound* dapat membantu pelaku UMKM sektor makanan dan kerajinan dalam meningkatkan efisiensi serta profitabilitas.

Cake By Cece merupakan salah satu UMKM di sektor kuliner yang memproduksi berbagai jenis kue seperti brownies, cookies, dan cinnamon roll. Dalam praktik operasionalnya, *Cake By Cece* menghadapi kendala keterbatasan bahan baku serta kebutuhan untuk menetapkan strategi produksi yang mampu memaksimalkan keuntungan harian secara efisien. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada upaya menentukan kombinasi jumlah produksi kue yang optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan bahan baku yang tersedia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan algoritma *Branch and Bound* dalam menentukan kombinasi jumlah produksi kue yang optimal berdasarkan data kebutuhan bahan baku, kapasitas persediaan harian, dan estimasi harga jual produk. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi kuantitatif yang mendukung pengambilan keputusan produksi secara efisien dan efektif di lingkungan UMKM.

2. METODE PENELITIAN

Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh langsung dari usaha *Cake By Cece*, berupa kebutuhan bahan baku per batch produk, kapasitas bahan baku harian, harga jual, serta jumlah produksi per batch untuk tiga jenis kue: Cookies, Brownies, dan Cinnamon Roll. Data tersebut dikumpulkan melalui wawancara dan observasi langsung selama periode penelitian.

Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Variabel Keputusan: Jumlah batch produksi untuk setiap jenis kue yang akan dioptimalkan, yaitu:
 - x_1 : jumlah batch Cookies yang diproduksi
 - x_2 : jumlah batch Brownies yang diproduksi
 - x_3 : jumlah batch Cinnamon Roll yang diproduksi
2. Fungsi Tujuan: Keuntungan total maksimum yang dapat diperoleh dari produksi ketiga jenis kue dalam periode harian.
3. Fungsi Kendala: Ketersediaan maksimum bahan baku harian yang membatasi proses produksi, seperti tepung terigu, butter, telur, brown sugar, white sugar, coklat DCC, bubuk coklat, susu cair, chocochips, dan ragi instan.

Model optimisasi

Permasalahan optimisasi produksi pada UMKM *Cake By Cece* diformulasikan ke dalam model matematis berupa *Integer Linear Programming* (ILP). Model ILP dipilih karena produk kue tidak dapat diproduksi dalam satuan pecahan, sehingga solusi harus berupa bilangan bulat. Model ini terdiri dari fungsi objektif yang akan dimaksimalkan dan serangkaian kendala linier yang merepresentasikan keterbatasan sumber daya.

Metode Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini melibatkan beberapa tahapan:

1. Perumusan Model Matematis: Data yang terkumpul dari UMKM *Cake By Cece* (kebutuhan bahan baku, kapasitas, biaya, harga jual) akan digunakan untuk menyusun model ILP, meliputi fungsi objektif (maksimasi keuntungan) dan kendala-kendala sumber daya.
2. Penyelesaian Model: Model ILP akan diselesaikan dengan menggunakan kombinasi metode simpleks dan algoritma *Branch and Bound*.

- Pertama, model ILP dipecahkan menggunakan metode simpleks sebagai relaksasi linier untuk mendapatkan solusi awal. Metode simpleks digunakan untuk mencari solusi optimal dari fungsi objektif linier dengan kendala tertentu (Sakdiah, 2024).
 - Jika solusi yang diperoleh dari metode simpleks tidak menghasilkan nilai variabel keputusan bilangan bulat, maka algoritma *Branch and Bound* diterapkan. Algoritma ini merupakan metode sistematis yang memecah masalah menjadi sub-masalah (*branching*) dan membuang cabang solusi yang tidak mungkin optimal (*bounding*), hingga ditemukan solusi bilangan bulat yang optimal (Dali, Lesnussa, & Ilwaru, 2022).
3. Interpretasi Hasil: Solusi optimal berupa jumlah batch produksi untuk setiap jenis kue akan diinterpretasikan, serta keuntungan maksimum yang dapat dicapai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Produksi dan Persediaan Bahan Baku

Penelitian ini menggunakan data produksi dari toko *Cake By Cece*, yang memproduksi tiga jenis kue, yaitu Cookies, Brownies, dan Cinnamon Roll. Setiap produk memiliki komposisi bahan baku dan jumlah hasil produksi per batch yang berbeda, yaitu sekitar 20 keping Cookies, 20 potong Brownies, dan 12 potong Cinnamon Roll. Informasi rinci mengenai kebutuhan bahan baku untuk setiap produk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Bahan Baku per Batch.

Bahan Baku	Satuan	Cookies	Brownies	Cinnamon Roll
Tepung Terigu	Gram	280	100	350
Butter	Gram	170	70	125
Brown Sugar	Gram	200	–	30
White Sugar	Gram	60	150	30
Coklat DCC	Gram	–	150	–
Bubuk Coklat	Gram	–	3	–
Telur	Butir	2	2	1
Susu Cair	Gram	–	–	180
Chocochips	Gram	150	150	–
Ragi Instan	Gram	–	–	7
Total Modal	Rupiah	59.000	66.000	31.000
Harga Jual	Rupiah	80.000	100.000	72.000
Keuntungan/batch	Rupiah	21.000	34.000	41.000

Keterangan: Tanda “–” menunjukkan bahan tidak digunakan pada produk terkait.

Selain itu, Tabel 2 menyajikan total biaya produksi per batch (total modal), perkiraan harga jual, serta keuntungan per batch.

Tabel 2. Biaya Produksi, Harga Jual, dan Keuntungan per Batch.

Item	Cookies (Rupiah)	Brownies (Rupiah)	Cinnamon Roll (Rupiah)
Total Modal	59.000	66.000	31.000
Harga Jual	80.000	100.000	72.000
Keuntungan/batch	21.000	34.000	41.000

Keterangan: Harga jual merupakan perkiraan harga pasar per batch (± 20 potong untuk Cookies dan Brownies, ± 12 potong untuk Cinnamon Roll).

Sementara itu, ketersediaan maksimum bahan baku harian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persediaan Bahan Baku Harian.

Bahan Baku	Satuan	Persediaan Maksimum	Keterangan
Tepung Terigu	Gram	5.000	5 kg
Butter	Gram	1.000	4 bungkus @250 gr
Brown Sugar	Gram	500	2 bungkus @250 gr
White Sugar	Gram	1.000	1 kg
Coklat DCC	Gram	300	2 bungkus @150 gr
Bubuk Coklat	Gram	100	1 bungkus
Telur	Butir	15	15 butir
Susu Cair	Gram	1.000	± 1 liter UHT (1.030 gram)
Chocochips	Gram	500	2 bungkus @250 gr
Ragi Instan	Gram	20	2 sachet @10 gr

Pemodelan optimisasi Produksi

Berdasarkan kebutuhan bahan baku (Tabel 1), biaya, harga jual, dan keuntungan per batch (Tabel 2), serta persediaan maksimum harian (Tabel 3), maka disusunlah model optimisasi produksi dalam bentuk *Integer Linear Programming* (ILP) dengan tujuan memaksimalkan total keuntungan harian. Model ini banyak digunakan dalam perencanaan produksi (Winston, 2004). Variabel keputusan didefinisikan sebagai berikut:

- x_1 : jumlah batch Cookies yang diproduksi
- x_2 : jumlah batch Brownies yang diproduksi
- x_3 : jumlah batch Cinnamon Roll yang diproduksi

Fungsi objektif yang ingin dimaksimalkan adalah:

$$\text{Maksimalkan } Z = 21000x_1 + 34000x_2 + 41000x_3$$

dengan kendala sumber daya sebagai berikut (dalam satuan gram dan butir):

$$\begin{aligned} 280x_1 + 100x_2 + 350x_3 &\leq 5000 \text{ (Tepung Terigu)} \\ 170x_1 + 70x_2 + 125x_3 &\leq 1000 \text{ (Butter)} \\ 200x_1 + 30x_3 &\leq 500 \text{ (Brown Sugar)} \\ 60x_1 + 150x_2 + 30x_3 &\leq 1.000 \text{ (White Sugar)} \\ 150x_2 &\leq 300 \text{ (Coklat DCC)} \\ 3x_2 &\leq 100 \text{ (Bubuk Coklat)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2x_1 + 2x_2 + x_3 &\leq 15 \text{ (Telur)} \\
 180x_3 &\leq 1000 \text{ (Susu Cair)} \\
 150x_1 + 150x_2 &\leq 500 \text{ (Chocochips)} \\
 7x_3 &\leq 20 \text{ (Ragi Instan)} \\
 x_1, x_2, x_3 &\geq 0
 \end{aligned}$$

Metode Simpleks

Model tersebut kemudian diselesaikan menggunakan metode simpleks. Metode ini bertujuan mencari solusi optimal dari fungsi objektif linier dengan kendala tertentu. Namun, metode simpleks standar tidak menjamin solusi berupa bilangan bulat (Taha, 2017). Berikut adalah tabel simpleks awal berdasarkan data toko Cake By Cece:

Tabel 4. Tabel Awal Simpleks.

C_b	C_j	21000	34000	41000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R
		x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}	
0	s_1	280	100	350	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5000
0	s_2	170	70	125	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1000
0	s_3	200	0	30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	500
0	s_4	60	150	30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1000
0	s_5	0	150	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	300
0	s_6	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	100
0	s_7	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	15
0	s_8	0	0	180	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1000
0	s_9	150	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	500
0	s_{10}	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
	Z	-21000	-34000	-41000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan: S_1 – S_{10} adalah variabel slack untuk setiap kendala.

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa pada baris Z masih terdapat nilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa solusi awal belum optimal. Oleh karena itu, iterasi simpleks perlu dilakukan hingga seluruh nilai Z bernilai nol atau positif, sesuai prinsip metode simpleks (Taha, 2017). Iterasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *pmcalculator*. Pada iterasi ke-3 diperoleh: $x_1 = 1,33$, $x_2 = 2$, dan $x_3 = 2,86$ sehingga nilai maksimum fungsi objektif yang dicapai adalah $Z = 213142,86$. Namun, karena nilai x_1 dan x_3 bukan bilangan bulat, maka solusi tersebut tidak valid untuk model integer. Oleh karena itu, proses dilanjutkan menggunakan algoritma *Branch and Bound* untuk memperoleh solusi integer.

Algoritma Branch and Bound

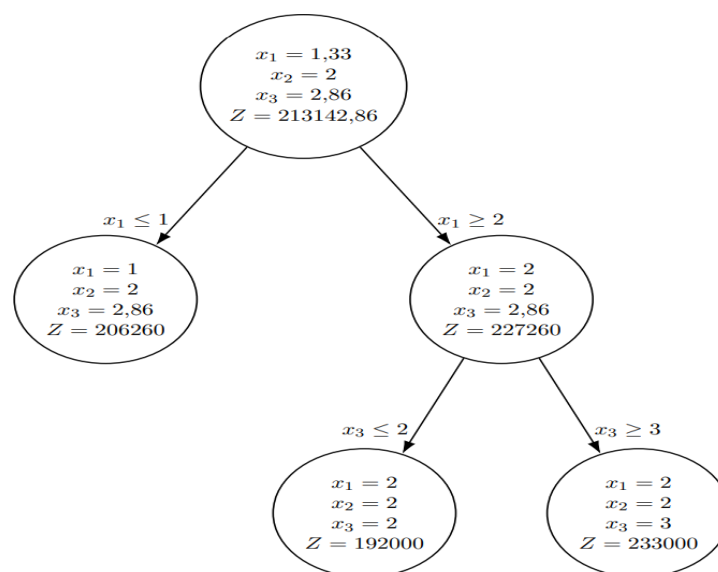
Algoritma *Branch and Bound* adalah metode sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pemrograman bilangan bulat. Algoritma ini bekerja dengan cara membagi masalah utama menjadi beberapa submasalah melalui proses pencabangan (*branching*) pada variabel yang belum bernilai bilangan bulat. Selanjutnya, dilakukan pemangkasan (*bounding*) terhadap submasalah yang tidak berpotensi menghasilkan solusi optimal, sehingga proses pencarian solusi menjadi lebih efisien. Metode ini sangat efektif

diterapkan pada model *Integer Linear Programming* untuk menemukan solusi optimal yang berupa bilangan bulat (Hillier & Lieberman, 2010)

Proses percabangan pertama dilakukan pada variabel x_1 , karena memiliki nilai non-integer yaitu 1,33. Nilai ini kemudian dibagi menjadi dua submasalah, yaitu dengan batasan $x_1 \leq 1$ dan $x_1 \geq 2$. Pada submasalah pertama ($x_1 \leq 1$), diperoleh nilai variabel $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, dan $x_3 = 2,36$, sehingga nilai fungsi objektif $Z = 206260$. Meskipun nilai x_1 sudah merupakan bilangan bulat, namun karena x_3 masih bernilai desimal dan nilai Z lebih rendah dibandingkan solusi sebelumnya, maka percabangan tidak dilanjutkan pada bagian ini.

Sementara itu, pada submasalah kedua dengan batasan ($x_1 \geq 2$), diperoleh nilai variabel $x_1 = 2$, $x_2 = 2$, dan $x_3 = 2,86$. Dengan nilai tersebut, maka diperoleh nilai fungsi objektif $Z = 227260$. Nilai ini lebih tinggi dari solusi sebelumnya, tetapi masih belum valid karena x_3 masih belum bilangan bulat. Oleh karena itu, dilakukan percabangan lanjutan berdasarkan nilai x_3 , yaitu menjadi dua sub-submasalah baru: $x_3 \leq 2$ dan $x_3 \geq 3$.

Pada sub-submasalah pertama ($x_3 \leq 2$), diperoleh nilai $x_1 = 2$, $x_2 = 2$, dan $x_3 = 2$, sehingga nilai $Z = 192000$. Seluruh nilai variabel sudah bilangan bulat, namun nilai fungsi objektifnya lebih rendah dibandingkan kandidat sebelumnya, sehingga tidak dipilih sebagai solusi akhir. Sementara itu, pada sub-submasalah kedua ($x_3 \geq 3$), diperoleh solusi $x_1 = 2$, $x_2 = 2$, dan $x_3 = 3$, sehingga diperoleh nilai fungsi objektif $Z = 233000$. Solusi ini memenuhi semua syarat bilangan bulat dan memiliki nilai keuntungan tertinggi dibandingkan seluruh percabangan yang telah dilakukan, sehingga ditetapkan sebagai solusi optimal dari model integer programming. Visualisasi dari keseluruhan proses percabangan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pohon Percabangan Algoritma *Branch and Bound*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis optimisasi produksi menggunakan algoritma *Branch and Bound*, diperoleh bahwa kombinasi produksi yang memberikan keuntungan maksimum bagi toko *Cake By Cece* adalah memproduksi 2 batch Cookies, 2 batch Brownies, dan 3 batch Cinnamon Roll. Kombinasi ini menghasilkan keuntungan total sebesar Rp233.000 per hari dan memenuhi seluruh kendala ketersediaan bahan baku. Solusi ini berupa bilangan bulat sehingga layak untuk diterapkan dalam operasional harian toko.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. (2024). Laporan statistik ekonomi Indonesia triwulan pertama 2024. <https://www.bps.go.id>
- Dali, M., Lesnussa, T., & Ilwaru, S. (2022). Optimalisasi produksi menggunakan algoritma Branch and Bound pada PT Satelit Maluku. *Jurnal Sistem dan Teknologi Industri*, 7(1), 45-53.
- Falahiyah, N. (2020). *Optimalisasi produksi pada UMKM Bakso Bening Sahabat menggunakan metode linear programming* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Jakarta.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introduction to operations research* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Khotimah, S., Wijayanti, D., & Setyaningsih, R. (2021). Penerapan algoritma Branch and Bound dalam meningkatkan efisiensi produksi UKM. *Jurnal Teknologi Industri*, 12(3), 210-219.
- Meliana, R., Sari, D. P., & Wijaya, A. (2019). Optimisasi produksi roti menggunakan algoritma Branch and Bound pada CV Sedap Sari Bakery. *Jurnal Teknologi Industri*, 15(2), 123-130.
- Sakdiah, S. N. T. (2024). *Optimalisasi produksi menggunakan linear programming pada UMKM Rafif Nugget* (Skripsi). Universitas Medan Area.
- Sari, I. N. (2019). Optimisasi jumlah produksi pada UMKM Raina Kersen dengan metode linear programming. *Jurnal Media Teknologi*, 6(1), 67-74.
- Supriyanto, A., & Khusnul, A. (2022). Penerapan metode Branch and Bound untuk efisiensi produksi UMKM sektor makanan. *Jurnal Manajemen Operasi*, 10(1), 45-53.
- Taha, H. A. (2017). *Operations research: An introduction* (10th ed.). Pearson.
- Wibowo, A., Widya, D., & Imani, R. (2018). Penjadwalan mesin menggunakan Branch and Bound di PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk. *Jurnal Teknik Industri*, 9(2), 89-97.
- Winston, W. L. (2004). *Operations research: Applications and algorithms* (4th ed.). Thomson Brooks/Cole.