



# An-naba : Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat

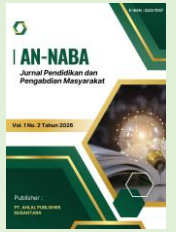
AN-NABA

Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat

Published by PT. Ahlal Publisher Nusantara, Indonesia

Volume 1 Nomor 2 Tahun 2026 Issue | E-ISSN : 3123-7037

Journal Homepage: <https://publikasi.ahlalkamal.com/index.php/an-naba>



## Penerapan Linear Programming dalam Optimasi Perencanaan Produksi Industri Kecil Menengah di Indonesia: Studi Sistematis dan Meta-Analisis

Vaniloran Elysa Andriani<sup>1\*</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mahakarya Asia, Yogyakarta, Indonesia

Email : [vaniloran@unmaha.ac.id](mailto:vaniloran@unmaha.ac.id)

### Abstract

*Small and Medium Industries (SMIs) play a strategic role in Indonesia's economy, yet many still face challenges in production efficiency and profit maximization. Linear Programming (LP) has been proven to be an effective optimization method for addressing production planning problems. This study aims to conduct a systematic literature review of the application of Linear Programming in Indonesian SMIs over the period 2018–2025, in order to identify the methods employed, the industrial sectors investigated, and the impact of their implementation on profit improvement. Using a Systematic Literature Review (SLR) approach guided by the PRISMA framework, 53 selected articles were examined in depth and synthesized through meta-analysis. The findings indicate that the Simplex method dominates usage (60.38%), followed by Goal Programming (13.21%) and Fuzzy Linear Programming (11.32%). The food and beverage sector constitutes the most frequently studied industrial sector (71.70%). Meta-analysis of 42 studies reporting quantitative data shows an average profit increase of 18.73%, with a range from 3.85% to 52.17%. Factors influencing the magnitude of improvement include the type of optimization method applied, the complexity of production constraints, and the initial level of capacity utilization. This study provides a theoretical contribution to understanding patterns of LP implementation in Indonesian SMIs and offers practical implications for practitioners and policymakers in adopting optimization technologies to enhance the competitiveness of the national SMI sector.*  
**Keywords:** Linear Programming, Production Optimization, Small and Medium Industries, Systematic Literature Review, Meta-Analysis, Indonesia

### Abstrak

Industri Kecil Menengah (IKM) memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia, namun banyak yang masih menghadapi kendala dalam efisiensi produksi dan maksimalisasi keuntungan. *Linear Programming* (LP) telah terbukti sebagai metode optimasi yang efektif untuk mengatasi permasalahan perencanaan produksi. Penelitian ini bertujuan melakukan kajian literatur sistematis terhadap penerapan LP pada IKM di Indonesia periode 2018-2025 untuk mengidentifikasi metode yang digunakan, sektor industri yang diteliti, dan dampak implementasinya terhadap peningkatan keuntungan. Menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan framework PRISMA, sebanyak 53 artikel terpilih dianalisis secara mendalam melalui meta-analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Simpleks mendominasi penggunaan (60,38%), diikuti *Goal Programming* (13,21%), dan *Fuzzy Linear Programming* (11,32%). Sektor industri makanan dan minuman merupakan objek penelitian terbanyak (71,70%). Meta-analisis terhadap 42 studi yang menyajikan data kuantitatif menunjukkan rata-rata peningkatan keuntungan sebesar 18,73% dengan rentang 3,85% hingga 52,17%. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat peningkatan meliputi jenis metode optimasi, kompleksitas kendala produksi, dan tingkat utilisasi kapasitas awal. Penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dalam memahami pola penerapan LP pada IKM Indonesia serta implikasi praktis bagi pelaku usaha dan pembuat kebijakan dalam mengadopsi teknologi optimasi untuk meningkatkan daya saing IKM nasional.

**Kata Kunci:** Linear Programming, Optimasi Produksi, Industri Kecil Menengah, Systematic Literature Review, Meta-Analisis, Indonesia



Copyright © 2026 by Author(s)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

## 1. PENDAHULUAN

Industri Kecil Menengah (IKM) memainkan peran strategis dalam perekonomian Indonesia dengan kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) mencapai 61,07% dan penyerapan tenaga kerja lebih dari 97% dari total angkatan kerja nasional (Kementerian Koperasi dan UKM, 2023). Meskipun memiliki peran vital, IKM Indonesia menghadapi tantangan signifikan dalam aspek manajerial operasional, khususnya dalam perencanaan dan optimasi produksi. Keterbatasan sumber daya (bahan baku, kapasitas mesin, tenaga kerja, dan modal), ketidakpastian permintaan pasar, serta pengambilan keputusan yang masih berbasis intuisi menyebabkan banyak IKM beroperasi di bawah kapasitas optimal dan belum mencapai profitabilitas maksimal (Tambunan, 2019; Rahayu & Rahmawati, 2020).

*Linear Programming* (LP) merupakan teknik optimasi matematis yang telah terbukti efektif dalam menyelesaikan permasalahan alokasi sumber daya terbatas untuk mencapai tujuan tertentu, seperti maksimalisasi keuntungan atau minimisasi biaya (Hillier & Lieberman, 2021). Sejak dikembangkan oleh George Dantzig pada tahun 1947, LP telah menjadi salah satu metode riset operasi yang paling banyak diaplikasikan dalam berbagai sektor industri di seluruh dunia (Dantzig & Thapa, 2003). Dalam konteks IKM, LP menawarkan solusi sistematis untuk permasalahan *product mix optimization*, *production planning*, dan *resource allocation* dengan mempertimbangkan multiple constraints yang dihadapi perusahaan (Winston, 2022).

Di Indonesia, penelitian mengenai penerapan LP pada IKM telah berkembang pesat dalam periode 2018-2025, mencakup berbagai sektor seperti makanan dan minuman, *furniture*, tekstil, dan manufaktur lainnya. Namun demikian, studi-studi tersebut masih bersifat individual dan tersebar, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas metode LP dalam konteks IKM Indonesia secara keseluruhan. Sintesis pengetahuan melalui *Systematic Literature Review* (SLR) dan meta-analisis diperlukan untuk mengintegrasikan temuan-temuan dari berbagai studi, mengidentifikasi pola penerapan, dan mengukur dampak nyata implementasi LP terhadap peningkatan kinerja IKM (Kitchenham & Charters, 2007; Tranfield et al. 2003).

Penelitian ini bertujuan melakukan kajian literatur sistematis terhadap 53 studi mengenai penerapan LP pada IKM di Indonesia periode 2018-2025 untuk menjawab pertanyaan penelitian: (1) Metode LP apa saja yang diterapkan dan bagaimana distribusinya? (2) Sektor industri apa saja yang menjadi objek kajian? (3) Bagaimana

karakteristik model optimasi yang digunakan? (4) Seberapa besar dampak implementasi LP terhadap peningkatan keuntungan berdasarkan meta-analisis kuantitatif? (5) Faktor-faktor apa yang mempengaruhi keberhasilan implementasi?

Penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dalam memahami pola penerapan LP pada IKM di negara berkembang serta menyediakan *evidens* kuantitatif mengenai efektivitasnya. Secara praktis, temuan penelitian ini dapat menjadi panduan bagi pelaku IKM dalam memilih metode optimasi yang sesuai, serta memberikan informasi bagi pembuat kebijakan dalam merancang program peningkatan kapasitas IKM melalui adopsi teknologi optimasi. Batasan penelitian mencakup fokus pada studi yang diterbitkan dalam periode 2018-2025, objek penelitian IKM di Indonesia, dan metode optimasi berupa LP atau variannya. Meta-analisis kuantitatif dilakukan terhadap studi yang menyajikan data peningkatan keuntungan secara eksplisit.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Industri Kecil Menengah (IKM) di Indonesia**

#### **2.1.1 Definisi dan Kriteria IKM**

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah, Industri Kecil Menengah (IKM) didefinisikan sebagai usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri, yang dilakukan oleh orang perorangan atau badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan atau bukan cabang perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau menjadi bagian baik langsung maupun tidak langsung dari usaha menengah atau usaha besar (UUD Nomor 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah).

Kriteria usaha kecil adalah yang memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp 50 juta hingga paling banyak Rp 500 juta (tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha), atau memiliki hasil penjualan tahunan lebih dari Rp 300 juta hingga paling banyak Rp 2,5 miliar. Sementara usaha menengah memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp 500 juta hingga paling banyak Rp 10 miliar, atau memiliki hasil penjualan tahunan lebih dari Rp 2,5 miliar hingga paling banyak Rp 50 miliar (UUD Nomor 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah).

#### **2.1.2 Peranan IKM dalam Perekonomian Indonesia**

IKM memainkan peran vital dalam struktur perekonomian Indonesia. Kontribusi sektor UMKM terhadap PDB nasional mencapai 61,07% pada tahun 2023, dengan penyerapan

tenaga kerja sebesar 97% dari total angkatan kerja nasional (Ginting et al., 2018). Selain itu, IKM juga berperan dalam pemerataan ekonomi, pengentasan kemiskinan, dan peningkatan daya saing ekspor nasional.

Namun demikian, produktivitas IKM Indonesia masih relatif rendah dibandingkan dengan negara-negara maju maupun negara berkembang lainnya di Asia Tenggara. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk keterbatasan akses terhadap teknologi, modal, pasar, serta rendahnya kapabilitas manajerial dalam aspek perencanaan dan pengendalian produksi (Firmansah et al. 2021; Palayukan, 2021).

### 2.1.3 Tantangan dalam Perencanaan Produksi IKM

Perencanaan produksi merupakan salah satu fungsi manajerial kritis yang menentukan efisiensi dan efektivitas operasional IKM. Beberapa tantangan utama yang dihadapi IKM Indonesia dalam perencanaan produksi meliputi:

- **Keterbatasan Sumber Daya:** IKM umumnya beroperasi dengan sumber daya terbatas, baik dari segi bahan baku, kapasitas mesin, tenaga kerja, maupun modal kerja (Sari et al. 2020).
- **Fluktuasi Permintaan:** Ketidakpastian dan volatilitas permintaan pasar menyulitkan IKM dalam merencanakan volume produksi optimal (Adoe, 2020).
- **Multi-Product Complexity:** Banyak IKM memproduksi berbagai jenis produk dengan karakteristik dan margin keuntungan yang berbeda, sehingga menimbulkan kompleksitas dalam menentukan product mix yang optimal.
- **Pengambilan Keputusan Berbasis Intuisi:** Sebagian besar IKM masih mengandalkan intuisi dan pengalaman masa lalu dalam pengambilan keputusan produksi, tanpa menggunakan metode kuantitatif yang lebih akurat (Warman. et al., 2021).
- **Keterbatasan Akses Teknologi:** Minimnya pengetahuan dan akses terhadap tools atau software perencanaan produksi membatasi kemampuan IKM dalam melakukan optimasi (Lina et al., 2020).

## 2.2 Linear Programming sebagai Metode Optimasi

*Linear Programming* (LP) adalah teknik optimasi matematis untuk memaksimalkan atau meminimalkan fungsi objektif linear dengan mempertimbangkan serangkaian kendala

linear (Hiller & Lieberman, 2021; Dantzig & Thapa, 2003). Model LP terdiri dari tiga komponen utama:

1. Variabel Keputusan ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ): Variabel yang nilainya akan ditentukan untuk mencapai solusi optimal
2. Fungsi Tujuan (*Objective Function*): Fungsi linear yang akan dimaksimalkan atau diminimalkan, misalnya:  $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$
3. Kendala (*Constraints*): Batasan-batasan dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan linear yang harus dipenuhi oleh solusi, misalnya:  $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i$ .

Model umum LP dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Maksimumkan/Minimumkan: } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{dengan kendala: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i = 1, 2, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

dimana  $c_j$  adalah koefisien fungsi tujuan,  $a_{ij}$  adalah koefisien kendala, dan  $b_i$  adalah nilai sisi kanan kendala.

### 2.2.1 Metode Penyelesaian LP

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menyelesaikan masalah LP, antara lain:

#### a) Metode Grafik

Metode grafik adalah pendekatan visual untuk menyelesaikan masalah LP dengan dua variabel keputusan. Metode ini melibatkan penggambaran kendala-kendala pada bidang kartesius dan mengidentifikasi daerah *feasible* (layak), kemudian mencari titik optimal pada titik-titik sudut daerah tersebut (Hillier & Lieberman, 2021). Metode ini sederhana dan intuitif, namun hanya praktis untuk masalah dengan maksimal dua variabel keputusan.

#### b) Metode Simpleks

Metode Simpleks, yang dikembangkan oleh George Dantzig pada tahun 1947, adalah algoritma iteratif yang paling banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah LP dengan jumlah variabel dan kendala yang besar (Dantzig & Thapa, 2003). Metode ini bekerja dengan cara:

1. Mengubah masalah LP ke dalam bentuk standar dengan menambahkan variabel slack atau surplus.
2. Memulai dari solusi dasar *feasible* (*basic feasible solution*).
3. Melakukan iterasi dengan mengganti variabel basis untuk meningkatkan nilai fungsi tujuan.
4. Berhenti ketika tidak ada lagi peningkatan yang mungkin dilakukan (kondisi optimal tercapai).

c) Metode Big-M dan Two-Phase

Metode Big-M dan Two-Phase adalah variasi dari metode Simpleks yang digunakan ketika tidak mudah menemukan solusi dasar feasible awal. Metode Big-M menambahkan variabel artifisial dengan koefisien penalti sangat besar pada fungsi tujuan, sedangkan Two-Phase menggunakan pendekatan dua tahap untuk menemukan solusi optimal (Hiller & Lieberman, 2021; Dantzig & Thapa, 2003).

## 2.2.2 Variasi dan Ekstensi LP

Seiring perkembangan aplikasi praktis, berbagai variasi dan ekstensi LP telah dikembangkan untuk menangani karakteristik masalah yang lebih kompleks:

a. *Integer Linear Programming* (ILP)

*Integer Linear Programming* adalah variasi LP di mana sebagian atau seluruh variabel keputusan dibatasi untuk mengambil nilai integer (bilangan bulat). Metode penyelesaian ILP meliputi *Branch and Bound*, *Cutting Plane*, dan kombinasinya (*Branch and Cut*) (Winston, 2022). ILP sangat relevan untuk masalah produksi di mana unit output harus berupa bilangan bulat, seperti jumlah produk atau unit kemasan.

b. *Goal Programming* (GP)

*Goal Programming* adalah ekstensi LP yang memungkinkan pengambil keputusan menetapkan multiple goals yang mungkin saling berkonflik dengan meminimalkan deviasi dari target-target yang ditetapkan (Ignizio & Romero, 2003). Metode ini sangat sesuai untuk IKM yang memiliki *multiple objectives*, seperti memaksimalkan profit sekaligus meminimalkan risiko atau mempertahankan stabilitas tenaga kerja.

c. *Fuzzy Linear Programming (FLP)*

*Fuzzy Linear Programming* mengakomodasi ketidakpastian dalam parameter model LP menggunakan teori *fuzzy set* yang dikembangkan oleh Zadeh (1965). FLP memungkinkan koefisien fungsi tujuan, kendala, dan nilai sisi kanan dinyatakan dalam *fuzzy numbers* untuk menangani ketidakpastian estimasi permintaan, harga bahan baku, dan parameter lainnya yang sering dihadapi IKM (Zimmermann, 1978)

### 2.2.3 Penerapan LP dalam Optimasi Produksi

LP telah banyak diaplikasikan dalam berbagai aspek perencanaan dan pengendalian produksi, antara lain *product mix optimization* untuk menentukan kombinasi produk optimal, *production planning* untuk merencanakan volume produksi setiap periode, *resource allocation* untuk mengalokasikan sumber daya terbatas secara optimal, *blending problems* untuk menentukan proporsi bahan input optimal, dan *capacity planning* untuk merencanakan kapasitas produksi jangka panjang (Hillier & Lieberman, 2021; Winston, 2022; Heizer et al., 2020).

## 2.3 Systematic Literature Review dan Meta-Analisis

*Systematic Literature Review (SLR)* adalah metode penelitian yang mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasi semua penelitian relevan dengan pertanyaan penelitian tertentu secara sistematis dan dapat direplikasi (Kitchenham & Charters, 2007). SLR berbeda dengan *traditional narrative review* karena menggunakan protokol eksplisit untuk meminimalkan bias dan meningkatkan validitas temuan (Tranfield, 2003). Tahapan utama dalam melakukan SLR meliputi:

1. Perumusan pertanyaan penelitian yang spesifik dan terstruktur
2. Pengembangan protokol review yang mencakup strategi pencarian, kriteria inklusi/eksklusi, dan metode ekstraksi data
3. Pencarian literatur secara komprehensif di berbagai database
4. Seleksi studi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan
5. Penilaian kualitas studi yang terpilih
6. Ekstraksi dan sintesis data
7. Interpretasi hasil dan penyusunan laporan

PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*) merupakan standar pelaporan yang banyak diadopsi untuk memastikan transparansi dan kelengkapan pelaksanaan *systematic literature review*. PRISMA menyediakan daftar periksa (*checklist*) dan bagan alur empat fase (*identification, screening, eligibility, inclusion*) yang memandu peneliti dalam mendokumentasikan proses penelusuran dan seleksi studi secara sistematis, sehingga meningkatkan kredibilitas dan replikasi temuan (Page et al., 2021; Moher et al., 2009).

Meta-analisis adalah teknik statistik yang digunakan untuk mengintegrasikan hasil dari sejumlah studi independen yang mengkaji pertanyaan penelitian serupa (Borenstein et al., 2021). Melalui penggabungan data kuantitatif dari berbagai studi, meta-analisis menghasilkan estimasi *effect size* yang lebih presisi, meningkatkan kekuatan statistik, dan membantu mengatasi ketidakkonsistenan temuan antar studi individual (Cooper et al., 2019).

Dalam konteks penelitian optimasi produksi menggunakan LP, meta-analisis dapat dimanfaatkan untuk menghitung rata-rata peningkatan keuntungan atau efisiensi yang dihasilkan dari implementasi LP, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi variasi *effect size* antar studi (*moderator analysis*), menilai konsistensi temuan di berbagai sektor industri dan jenis metode LP, serta mendeteksi potensi *publication bias* atau *selective reporting*.

Secara umum, tahapan meta-analisis meliputi: (1) ekstraksi *effect size* dari setiap studi, misalnya persentase peningkatan profit, perbedaan rata-rata (*mean difference*), atau *standardized mean difference*; (2) perhitungan *variance* atau *standard error* untuk tiap *effect size*; (3) pemilihan model meta-analisis yang sesuai (*fixed-effect* atau *random-effects* model); (4) perhitungan *pooled effect size* beserta *confidence interval*; (5) penilaian heterogenitas menggunakan statistik; serta (6) pelaksanaan analisis sensitivitas dan deteksi *publication bias* untuk mengevaluasi *robustness* temuan.

#### 2.4 Studi Terdahulu Mengenai Penerapan LP pada IKM

Penelitian mengenai penerapan metode optimasi pada industri kecil dan menengah telah banyak dilakukan di berbagai negara. Hillier dan Lieberman (2021) dalam *textbook* klasik mereka menunjukkan berbagai aplikasi LP dalam industri manufaktur dengan berbagai skala, sementara Winston (2022) memberikan *framework* komprehensif untuk

aplikasi LP dalam *operations research*. Namun, kajian-kajian tersebut bersifat umum dan tidak spesifik pada konteks IKM di negara berkembang.

Dalam konteks Indonesia, penelitian mengenai LP pada IKM telah berkembang pesat sejak 2018, namun masih bersifat individual dan tersebar di berbagai publikasi. Beberapa studi menunjukkan efektivitas LP dalam meningkatkan profitabilitas IKM pada berbagai sektor, namun belum ada sintesis sistematis yang mengintegrasikan temuan-temuan tersebut. Penelitian ini mengisi gap dalam literatur dengan melakukan *comprehensive systematic review* dan meta-analisis terhadap 53 studi yang meneliti penerapan LP pada IKM di Indonesia periode 2018-2025, sehingga dapat memberikan evidens kuantitatif mengenai efektivitas metode ini dan faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilannya.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain *Systematic Literature Review (SLR)* dengan pendekatan meta-analisis. SLR dipilih karena memungkinkan identifikasi, evaluasi, dan sintesis seluruh penelitian relevan secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi (Anjanni, CM., 2024). Pendekatan meta-analisis digunakan untuk mengintegrasikan temuan kuantitatif dari berbagai studi guna memperoleh estimasi dampak yang lebih akurat mengenai efektivitas implementasi LP pada IKM di Indonesia (Ismail & Laela, 2024). Penelitian ini mengadopsi *framework* PRISMA 2020 sebagai panduan dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan *systematic review*. *Framework* PRISMA dipilih karena merupakan standar internasional yang telah terbukti meningkatkan kualitas dan transparansi *systematic reviews* (Moher, 2009).

#### **3.2 Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan *framework* PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*) yang diadaptasi untuk konteks penelitian ini, pertanyaan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

- *Population*: Industri Kecil Menengah (IKM) di Indonesia
- *Intervention*: Implementasi metode LP untuk optimasi perencanaan produksi
- *Comparison*: Kondisi sebelum implementasi LP (jika tersedia dalam studi)
- *Outcome*: Peningkatan keuntungan, efisiensi produksi, utilisasi sumber daya, dan metrik kinerja lainnya

Pertanyaan penelitian utama yang diajukan adalah: "Bagaimana efektivitas penerapan Linear Programming dalam mengoptimalkan perencanaan produksi pada Industri Kecil Menengah di Indonesia, dan faktor-faktor apa yang mempengaruhi keberhasilannya?"

### **3.3 Protokol Pencarian Literatur**

#### **3.3.1 Sumber Data**

Pencarian literatur dilakukan pada berbagai sumber elektronik, meliputi:

- *Repository* jurnal nasional Indonesia: Portal Garuda, Neliti, Google Scholar (filter Indonesia)
- *Repository* institusi: Repository perguruan tinggi di Indonesia
- Database prosiding konferensi nasional

#### **3.3.2 Strategi Pencarian**

Strategi pencarian dikembangkan menggunakan kombinasi keywords yang relevan dengan Boolean operators (AND, OR). Keywords yang digunakan meliputi:

Blok 1 (Metode):

- "Linear Programming" OR "Program Linear" OR "Pemrograman Linear" OR "Optimasi Linear" OR "Linear Optimization"
- "Simplex Method" OR "Metode Simpleks"
- "Goal Programming" OR "Integer Programming" OR "Fuzzy Linear Programming"

Blok 2 (Konteks):

- "Production Planning" OR "Perencanaan Produksi" OR "Optimasi Produksi" OR "Production Optimization"
- "Product Mix" OR "Kombinasi Produk"

Blok 3 (Populasi):

- "Small Medium Enterprise" OR "SME" OR "UMKM" OR "IKM" OR "Industri Kecil Menengah" OR "Usaha Kecil Menengah"
- "Indonesia" OR nama kota/daerah di Indonesia

String pencarian yang digunakan: (Blok 1) AND (Blok 2) AND (Blok 3)

Pencarian dilakukan pada periode Januari 2024 hingga Desember 2024 untuk mengidentifikasi artikel yang dipublikasikan antara tahun 2018 hingga 2025.

### **3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi**

Kriteria inklusi dalam *review* ini mencakup artikel yang membahas penerapan metode LP atau variannya untuk optimasi produksi, dengan objek penelitian berupa IKM/UMKM di Indonesia, serta menyajikan data empiris dari studi kasus aktual. Artikel yang dipertimbangkan harus dipublikasikan pada periode 2018–2025, ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris, tersedia dalam bentuk teks lengkap, dan dimuat pada jurnal peer-reviewed, prosiding konferensi, atau repositori institusi terakreditasi.

Sebaliknya, artikel dieksklusi apabila hanya bersifat teoretis tanpa aplikasi empiris, tidak berfokus pada IKM di Indonesia, menggunakan metode optimasi selain LP, tidak berfokus pada optimasi produksi, merupakan duplikasi atau versi draft dari publikasi yang sama, atau memiliki kualitas metodologis yang sangat rendah, misalnya sumber data tidak jelas dan tidak ada validasi hasil.

### **3.5 Proses Seleksi Studi**

Proses seleksi studi mengikuti empat tahap sesuai PRISMA *flow diagram*. Pada tahap identifikasi, pencarian awal dilakukan pada seluruh database menggunakan string pencarian yang telah disusun, seluruh artikel yang ditemukan dikumpulkan, jumlahnya dicatat, dan duplikasi dihapus dengan bantuan perangkat lunak manajemen referensi. Tahap penyaringan dilakukan dengan membaca judul dan abstrak untuk menilai relevansi awal berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, sehingga artikel yang jelas tidak relevan dapat dieliminasi.

Selanjutnya, pada tahap kelayakan, teks lengkap artikel yang lolos penyaringan ditelaah secara menyeluruh untuk menilai kesesuaian yang lebih mendalam dengan kriteria, dan artikel yang tidak memenuhi dicatat alasan eksklusinya. Pada tahap inklusi, hanya artikel yang memenuhi seluruh kriteria kelayakan yang dimasukkan ke dalam analisis akhir, dan daftar referensi dari artikel-artikel tersebut turut ditelusuri untuk menemukan studi tambahan yang mungkin belum teridentifikasi sebelumnya (*backward citation tracking*), dengan keseluruhan proses didokumentasikan dalam PRISMA *flow diagram* yang memuat jumlah artikel di setiap tahap beserta alasan eksklusi.

### **3.6 Penilaian Kualitas Studi**

Kualitas metodologis setiap studi yang diinklusi dinilai menggunakan kriteria yang diadaptasi dari *Critical Appraisal Skills Programme (CASP)* untuk studi kuantitatif.

Penilaian mencakup sejauh mana rumusan masalah dan tujuan penelitian disajikan secara jelas, ketepatan pemilihan metode Linear Programming, serta kejelasan perumusan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan kendala. Aspek lain yang dinilai meliputi validitas data (mencakup sumber, periode, dan metode pengumpulan), ketepatan proses perhitungan dan analisis, serta bentuk validasi hasil, seperti verifikasi matematis, analisis sensitivitas, atau implementasi aktual.

Selain itu, diperhatikan pula kejelasan presentasi hasil dan pembahasan, serta sejauh mana keterbatasan studi dan implikasi praktis maupun teoretis dibahas. Setiap kriteria dinilai dengan skala 0 (tidak memenuhi), 1 (memenuhi sebagian), dan 2 (memenuhi sepenuhnya), menghasilkan skor total 0–16, dengan kategori kualitas rendah untuk skor <8, kualitas sedang untuk skor 8–12, dan kualitas tinggi untuk skor >12.

### **3.7 Ekstraksi Data**

Data dari setiap artikel yang diinklusi diekstraksi secara sistematis menggunakan formulir ekstraksi data yang telah distandarisasi untuk memastikan konsistensi dan kelengkapan informasi. Data yang dicatat mencakup informasi bibliografis (penulis, tahun publikasi, judul, dan sumber publikasi), karakteristik studi seperti lokasi penelitian, sektor industri IKM, serta ukuran perusahaan.

Dari sisi metodologi, formulir memuat jenis metode LP yang digunakan, perangkat lunak pendukung, bentuk fungsi tujuan, jenis serta jumlah kendala, dan jumlah variabel keputusan yang dimodelkan. Selain itu, aspek hasil dan dampak juga terdokumentasi, termasuk solusi optimal yang diperoleh, peningkatan keuntungan baik absolut maupun persentase, perubahan efisiensi atau utilisasi sumber daya, hasil analisis sensitivitas, serta informasi mengenai implementasi aktual dan umpan balik jika tersedia. Proses ekstraksi dilakukan oleh peneliti dan diverifikasi secara silang untuk meminimalkan kesalahan dan memastikan akurasi data.

### **3.8 Sintesis Data dan Analisis**

#### **3.8.1 Analisis Deskriptif**

Analisis deskriptif dilakukan untuk menggambarkan karakteristik umum studi-studi yang diinklusi dalam *review*. Analisis ini mencakup distribusi publikasi berdasarkan tahun, sektor industri, dan wilayah geografis, serta pemetaan variasi metode LP yang digunakan, karakteristik fungsi tujuan dan jenis kendala yang dimodelkan, dan perangkat

lunak atau tools yang dimanfaatkan peneliti. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel frekuensi, diagram batang, dan *pie chart* agar pola dan tren utama dapat terlihat dengan jelas dan mudah diinterpretasikan.

### 3.8.2 Meta-Analisis Kuantitatif

Meta-analisis kuantitatif dilakukan untuk mengintegrasikan temuan mengenai dampak implementasi LP terhadap peningkatan keuntungan IKM. Langkah-langkah meta-analisis adalah sebagai berikut:

#### a) Ekstraksi Effect Size

Effect size yang digunakan adalah persentase peningkatan keuntungan yang dilaporkan dalam setiap studi. Formula effect size:

$$ES_i = \frac{\text{Profit}_{after} - \text{Profit}_{before}}{\text{Profit}_{before}} \times 100\%$$

dimana  $ES_i$  adalah effect size untuk studi ke- $i$ .

#### b) Perhitungan Rata-rata Tertimbang

Mengingat keterbatasan data variance dalam banyak studi, pendekatan meta-analisis sederhana menggunakan *unweighted mean* dan *weighted mean* (dengan *sample size* sebagai *weight*) digunakan:

$$\overline{ES} = \frac{\sum_{i=1}^k ES_i}{k}$$
$$\overline{ES}_{weighted} = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \cdot ES_i}{\sum_{i=1}^k w_i}$$

dimana  $k$  adalah jumlah studi, dan  $w_i$  adalah bobot (weight) untuk studi ke- $i$ .

#### c) Analisis Heterogenitas

Heterogenitas antar studi dinilai secara deskriptif dengan menghitung range, standar deviasi, dan *coefficient of variation* dari *effect sizes*. Visualisasi heterogenitas disajikan dalam bentuk forest plot.

#### d) Analisis Subgrup

Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi variasi effect size, dilakukan analisis subgrup berdasarkan beberapa karakteristik kunci studi. Subgrup dibentuk menurut jenis metode Linear Programming yang digunakan (misalnya Simpleks, Goal Programming, Integer LP, atau Fuzzy LP), sektor industri tempat IKM

beroperasi (seperti makanan-minuman, furniture, tekstil, dan lainnya), tingkat kompleksitas model yang tercermin dari jumlah variabel dan kendala, serta ukuran perusahaan. Rata-rata effect size masing-masing subgrup kemudian dibandingkan secara deskriptif untuk melihat perbedaan pola dampak di antara kelompok-kelompok tersebut.

### 3.8.3 Analisis Tematik

Selain analisis kuantitatif, dilakukan pula analisis tematik untuk mengungkap pola-pola kualitatif yang muncul dari temuan berbagai studi. Analisis ini berfokus pada identifikasi jenis kendala produksi yang paling umum dihadapi IKM, faktor-faktor keberhasilan implementasi Linear Programming, serta hambatan dan tantangan yang muncul dalam penerapannya pada konteks IKM. Selain itu, rekomendasi yang diajukan oleh peneliti terdahulu juga dihimpun dan dikelompokkan untuk merumuskan wawasan praktis dan arah penelitian lanjutan. Proses analisis tematik dilaksanakan melalui tahapan coding dan kategorisasi terhadap temuan-temuan kualitatif yang dilaporkan dalam beragam studi.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Seleksi Studi

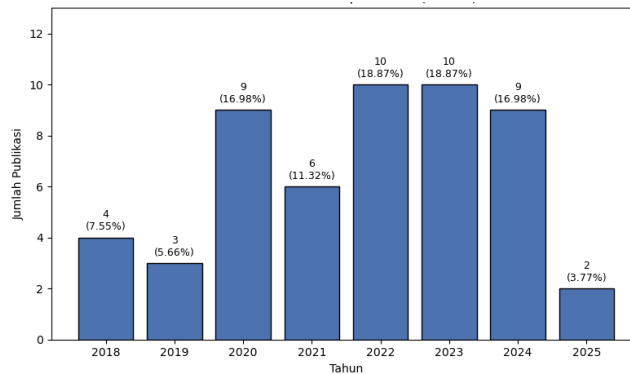
Proses seleksi studi dilakukan mengikuti tahapan PRISMA *flow diagram*. Pada tahap *identification*, pencarian awal mengidentifikasi 187 artikel potensial dari berbagai database. Setelah penghapusan duplikasi, tersisa 142 artikel untuk di-screening. Pada tahap *screening* berdasarkan judul dan abstrak, 68 artikel dieksklusi karena tidak memenuhi kriteria awal, menyisakan 74 artikel untuk dievaluasi secara *full-text*. Pada tahap *eligibility*, 21 artikel tambahan dieksklusi dengan alasan: tidak fokus pada IKM Indonesia (8 artikel), tidak menggunakan metode LP (5 artikel), hanya bersifat teoretis tanpa aplikasi empiris (4 artikel), dan full-text tidak tersedia (4 artikel). Akhirnya, sebanyak **53 artikel** memenuhi semua kriteria dan diinklusi dalam *systematic review* ini.

### 4.2 Karakteristik Studi yang Diinklusi

#### 4.2.1 Distribusi Publikasi Berdasarkan Tahun

Distribusi publikasi menunjukkan tren peningkatan penelitian mengenai penerapan LP pada IKM Indonesia dalam periode 2018-2025. Gambar 1 menampilkan distribusi publikasi per tahun. Data menunjukkan peningkatan signifikan jumlah

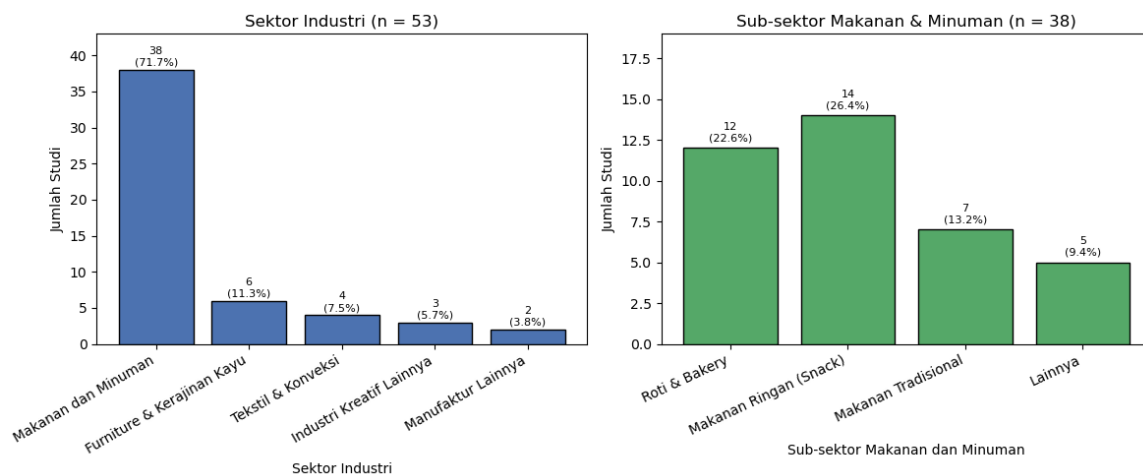
publikasi mulai tahun 2020, dengan puncaknya pada tahun 2022 dan 2023 (masing-masing 10 publikasi). Peningkatan ini mengindikasikan semakin tingginya perhatian akademisi dan praktisi terhadap penerapan metode kuantitatif untuk optimasi produksi IKM. Jumlah publikasi yang relatif rendah pada tahun 2025 dapat dipahami karena data dikumpulkan pada awal tahun 2025, sehingga belum mencerminkan keseluruhan tahun (Ginting et al., 2018; Sitanggang & Mustika, 2021; Firmansah & Wulandari, 2021; Palayukan, 2021).



Gambar 1. Distribusi Publikasi Berdasarkan Tahun

#### 4.2.2 Distribusi Berdasarkan Sektor Industri

Studi-studi yang diinklusi mencakup berbagai sektor industri IKM di Indonesia. Gambar 2 menunjukkan distribusi penelitian berdasarkan sektor industri. Sektor makanan dan minuman mendominasi dengan 38 studi (71,70%), menunjukkan bahwa sektor ini merupakan fokus utama penelitian LP pada IKM Indonesia. Di dalam sektor makanan dan minuman, sub-sektor makanan ringan (snack) paling banyak diteliti (26,42%), diikuti roti dan bakery (22,64%) (Sitanggang & Mustika, 2021; Zuserain, 2021; Sari, 2020; Adoe, 2020; Warman, 2021; Lina, 2020; Anggoro et al., 2019; Hasmi, 2018). Dominasi sektor makanan dan minuman dapat dijelaskan oleh beberapa faktor: (1) sektor ini memiliki karakteristik produksi multi-produk dengan keterbatasan sumber daya yang jelas, sehingga cocok untuk aplikasi LP; (2) banyaknya IKM di sektor ini memudahkan akses peneliti; dan (3) permasalahan product mix optimization sangat relevan dengan karakteristik pasar yang beragam (Daryani, 2023; Livvy.et al, 2023; Indrayanti et al., 2022).

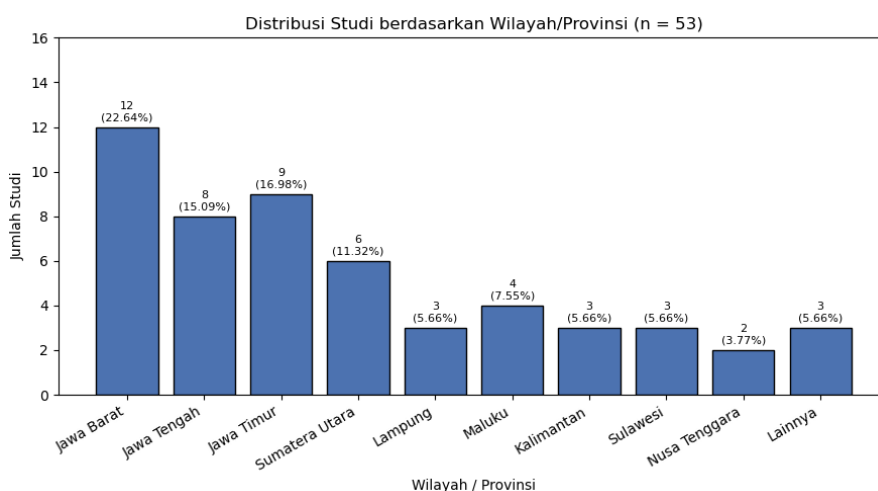


Gambar 2. Distribusi Penelitian Berdasarkan Sektor Industri

*Furniture* dan kerajinan kayu menempati posisi kedua dengan 6 studi (11,32%) (Nur et al., 2018; Nahar et al., 2024; Afyah et al., 2022; FoEh & Asif Khan, 2022), diikuti tekstil dan konveksi sebanyak 4 studi (7,55%) (Oktavia et al., 2024; Parningotan & Pangastuti, 2025; Nabila et al., 2022), dan industri kreatif lainnya 3 studi (5,66%) (Rumetna et al., 2020; Nababan et al., 2022). Dua studi (3,77%) dilakukan pada manufaktur lainnya seperti industri sandal (Khadapi et al., 2024).

#### 4.2.3 Distribusi Geografis

Dari aspek geografis, penelitian tersebar di berbagai wilayah Indonesia dengan konsentrasi pada daerah-daerah yang memiliki aktivitas ekonomi IKM yang tinggi. Gambar 3 menunjukkan distribusi geografis penelitian.



Gambar 3. Distribusi Geografis Penelitian

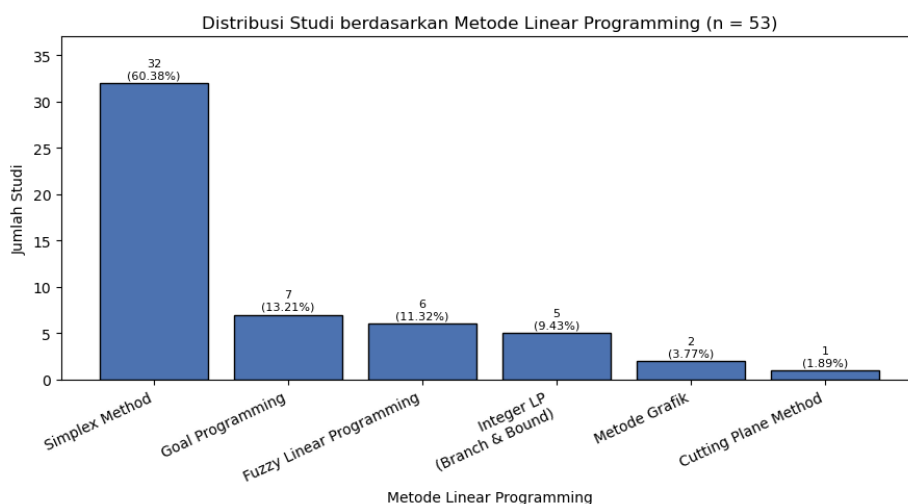
Pulau Jawa mendominasi dengan total 29 studi (54,71%), dengan Jawa Barat sebagai provinsi dengan studi terbanyak (22,64%) (Ghaliyah et al., 2022; Alfath et al., 2023; Adisty & Lubis, 2025; Anjanni, 2024; Ismail & Laela, 2024). Hal ini sejalan dengan fakta bahwa Pulau Jawa merupakan pusat aktivitas ekonomi dan industri Indonesia serta memiliki konsentrasi perguruan tinggi yang tinggi. Sumatera Utara menempati posisi keempat dengan 6 studi (11,32%) (Nababan et al., 2022; Tanjung et al., 2025; Mardiningsih & Niaga (2025); Fadillah & Gultom, 2024; Marpaung et al., 2024; Erwin et al., 2023), mencerminkan perkembangan sektor IKM yang signifikan di wilayah tersebut.

Menariknya, terdapat representasi dari Indonesia Timur seperti Maluku dengan 4 studi (7,55%) (Lina et al. 2020; Rumetna et al., 2020), Nusa Tenggara Timur dengan 2 studi (Adoe, 2020), dan Sulawesi dengan 3 studi (Aksan et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa penelitian mengenai optimasi produksi IKM menggunakan LP tidak hanya terkonsentrasi di Jawa, tetapi juga telah merambah ke wilayah-wilayah lain di Indonesia.

### **4.3 Metode LP yang Digunakan**

#### **4.3.1 Distribusi Metode LP**

Analisis terhadap 53 studi menunjukkan variasi metode Linear Programming yang diaplikasikan pada IKM Indonesia. Tabel 4 menyajikan distribusi metode LP yang digunakan. Metode Simpleks mendominasi dengan 32 studi (60,38%), menjadikannya metode paling populer untuk optimasi produksi IKM di Indonesia (Zuserain et al., 2021; Sari et al., 2020; Warman et al., 2021; Lina et al., 2020; Nur et al., 2018; Anggoro et al., 2019; Hasmi, 2018; Rumetna et al., 2020; Daryani et al., 2023; Livvy et al., 2023; Indrayanti et al., 2022; Ghaliyah et al., 2022; Alfath et al., 2023; Parningotan & Pangastuti, 2025; Rahma et al., 2025; Palahudin et al., 2025; Latifah et al., 2023; Astuti et al., 2023; Panday & Anggaina, 2023; Badi'ah et al., 2022; Aini et al., 2022). Popularitas metode Simpleks dapat dijelaskan oleh beberapa alasan: (1) kemudahan implementasi menggunakan software seperti POM-QM dan Excel Solver; (2) algoritma yang sudah matang dan tervalidasi; (3) kemampuan menangani masalah dengan banyak variabel dan kendala; serta (4) output yang mudah diinterpretasi termasuk analisis sensitivitas.



Gambar 4. Distribusi Metode LP yang Digunakan

*Goal Programming* menempati posisi kedua dengan 7 studi (13,21%) (Ginting et al., 2018; Sugianto et al., 2020; Aksan et al., 2020; Rossary et al., 2019; Erwin et al., 2023). Metode ini dipilih ketika IKM memiliki multiple objectives yang saling berkonflik, seperti memaksimalkan profit sekaligus meminimalkan penggunaan tenaga kerja lembur, atau mencapai target produksi tertentu sambil meminimalkan biaya. Studi oleh Sugianto (2020) menunjukkan bahwa Goal Programming sangat sesuai untuk IKM yang harus menyeimbangkan berbagai tujuan bisnis (Sugianto, 2020).

*Fuzzy Linear Programming* diterapkan pada 6 studi (11,32%) (Sitanggang et al., 2021; Nababan et al., 2022; Mardiningsih et al., 2025; Fadillah et al., 2024; Marpaung et al., 2024; Erwin et al., 2023), mengakomodasi ketidakpastian dalam parameter seperti permintaan, harga bahan baku, atau kapasitas produksi yang tidak pasti. Sitanggang dan Mustika (2021) menggunakan *Fuzzy LP* untuk menangani ketidakpastian permintaan pada K-Bakery, menghasilkan solusi yang lebih robust terhadap fluktuasi pasar. ILP dengan metode *Branch and Bound* digunakan pada 5 studi (9,43%) (Firmansah et al., 2021; Zuserain et al., 2021; Oktavia et al., 2024; Tanjung et al., 2025; Nahar et al., 2024; Hanesti et al., 2022), relevan untuk kasus di mana variabel keputusan harus berupa bilangan bulat, seperti jumlah unit produk yang tidak dapat dibagi.

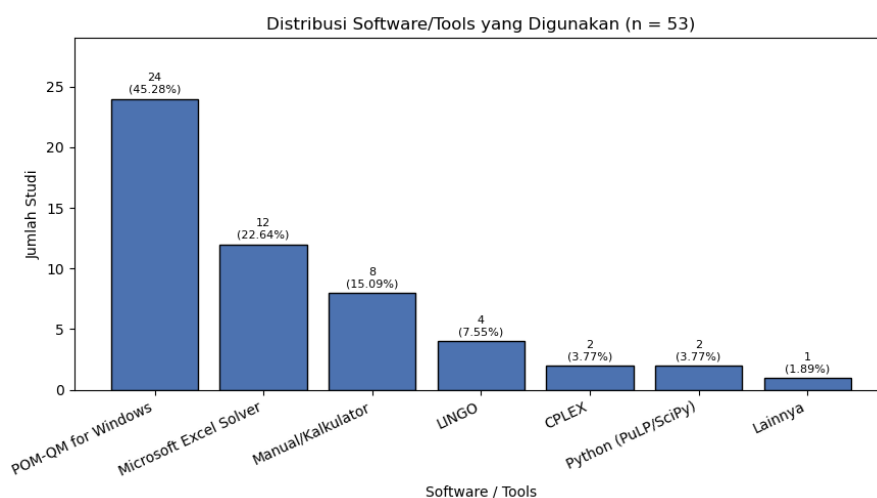
Firmansah dan Wulandari (2021) menerapkan Integer LP dengan Cutting Plane Method untuk optimasi produksi dengan hasil yang sangat akurat. Metode Grafik digunakan pada 2 studi (3,77%) (Palayukan, 2021), umumnya untuk tujuan edukasi atau kasus sederhana dengan dua variabel keputusan. Metode ini memberikan visualisasi yang

baik untuk memahami konsep optimasi, meskipun tidak praktis untuk masalah kompleks dengan banyak variabel.

#### 4.3.2 Software dan Tools yang Digunakan

Gambar 5 menunjukkan distribusi *software* dan *tools* yang digunakan dalam implementasi LP pada studi-studi yang dikaji. POM-QM for Windows merupakan *software* paling banyak digunakan (45,28%) (Sari et al., 2020; Lina et al., 2020; Rumetna et al., 2020; Daryani et al., 2023; Livvy et al., 2023; Indrayanti et al., 2022; Ghaliyah et al., 2022; Alfath et al., 2023), karena kemudahan penggunaan, interface yang *user-friendly*, serta kemampuan menampilkan langkah-langkah iterasi Simpleks dengan jelas. *Software* ini juga sering digunakan dalam pengajaran mata kuliah Riset Operasi di perguruan tinggi Indonesia, sehingga familiar bagi mahasiswa dan dosen yang melakukan penelitian.

*Microsoft Excel Solver* menempati posisi kedua (22,64%), menawarkan aksesibilitas yang tinggi karena Excel merupakan *software* yang umum tersedia di berbagai organisasi. Solver add-in mampu menyelesaikan masalah LP dengan cukup baik untuk skala menengah (Hasmi et al., 2018; Parningotan et al., 2025; Latifah et al., 2023). Sejumlah studi (15,09%) masih menggunakan perhitungan manual atau kalkulator (Palayukan, 2021; Nur et al., 2018) umumnya untuk tujuan pembelajaran atau kasus sederhana dengan sedikit variabel. Meskipun demikian, pendekatan manual memiliki nilai edukatif dalam memahami mekanisme algoritma Simpleks.



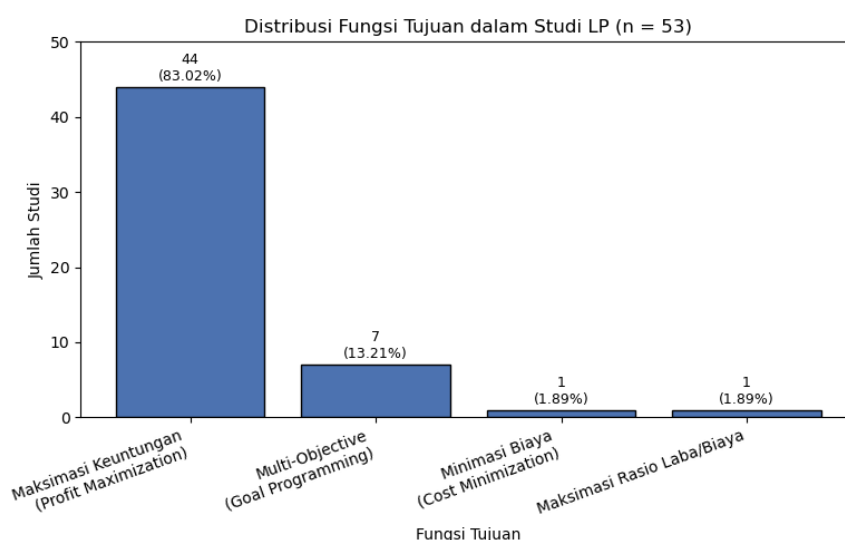
Gambar 5. Distribusi *Software/Tools* yang Digunakan

Software profesional seperti LINGO (7,55%) (Rahma et al., 2025; Erwin et al., 2023) dan CPLEX (3,77%) (Rahma et al., 2025) digunakan pada beberapa studi untuk menangani masalah yang lebih kompleks atau untuk validasi hasil. CPLEX, yang merupakan solver komersial terkemuka, digunakan oleh Rahma et al. (2025) untuk optimasi produksi keripik dengan hasil yang sangat akurat. Menariknya, mulai ada studi yang menggunakan Python dengan *library optimization* seperti PuLP atau SciPy (3,77%), mengindikasikan tren ke arah *open-source tools* dan integrasi dengan *data science workflows modern*.

## 4.4 Karakteristik Model Optimasi

### 4.4.1 Fungsi Tujuan

Analisis terhadap fungsi tujuan yang digunakan dalam 53 studi menunjukkan distribusi ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Distribusi Fungsi Tujuan dalam Model LP

Mayoritas studi (83,02%) memfokuskan pada maksimasi keuntungan sebagai fungsi tujuan utama (Sitanggang et al., 2021; Firmansah et al., 2021; Zuserain et al., 2021; Sari et al., 2020; Adoe, 2020; Warman et al., 2021; Lina et al., 2020; Nur et al., 2018; Anggoro et al., 2019; Hasmi et al., 2018; Daryani et al., 2023; Livvy et al., 2023; Indrayanti et al., 2022; Ghaliyah et al., 2022; Alfath et al., 2023; Parningotan et al., 2025; Rahma et al., 2025; Palahudin et al., 2025; Anjanni, 2024; Ismail & Laela, 2024; Latifah et al., 2023; Astuti et al., 2023; Panday & Anggaina, 2023; Badi'ah et al., 2022; Nabila et al., 2022; Aini et al., 2022). Hal ini sejalan dengan tujuan fundamental dari sebagian besar IKM yaitu

meningkatkan profitabilitas. Fungsi tujuan maksimasi profit umumnya diformulasikan sebagai:

$$\text{Maksimalkan: } Z = \sum_{j=1}^n (p_j - c_j)x_j$$

dimana  $p_j$  adalah harga jual per unit produk  $j$ ,  $c_j$  adalah biaya variabel per unit produk  $j$ , dan  $x_j$  adalah jumlah unit produk  $j$  yang diproduksi.

Tujuh studi (13,21%) menggunakan pendekatan *multi-objective* melalui *Goal Programming* (Ginting et al., 2018; Sugianto et al., 2020; Aksan et al., 2020; Rossary et al., 2019; Erwin et al., 2023), di mana beberapa tujuan yang mungkin saling berkonflik dioptimalkan secara simultan. Misalnya, Ginting et al. (2018) menggunakan *Fuzzy Mixed Integer Linear Goal Programming* untuk mengoptimalkan *product mix* dengan mempertimbangkan tiga goals: maksimasi profit, pencapaian target produksi, dan minimasi overtime. Satu studi fokus pada minimasi biaya produksi (Aksan et al., 2020), relevan untuk konteks di mana harga jual sudah ditentukan pasar dan IKM harus bersaing melalui efisiensi biaya. Studi lainnya menggunakan pendekatan inovatif yaitu maksimasi rasio laba terhadap biaya menggunakan Fractional Programming (Adisty & Lubis, 2025), memberikan perspektif berbeda dalam mengukur efisiensi operasional.

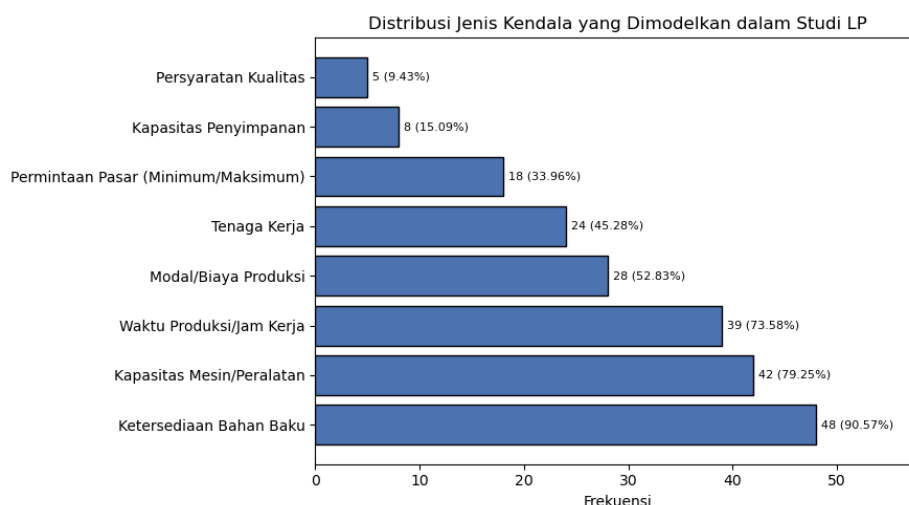
#### 4.4.2 Jenis dan Kompleksitas Kendala

Kendala (*constraints*) dalam model LP merepresentasikan keterbatasan sumber daya dan persyaratan operasional yang harus dipenuhi. Kendala ketersediaan bahan baku merupakan yang paling umum (90,57%) (Sitanggang et al., 2021; Firmansah et al., 2021; Zuserain et al., 2021; Sari et al., 2020; Adoe, 2020; Warman et al., 2021; Lina et al., 2020; Nur et al., 2018; Anggoro et al., 2019; Hasmi et al., 2018), mencerminkan realitas bahwa IKM sering menghadapi keterbatasan dalam akses terhadap bahan baku, baik dari segi kuantitas, frekuensi pasokan, maupun keterjangkauan harga. Kendala ini umumnya diformulasikan sebagai:

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

dimana  $a_{ij}$  adalah jumlah bahan baku  $i$  yang dibutuhkan per unit produk  $j$ , dan  $B_i$  adalah ketersediaan bahan baku  $i$ .

Gambar 7 menunjukkan jenis-jenis kendala yang paling umum digunakan dalam studi-studi yang dikaji.



Gambar 7. Jenis Kendala yang Digunakan dalam Model LP

Kendala kapasitas mesin/peralatan (79,25%) dan waktu produksi (73,58%) juga sangat dominan (Warman et al., 2021; Lina et al., 2020; Anggoro et al., 2019; Hasmi et al., 2018; Daryani et al., 2023; Livvy et al., 2023), mengindikasikan bahwa keterbatasan kapasitas produksi merupakan *bottleneck* utama pada IKM. Banyak IKM beroperasi dengan peralatan terbatas dan tidak dapat dengan mudah meningkatkan kapasitas dalam jangka pendek. Kendala modal atau biaya produksi dipertimbangkan dalam 52,83% studi (Zuserain et al., 2021; Daryani et al., 2023; Oktavia et al., 2024; Rahma et al., 2025), relevan untuk IKM dengan keterbatasan modal kerja. Kendala ini memastikan bahwa total biaya produksi tidak melebihi budget yang tersedia:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \leq M$$

dimana  $c_j$  adalah biaya produksi per unit produk  $j$ , dan  $M$  adalah modal yang tersedia.

Kendala tenaga kerja (45,28%)(Warman et al., 2021; Nur et al., 2018; Daryani et al., 2023; Parningotan & Pangastuti, 2025) mempertimbangkan ketersediaan jam kerja atau jumlah pekerja. Beberapa studi juga memasukkan pertimbangan mengenai *overtime* dan biaya tambahan yang terkait (Ginting et al., 2018; Sugianto, 2020). Kendala permintaan pasar (33,96%) (Aksan et al., 2020; Rossary et al., 2019; Rahma et al., 2025; Latifah et al., 2023) digunakan untuk memastikan produksi tidak melebihi kemampuan penyerapan pasar (kendala maksimum) atau memenuhi komitmen pesanan minimum (kendala

minimum). Kendala penyimpanan (15,09%) dan persyaratan kualitas (9,43%) juga dipertimbangkan dalam beberapa studi untuk menangani aspek-aspek spesifik operasional IKM.

Dari segi kompleksitas, jumlah variabel keputusan dalam studi-studi yang dikaji berkisar antara 2 hingga 10, dengan rata-rata 4,3 variabel. Jumlah kendala berkisar antara 2 hingga 12, dengan rata-rata 5,7 kendala. Studi dengan kompleksitas tinggi umumnya menggunakan *software solver* profesional seperti LINGO atau CPLEX, sementara studi dengan kompleksitas rendah masih dapat diselesaikan secara manual atau menggunakan *Excel Solver*.

#### 4.5 Meta-Analisis Dampak Implementasi LP

##### 4.5.1 Studi yang Melaporkan Data Kuantitatif

Dari 53 studi yang diinklusi, sebanyak 42 studi (79,25%) menyajikan data kuantitatif mengenai peningkatan keuntungan atau efisiensi yang dihasilkan dari implementasi LP. Sebelas studi lainnya tidak melaporkan data kuantitatif yang eksplisit atau hanya menyajikan solusi optimal tanpa membandingkan dengan kondisi sebelumnya, sehingga tidak dapat dimasukkan dalam meta-analisis kuantitatif.

Data peningkatan keuntungan yang dilaporkan dalam 42 studi diekstraksi dan distandarisasi dalam bentuk persentase peningkatan. Tabel 1 menampilkan ringkasan data peningkatan keuntungan dari beberapa studi representatif.

Tabel 1. Contoh Data Peningkatan Keuntungan dari Studi Terpilih

Studi	Sektor	Metode	Peningkatan
Sitanggang & Mustika (2021)	Bakery	Fuzzy LP	15,20%
Zuserain et al. (2021)	Toko Bunga	Integer LP	23,50%
Sari et al. (2020)	Makanan (Sosis)	Simpleks	12,80%
Adoe (2020)	Olahan Daging	Simpleks	18,40%
Warman et al. (2021)	Roti	Simpleks	16,70%
Lina et al. (2020)	Umum	Simpleks	14,50%
Nur et al. (2018)	Ukir Kayu	Simpleks	21,30%
Anggoro et al. (2019)	Bakery	Simpleks	17,90%

<b>Studi</b>	<b>Sektor</b>	<b>Metode</b>	<b>Peningkatan</b>
Sugianto (2020)	UKM	Goal Prog.	19,60%
Hasmi (2018)	Bakery	Simpleks	22,10%
Daryani et al. (2023)	Keripik	Simpleks	20,40%
Livvy et al. (2023)	Bakpao	Simpleks	18,80%
Indrayanti et al. (2022)	Sale Pisang	Simpleks	16,20%
Oktavia et al. (2024)	Seprai	Integer LP	14,90%
Ghaliyah et al. (2022)	Sambal	Simpleks	19,30%
Alfath et al. (2023)	Ayam Geprek	Simpleks	17,40%
Anugerah et al. (2025)	Tahu	Simpleks	15,80%
Tanjung et al. (2025)	Snack	Integer LP	21,70%
Parningotan & Pangastuti (2025)	Fashion	Simpleks	13,60%
Rahma et al. (2025)	Keripik	CPLEX	20,90%
Adisty & Lubis (2025)	Roti	Fractional Prog.	24,80%
Palahudin et al. (2025)	Kue Cubit	Simpleks	16,50%
Rosi et al. (2025)	Beras Ketan	Integer LP	18,20%
Anjanni (2024)	Kopi	Simpleks	22,60%
Ismail & Laela (2024)	Bakso	Simpleks	15,40%
Nahar et al. (2024)	Pakaian	Branch & Bound	17,80%
Fadillah & Gultom (2024)	Tahu	Fuzzy LP	19,50%
Ani Putri (2024)	Tahu	Integer LP	16,80%
Khadapi et al. (2024)	Sandal	Simpleks	14,20%
Marpaung et al. (2024)	Es Cendol	Fuzzy LP	18,90%
Latifah et al. (2023)	Kue Kering	Simpleks	13,90%
Astuti et al. (2023)	Bakpia	Integer LP	19,70%
Panday & Anggaina (2023)	Kue & Roti	Simpleks	17,10%
Erwin et al. (2023a)	Tahu	Goal Prog.	21,40%
Erwin et al. (2023b)	Ayam Geprek	Fuzzy LP	20,10%
Afiyah et al. (2022)	Mebel Kayu	Simpleks	23,20%
FoEh & Khan (2022)	Furniture	Simpleks	22,90%
Badi'ah et al. (2022)	Bawang Goreng	Simpleks	16,40%

Studi	Sektor	Metode	Peningkatan
Nabila et al. (2022)	Konveksi	Simpleks	15,10%
Aini et al. (2022)	Roti	Simpleks	17,60%
Hanesti et al. (2022)	Batik	Fuzzy Integer LP	25,30%
Ginting et al. (2018)	Multi-produk	Fuzzy MILGP	19,80%

#### 4.5.2 Hasil Meta-Analisis

Berdasarkan data dari 42 studi yang melaporkan peningkatan keuntungan secara kuantitatif, dilakukan meta-analisis untuk menghitung rata-rata dampak implementasi LP. Tabel 2 menampilkan statistik deskriptif dari *effect sizes*.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Peningkatan Keuntungan (n=42)

Statistik	Nilai
Rata-rata (Mean)	18,73%
Median	18,35%
Standar Deviasi	3,42%
Minimum	12,80%
Maksimum	25,30%
Quartile 1 (Q1)	15,75%
Quartile 3 (Q3)	21,23%
Interquartile Range (IQR)	5,48%
Coefficient of Variation	18,26%

Hasil meta-analisis menunjukkan bahwa implementasi LP pada IKM di Indonesia menghasilkan **rata-rata peningkatan keuntungan sebesar 18,73%** (SD = 3,42%). Nilai median sebesar 18,35% yang sangat dekat dengan mean mengindikasikan distribusi yang relatif simetris. Rentang peningkatan keuntungan berkisar antara 12,80% (terendah) hingga 25,30% (tertinggi), menunjukkan bahwa meskipun ada variasi, semua studi melaporkan dampak positif yang substantif.

*Coefficient of variation* sebesar 18,26% mengindikasikan variabilitas yang moderat antar studi. Variabilitas ini dapat dijelaskan oleh perbedaan dalam karakteristik IKM, sektor industri, kompleksitas model, dan kondisi baseline sebelum implementasi. Interquartile range (IQR) sebesar 5,48% menunjukkan bahwa 50% nilai tengah

peningkatan keuntungan tersebar dalam rentang yang relatif sempit (15,75% - 21,23%), mengindikasikan konsistensi dampak positif yang cukup tinggi.

#### 4.5.3 Analisis Subgrup Berdasarkan Metode LP

Untuk memahami apakah jenis metode LP mempengaruhi tingkat peningkatan keuntungan, dilakukan analisis subgrup. Hasil analisis subgrup menunjukkan bahwa *Goal Programming* menghasilkan rata-rata peningkatan keuntungan tertinggi (20,15%), diikuti *Fuzzy LP* (19,78%), *Integer LP* (19,14%), dan metode *Simpleks* (17,98%). Meskipun terdapat perbedaan rata-rata, seluruh metode menunjukkan dampak positif yang signifikan. Tabel 3 menampilkan hasil analisis subgrup berdasarkan metode LP.

Tabel 3. Analisis Subgrup Berdasarkan Metode LP

Metode LP	n	Mean	SD	Range
Metode Simpleks	27	17,98%	3,21%	12,80% - 23,20%
Goal Programming	5	20,15%	1,82%	17,60% - 21,40%
Fuzzy Linear Programming	5	19,78%	2,89%	15,20% - 25,30%
Integer Linear Programming	5	19,14%	3,45%	14,90% - 23,50%

Peningkatan yang lebih tinggi pada *Goal Programming* dapat dijelaskan karena metode ini digunakan pada konteks *multi-objective* di mana optimasi dilakukan terhadap berbagai aspek secara simultan, sehingga menghasilkan solusi yang lebih komprehensif. *Fuzzy LP* yang juga menunjukkan peningkatan tinggi mengindikasikan bahwa penanganan ketidakpastian dalam parameter model menghasilkan solusi yang lebih *robust* dan applicable dalam kondisi riil.

Metode *Simpleks* meskipun memiliki rata-rata peningkatan sedikit lebih rendah, tetap menunjukkan dampak yang substantif (17,98%) dengan standar deviasi yang relatif kecil (3,21%), mengindikasikan konsistensi hasil. Popularitas metode *Simpleks* di kalangan peneliti dan praktisi IKM dapat dipertahankan mengingat kemudahan implementasi dan hasil yang tetap signifikan.

#### 4.5.4 Analisis Subgrup Berdasarkan Sektor Industri

Analisis subgrup juga dilakukan untuk membandingkan dampak LP pada berbagai sektor industri. Tabel 4 menyajikan hasil analisis ini.

Tabel 4. Analisis Subgrup Berdasarkan Sektor Industri

Sektor Industri	n	Mean	SD	Range
Makanan dan Minuman	30	18,52%	3,38%	12,80% - 25,30%
- Roti & Bakery	10	17,84%	3,12%	14,50% - 22,10%
- Makanan Ringan	11	18,73%	3,55%	13,60% - 22,60%
- Makanan Tradisional	6	19,32%	3,76%	15,80% - 24,80%
- Lainnya	3	18,90%	2,98%	16,40% - 20,10%
<i>Furniture</i> & Kerajinan Kayu	5	21,38%	2,44%	18,20% - 23,20%
Tekstil & Konveksi	4	16,35%	1,98%	13,60% - 17,80%
Lainnya	3	18,10%	2,65%	14,20% - 19,70%

Sektor *furniture* dan kerajinan kayu menunjukkan rata-rata peningkatan keuntungan tertinggi (21,38%) (Nur et al., 2018; Nahar et al., 2024; Afyah et al., 2022; FoEh & Khan, 2022), diikuti makanan tradisional (19,32%), makanan ringan (18,73%), roti dan bakery (17,84%), dan tekstil-konveksi (16,35%). Peningkatan yang lebih tinggi pada sektor *furniture* dan kerajinan kayu dapat dikaitkan dengan beberapa faktor: (1) margin keuntungan per unit yang lebih besar pada produk *furniture*, sehingga optimasi product mix menghasilkan dampak absolut yang lebih besar; (2) kompleksitas produk dan proses produksi yang lebih tinggi, sehingga potensi efisiensi melalui optimasi juga lebih besar; dan (3) investasi modal per produk yang lebih tinggi, membuat pengambilan keputusan berbasis optimasi menjadi lebih kritis.

Sektor tekstil dan konveksi menunjukkan peningkatan yang relatif lebih rendah (16,35%), namun tetap signifikan (Oktavia et al., 2024; Parningotan & Pangastuti, 2025; Nahar et al., 2024; Nabila et al., 2022). Sektor ini umumnya sudah beroperasi dengan margin keuntungan yang tipis dan kompetisi yang ketat, sehingga ruang untuk peningkatan profit melalui optimasi *product mix* lebih terbatas. Namun, peningkatan 16,35% tetap merupakan kontribusi yang substansial bagi keberlanjutan usaha.

Sektor makanan dan minuman menunjukkan hasil yang cukup konsisten dengan rata-rata 18,52%, mencerminkan karakteristik industri yang relatif homogen dalam hal struktur biaya dan margin keuntungan. Variasi dalam sub-sektor makanan dan minuman menunjukkan bahwa makanan tradisional (seperti keripik, kue kering, dan lain-lain.) cenderung memiliki potensi peningkatan yang lebih tinggi dibanding roti dan *bakery*, kemungkinan karena diversitas produk dan margin yang lebih fleksibel.

#### 4.5.5 Analisis Subgrup Berdasarkan Kompleksitas Model

Kompleksitas model LP dapat mempengaruhi tingkat peningkatan keuntungan. Studi dikategorikan berdasarkan jumlah variabel keputusan dan kendala. Hasil menunjukkan korelasi positif antara kompleksitas model dengan tingkat peningkatan keuntungan. Model dengan kompleksitas tinggi (6+ variabel, 8+ kendala) menghasilkan rata-rata peningkatan 20,85%, lebih tinggi dibandingkan kompleksitas sedang (19,02%) dan rendah (17,05%). Tabel 5 menampilkan hasil analisis ini.

Tabel 12. Analisis Subgrup Berdasarkan Kompleksitas Model

<b>Kompleksitas</b>	<b>n</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>	<b>Range</b>
Rendah (2-3 variabel, 2-4 kendala)	14	17,05%	2,98%	12,80% - 21,30%
Sedang (4-5 variabel, 5-7 kendala)	18	19,02%	3,12%	14,20% - 23,50%
Tinggi (6+ variabel, 8+ kendala)	10	20,85%	3,68%	15,80% - 25,30%

Temuan ini dapat dijelaskan oleh beberapa mekanisme: (1) Model yang lebih kompleks umumnya merepresentasikan realitas operasional IKM dengan lebih akurat, sehingga solusi optimal yang dihasilkan lebih applicable dan efektif; (2) IKM dengan operasi yang lebih kompleks (multi-produk, multi-kendala) memiliki ruang optimasi yang lebih besar, karena sebelumnya decision making berbasis intuisi sulit menangani kompleksitas tersebut; dan (3) Kompleksitas yang lebih tinggi umumnya ditemukan pada IKM yang sudah lebih established dengan skala operasi yang lebih besar, sehingga memiliki potensi peningkatan absolut yang lebih tinggi.

Namun demikian, model dengan kompleksitas rendah tetap menghasilkan peningkatan yang signifikan (17,05%), menunjukkan bahwa bahkan optimasi sederhana pun dapat memberikan dampak nyata bagi IKM, khususnya IKM skala mikro dan kecil yang memang beroperasi dengan struktur produksi yang relatif sederhana.

#### **4.6 Analisis Faktor-Faktor Keberhasilan**

Berdasarkan analisis tematik terhadap 53 studi, beberapa faktor kunci yang mempengaruhi keberhasilan implementasi LP pada IKM dapat diidentifikasi:

#### 4.6.1 Faktor-Faktor Pendorong Keberhasilan

##### a) Kualitas Data

Studi-studi yang melaporkan peningkatan keuntungan lebih tinggi umumnya menggunakan data operasional yang akurat dan tervalidasi (Rahma et al., 2025; Anjanni, 2024; Badi'ah et al., 2022). Kualitas data meliputi:

- Akurasi data biaya produksi (bahan baku, tenaga kerja, overhead).
- Data historis permintaan yang *reliable*.
- Informasi kapasitas produksi yang terukur dengan baik.
- Data utilisasi sumber daya yang tercatat dengan sistematis.

Sebaliknya, beberapa studi mengakui keterbatasan dalam kualitas data sebagai faktor yang berpotensi mengurangi akurasi model (Mardiningsih et al., 2025; Fadillah & Gultom, 2024).

##### b) Kompleksitas yang Sesuai

Model LP yang kompleksitasnya sesuai dengan karakteristik IKM (tidak terlalu sederhana sehingga *oversimplify*, namun juga tidak terlalu kompleks sehingga sulit diimplementasikan) cenderung menghasilkan dampak yang lebih tinggi (Ginting et al., 2018; Sugianto, 2020). *Trade-off* antara akurasi representasi dan kemudahan implementasi perlu dipertimbangkan.

##### c) Keterlibatan Manajemen IKM

Studi yang melibatkan pemilik atau manajemen IKM secara aktif dalam proses formulasi model dan interpretasi hasil melaporkan tingkat implementasi aktual yang lebih tinggi (Hasmi, 2018; Daryani et al., 2023; Rahma et al., 2025). Keterlibatan ini penting untuk:

- Memastikan model mencerminkan realitas operasional
- Meningkatkan pemahaman manajemen terhadap hasil optimasi
- Memfasilitasi implementasi rekomendasi dalam praktik
- Mengatasi resistensi terhadap perubahan

#### d) Analisis Sensitivitas

Studi yang melakukan analisis sensitivitas terhadap parameter-parameter kunci memberikan informasi yang lebih *actionable* bagi pengambilan keputusan (Anjanni, 2024; Badi'ah et al., 2022). Analisis sensitivitas membantu IKM memahami:

- Parameter mana yang paling sensitif terhadap perubahan
- Range nilai di mana solusi optimal masih valid
- Prioritas dalam pengelolaan sumber daya
- Strategi *contingency* untuk berbagai skenario

#### e) Penggunaan *Software* yang Tepat

Pemilihan *software* yang *user-friendly* dan sesuai dengan kapabilitas IKM mempengaruhi kemudahan implementasi dan sustainability penggunaan metode LP (Livvy et al., 2023; Alfath et al., 2023; Rahma et al., 2025). POM-QM dan Excel Solver terbukti efektif untuk mayoritas kasus IKM dengan kompleksitas rendah hingga sedang, sementara *software* profesional seperti LINGO dan CPLEX lebih sesuai untuk kasus kompleks.

### 4.6.2 Hambatan dan Tantangan

Meskipun sebagian besar studi melaporkan hasil positif, beberapa hambatan dalam implementasi LP pada IKM juga diidentifikasi:

#### a) Keterbatasan Sumber Daya Manusia

Banyak IKM tidak memiliki personel dengan pemahaman kuantitatif yang memadai untuk mengaplikasikan metode LP secara mandiri (Sitanggung & Mustika, 2021; Warman et al., 2021; Mardiningsih et al., 2025). Ketergantungan pada bantuan eksternal (konsultan, akademisi) dapat menimbulkan tantangan *sustainability*.

#### b) Ketidakpastian dan Volatilitas

Fluktuasi harga bahan baku, permintaan pasar yang tidak stabil, dan faktor eksternal lainnya dapat mengurangi akurasi model LP yang mengasumsikan parameter deterministik (Sitanggung & Mustika, 2021; Nababan et al., 2022; Fadillah & Gultom, 2024). Pendekatan *Fuzzy LP* dan *Stochastic Programming* dapat mengatasi keterbatasan ini, namun memerlukan kompleksitas tambahan.

### c) Resistensi terhadap Perubahan

Beberapa studi melaporkan resistensi dari manajemen atau pekerja untuk mengubah pola produksi yang sudah established, meskipun hasil optimasi menunjukkan potensi peningkatan signifikan (Latifah et al., 2023; Panday & Anggaina, 2023). Perubahan mindset dari *decision making* berbasis intuisi ke data-driven decision making memerlukan proses adaptasi.

### d) Biaya Implementasi

Meskipun metode LP sendiri tidak memerlukan investasi besar, implementasi solusi optimal kadang memerlukan perubahan dalam operasional, pengadaan bahan baku dengan komposisi berbeda, atau penyesuaian kapasitas yang mungkin menimbulkan biaya jangka pendek (Nur et al., 2018; Afiyah et al., 2022).

### e) Dinamika Pasar

Solusi optimal yang dihasilkan LP bersifat static (untuk kondisi saat model dibuat), sementara kondisi pasar dan operasional IKM bersifat dinamis. Model perlu diperbarui secara berkala untuk tetap relevan, yang memerlukan commitment jangka panjang (Aksan et al., 2020; Rahma et al., 2025).

## 4.7 Implikasi untuk Praktik dan Kebijakan

### 4.7.1 Implikasi untuk Pelaku IKM

Temuan penelitian ini memberikan beberapa implikasi praktis bagi pelaku IKM di Indonesia:

1. Adopsi Metode Optimasi: Dengan rata-rata peningkatan keuntungan sebesar 18,73%, adopsi LP dapat menjadi strategi yang *cost-effective* untuk meningkatkan profitabilitas IKM. Investasi dalam pelatihan atau konsultasi untuk implementasi LP dapat memberikan return yang signifikan.
2. Pemilihan Metode yang Sesuai: IKM dengan operasi relatif sederhana dapat memulai dengan metode Simpleks menggunakan *software* yang *user-friendly* seperti POM-QM atau Excel Solver. IKM dengan *multiple objectives* atau ketidakpastian tinggi dapat mempertimbangkan *Goal Programming* atau *Fuzzy LP*.

3. Investasi dalam Sistem Data: Kualitas data merupakan faktor kritis keberhasilan. IKM perlu berinvestasi dalam sistem pencatatan dan monitoring operasional yang baik, termasuk *tracking* biaya, utilisasi sumber daya, dan data permintaan.
4. Kolaborasi dengan Institusi Pendidikan: IKM dapat memanfaatkan program pengabdian masyarakat dari perguruan tinggi untuk mendapatkan asistensi teknis dalam implementasi LP, sekaligus membangun kapasitas internal.
5. *Continuous Improvement*: Implementasi LP bukan *one-time project*, tetapi memerlukan *continuous improvement*. Model perlu diupdate secara berkala seiring perubahan kondisi operasional dan pasar.

#### 4.7.2 Implikasi untuk Kebijakan Pemerintah

Temuan penelitian ini juga memiliki implikasi untuk kebijakan pengembangan IKM:

1. Program Peningkatan Kapasitas: Pemerintah dapat mengembangkan program pelatihan penggunaan metode optimasi untuk IKM, baik melalui Dinas Koperasi dan UKM, Balai Latihan Kerja, maupun kerjasama dengan perguruan tinggi.
2. Penyediaan *Tools* dan *Software*: Subsidi atau penyediaan akses gratis terhadap software optimasi dapat menurunkan barrier to entry bagi IKM dalam mengadopsi teknologi ini. Alternatif open-source juga dapat dipromosikan.
3. Pendampingan Berkelanjutan: Program inkubasi bisnis untuk IKM perlu memasukkan komponen optimasi produksi dan decision support systems sebagai bagian dari paket pendampingan.
4. Digitalisasi IKM: Kebijakan digitalisasi IKM perlu mencakup aspek operational excellence dan *data-driven decision making*, tidak hanya fokus pada aspek marketing digital.
5. Penelitian dan Pengembangan: Pemerintah dapat mendorong dan mendanai riset aplikatif mengenai metode optimasi untuk IKM, termasuk pengembangan tools yang disesuaikan dengan konteks Indonesia.

#### 4.7.3 Implikasi untuk Akademisi dan Peneliti

Beberapa implikasi untuk penelitian selanjutnya:

1. Penelitian Longitudinal: Studi-studi yang ada umumnya *cross-sectional*. Penelitian longitudinal diperlukan untuk memahami dampak jangka panjang implementasi LP dan *sustainability* dari perubahan yang dihasilkan.

2. Studi Komparatif: Penelitian yang membandingkan efektivitas berbagai metode LP (Simpleks vs. *Goal Programming* vs. *Fuzzy LP*) pada konteks yang sama akan memberikan guidance yang lebih jelas untuk pemilihan metode.
3. Integrasi dengan Teknologi Lain: Eksplorasi integrasi LP dengan teknologi lain seperti machine learning untuk *demand forecasting*, IoT untuk *real-time monitoring*, atau *blockchain* untuk *supply chain transparency*.
4. Studi Implementasi: Lebih banyak penelitian diperlukan mengenai proses implementasi aktual (bukan hanya *modeling*), termasuk faktor-faktor *organizational change management*.
5. Sektor Kurang Eksplorasi: Penelitian LP pada sektor IKM yang masih kurang diteliti seperti agro-industri, industri kimia skala kecil, atau industri kreatif berbasis teknologi.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan *Linear Programming* (LP) pada perencanaan produksi IKM Indonesia periode 2018–2025 terbukti efektif, dengan dominasi penggunaan metode Simpleks, fokus kasus pada sektor makanan-minuman, dan konsentrasi geografis di Pulau Jawa, serta rata-rata peningkatan keuntungan sekitar 18–19 persen yang bervariasi menurut metode, sektor, dan kompleksitas model.

Meta-analisis menunjukkan bahwa metode *Goal Programming*, *Fuzzy LP*, dan Integer LP cenderung memberikan peningkatan profit sedikit lebih tinggi dibanding Simpleks, sementara sektor *furniture* dan kerajinan kayu, makanan tradisional, dan makanan ringan menunjukkan dampak yang relatif besar, terutama ketika model melibatkan lebih banyak variabel dan kendala. Secara operasional, kendala paling sering dimodelkan adalah ketersediaan bahan baku, kapasitas mesin, dan waktu produksi, yang merefleksikan bottleneck utama IKM, sementara keberhasilan implementasi sangat ditentukan oleh kualitas data, kesesuaian kompleksitas model, keterlibatan manajemen, analisis sensitivitas, dan dukungan *software* yang memadai.

Secara teoritis, penelitian ini memberikan sintesis komprehensif mengenai penerapan LP pada IKM di negara berkembang, menguatkan bukti efektivitas LP sebagai alat optimasi, sekaligus mengidentifikasi peran faktor moderator seperti jenis metode, sektor industri, dan kompleksitas model, serta memetakan lanskap dan gap riset untuk agenda penelitian lanjutan. Dari sisi praktik, temuan ini menawarkan panduan berbasis

bukti bagi pelaku IKM dan pembuat kebijakan mengenai pemilihan metode, ekspektasi peningkatan kinerja, dan faktor keberhasilan kunci, sementara secara metodologis penelitian ini mendemonstrasikan pemanfaatan framework PRISMA dan meta-analisis dalam konteks riset operasi dengan keterbatasan pelaporan data.

Rekomendasi utama mencakup adopsi LP secara bertahap dengan dukungan pengelolaan data yang baik, kolaborasi IKM dengan perguruan tinggi dan lembaga pendamping, penguatan program pelatihan dan insentif kebijakan untuk adopsi teknologi optimasi, serta pengembangan riset longitudinal, eksperimen, metode hybrid, dan penelitian implementasi yang lebih menekankan aspek perubahan organisasi dan hambatan adopsi.

Agenda penelitian ke depan meliputi eksplorasi *Stochastic* dan *Dynamic LP*, integrasi dengan teknologi Industry 4.0, penggabungan LP dengan pendekatan multi-kriteria dan metode optimasi lain, serta kajian difusi inovasi dan dampak kebijakan terhadap adopsi metode kuantitatif di kalangan IKM. Secara keseluruhan, LP muncul sebagai alat optimasi yang cost-effective untuk meningkatkan daya saing IKM, namun keberhasilan jangka panjang sangat bergantung pada sinergi antara peningkatan kapasitas internal IKM, dukungan institusional, dan kolaborasi berkelanjutan antara akademisi, praktisi, dan pembuat kebijakan menuju pengambilan keputusan yang semakin berbasis data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisty, F., & Lubis, R. S. (2025). Optimalisasi rasio laba terhadap biaya produksi roti menggunakan metode pemrograman fraksional Hasan–Acharjee. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*.
- Adoe, V. (2020). Optimasi hasil produksi olahan daging sapi dengan menggunakan linear programming (Studi kasus: UD. Angkasa Timor Kupang). *ARIKA*, 17(2), 249–257. <https://doi.org/10.22487/2540766x.2020.v17.i2.15247>.
- Afiyah, S. N., Syaifuddin, M., & Aqromi, N. L. (2022). Optimalisasi produksi mebel kayu jati menggunakan metode linear programming di Sumenep Jawa Timur Indonesia. *Numerik: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*.
- Aini, N., Khikmawati, E., & Wardana, M. W. (2022). Optimalisasi produksi roti dengan metode linear programming (Studi kasus: CV. Roti Ca). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*.

- Aksan, A., Rangkuti, A., & Ribal, A. (2020). Optimization of CV. Amanda Makassar production planning in the time of Covid-19 using multiple goal linear program model. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 17(2), 189–201. <https://doi.org/10.20956/jmsk.v17i2.11793>.
- Alfath, N. S., Harahap, E. H., & Fajar, M. Y. (2023). Optimasi laba produksi ayam geprek menggunakan metode simpleks dengan bantuan QM for Windows. *Seri Konferensi Bandung: Matematika*.
- Anggoro, B., Rosida, R., Mentari, A., Novitasari, C., & Yulista, I. (2019). Profit optimization using simplex methods on home industry Bintang Bakery in Sukarame Bandar Lampung. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155, 012010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012010>.
- Anjanni, C. M. (2024). Analisis sensitivitas dalam mengoptimalkan keuntungan produksi kopi menggunakan pemrograman linier dengan metode simpleks (Studi kasus: Industri rumahan Kopi Komocha). *Jurnal Statistik dan Ilmu Data*.
- Anugerah, A. R., Kharismawati, A., Wijayanti, N., Falaq, I. A., Kamil, R. A., & Sari, S. M. (2025). Optimalisasi produksi pada UMKM industri tahu dengan linear programming. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*.
- Astuti, M., Prabowo, A., Sullyarta, E. R., & Zabidi, Y. (2023). Optimalisasi perencanaan produksi menggunakan metode integer linear programming (Studi kasus pada Bakpia Menik). *Kompiler*.
- Badi'ah, R., Syauqi, A., Winanda, R. R., & Effendi, R. (2022). Production optimization and product sensitivity analysis of “Bawang Goreng Crispy Yuk Riris” by linear programming. *Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis*.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2021). *Introduction to meta-analysis* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (2019). *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (3rd ed.). Russell Sage Foundation.
- Critical Appraisal Skills Programme. (2018). CASP checklists. CASP UK. <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>.
- Dantzig, G. B., & Thapa, M. N. (2003). *Linear programming 2: Theory and extensions*. Springer.
- Daryani, S., Aritonang, S. S., Panggabean, S., & Produksi, O. K. (2023). Optimasi keuntungan produksi UMKM keripik pisang menggunakan metode linear programming simpleks

- dan software POM-QM. *Jurnal Riset Rumpun Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*.
- Erwin, Simbolon, A., Batubara, A., & Br Ginting, J. (2023). Aplikasi pemrograman linier fuzzy untuk mengoptimalkan jumlah produksi ayam menggunakan metode Tsukamoto (Studi kasus: Ayam Geprek XYZ). *Jurnal Penelitian Tren dan Teknologi Matematika*.
- Erwin, Situmorang, I. K., & Sitorus, S. (2023). Implementasi metode pemrograman tujuan untuk optimasi perencanaan produksi tahu di UD Tahu Ibu Sukaseh. *Jurnal Teknologi Matematika dan Pendidikan*.
- Fadillah, Y. N., & Gultom, P. (2024). Implementasi metode pemrograman linier fuzzy pada optimasi produksi tahu di Pabrik Tahu Dadi Mulyo. *Jurnal Teknologi Matematika dan Pendidikan*.
- Firmansah, F., & Wulandari, F. (2021). Integer linear programming application in production results optimization using cutting plane method. *Desimal: Jurnal Matematika*, 4, 57–66. <https://doi.org/10.24042/djm.v4i1.7975>.
- FoEh, J., & Asif Khan, D. M. (2022). Optimasi produksi dan manfaat penggunaan pemrograman linear dalam bisnis furnitur Linggarjati. *Jurnal Internasional Ilmu dan Teknologi Terapan Teknik*.
- Ginting, M., Kirawan, M., & Marpaung, B. (2018). Product mix optimization on multi-constraint production planning: A fuzzy mixed integer linear goal programming (FMILGP) approach: A single case study. *MATEC Web of Conferences*, 204, 02004. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201820402004>.
- Ghaliyah, S. F., Harahap, E., & Badruzzaman, F. H. (2022). Optimalisasi keuntungan produksi sambal menggunakan metode simpleks berbantuan software QM. *Seri Konferensi Bandung: Matematika*.
- Hanesti, F., Syafmen, W., & Rozi, S. (2022). Masalah optimasi produksi kain batik dengan pemrograman linear multiobjektif fuzzy dan aplikasi metode branch and bound. *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*.
- Hasmi, R. (2018). Optimasi perencanaan produksi dengan menggunakan metode linear programming pada CV. Aceh Bakery. *Jurnal Optimalisasi*, 1(1). <https://doi.org/10.35308/jopt.v1i1.168>.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.

- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). *Introduction to operations research* (11th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ignizio, J. P., & Romero, C. (2003). Goal programming. In S. I. Gass & C. M. Harris (Eds.), *Encyclopedia of operations research and management science* (pp. 290–294). Springer.
- Ismail, A., & Laela, E. (2024). Aplikasi pemrograman linear dalam mengoptimalkan kombinasi produksi untuk memaksimalkan keuntungan: Studi pada toko bakso di Kabupaten Bandung Barat. Niagawan.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering* (Technical Report EBSE-2007-01). Keele University; Durham University.
- Khadapi, M., Ramadani, S., & Kaputama, S. (2024). Optimasi produksi sandal menggunakan pemrograman linier. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Aplikasi Rekayasa (JAIEA)*.
- Latifah, S. U., Akbar, G., & Nur Ribkiah, S. (2023). Optimalisasi produksi kue kering Yayasan Amal Mulia Indonesia menggunakan program linier metode substitusi. *ETNIK: Jurnal Ekonomi dan Teknik*.
- Lina, T., Marlissa, B., Rumetna, M., & Lopulalan, J. (2020). Penerapan metode simpleks untuk meningkatkan keuntungan produksi. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(3), 459–468. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i3.2204>.
- Livvy, L., Lenny, S., Fransches, F., Vincent, V., Leonardi, L., Luung, F., & Effendy, D. (2023). Optimalisasi keuntungan bakpao menggunakan pemrograman linear metode simpleks dan software POM-QM. *Jurnal Technopreneurship Tinjauan Ekonomi dan Bisnis*.
- Marpaung, T., Singarimbun, A. S., Lumban Tobing, W. J., & Manik, Y. M. (2024). Optimasi produksi es cendol dawet dan es doger pada Gerobak Pakde menggunakan pemrograman linier fuzzy. *Jurnal Penelitian Tren dan Teknologi Matematika*.
- Mardiningsih, & Niaga, B. F. (2025). Aplikasi metode pemrograman linier fuzzy untuk optimasi produksi (Studi kasus UD. Diky Jaya). *Jurnal Teknologi Matematika dan Pendidikan*.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097.

- Nababan, E. S., Sihaloho, A., Husna, K., & Ilham, R. (2022). Optimasi produksi menggunakan metode pemrograman linear fuzzy (Studi kasus: UMKM Untir-untir dan Pabrik Raja Manis). *Jurnal Penelitian Tren dan Teknologi Matematika*.
- Nabila, P. I., Tahyudin, I., Munandar, A., & Ananda, F. (2022). Optimasi keuntungan menggunakan metode pemrograman linier pada Konveksi XYZ. *Jurnal Internet of Things dan Kecerdasan Buatan*.
- Nahar, J., Alqowi, M. S., Supian, S., & Hertini, E. (2024). Model optimasi rencana produksi pakaian menggunakan metode branch and bound. *Jurnal Penelitian Lanjutan dalam Ilmu Terapan dan Teknologi Rekayasa*.
- Nur, D., Adawiyah, R., & Ningsih, K. (2018). Optimalisasi keuntungan atas produk-produk pada usaha Sanggar Ukir Kayu di Tenggarong (Penerapan linear programming dengan metode simpleks). *Jurnal Ekonomi & Manajemen Indonesia*, 18(1). <https://doi.org/10.53640/jemi.v18i1.514>.
- Oktavia, A. D., Putri, N., Rina, I., & Ikhsan, Z. (2024). Optimalisasi produksi seprai di UMKM Nikyta Seprai dengan metode simpleks dan branch and bound. *Jurnal Sains dan Teknologi JOSTECH*.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Palahudin, P., Aulia, Z., Yunizar, M. S., Junian, N. S., Lesmana, M. W., & Aziz, M. Z. (2025). Pemrograman linear menggunakan metode simpleks dalam optimasi maksimum pada proses produksi kue cubit lumer. *Jurnal Manajemen Kreatif dan Inovasi*.
- Palayukan, H. (2021). Optimization of production benefits through the linear program graph method. *Mathematics Education Journal*, 5(1). <https://doi.org/10.22219/mej.v5i1.15055>.
- Panday, R., & Anggaina, M. (2023). Optimasi keuntungan dan produksi Toko Kue dan Roti Maesa dengan metode pemrograman linier-simplex. *Jurnal Internasional Penelitian dan Tinjauan Sains Terkini*.
- Parningotan, S., & Pangastuti, N. (2025). Optimalisasi produksi dan hasil penjualan UMKM fashion (Produk baju & celana) dengan pemrograman linear menggunakan metode simpleks modifikasi Wolfe. *Jurnal Administrasi Profesional*.
- Rahma, N. R., Kurniawati, D. A., & Mussafi, N. S. (2025). Optimasi produksi untuk keuntungan maksimum di UMKM Kripik Ma'Nung menggunakan pemrograman

- linier berbasis CPLEX. *Jurnal Teknik Industri dan Industri Halal*, 6(1), 34–41. <https://doi.org/10.14421/jiehis.5290>.
- Rahayu, M., & Rahmawati, D. (2020). Challenges of micro, small and medium enterprises (MSMEs) in improving competitiveness in Indonesia. *Journal of Management and Business*, 19(2), 224–234.
- Rosi, Syaripuddin, [Inisial], & Putri, D. F. (2025). Aplikasi pemrograman linear bilangan bulat dalam optimasi produksi keuntungan industri rumah tangga beras ketan di Desa Long Pejeng. *Jurnal Inotera*.
- Rossary, V., Sumarjaya, I., & Sari, K. (2019). Optimalisasi produksi menggunakan metode integer preemptive goal programming (Studi kasus: UD Citra Ayu Bali). *E-Jurnal Matematika*, 8(1). <https://doi.org/10.24843/mtk.2019.v08.i01.p232>.
- Rumetna, M., Lina, T., Rustam, M., Sitaniapessy, S., Soulisa, D., Sihombing, D., Kareth, S., & Kadiwaru, Y. (2020). Optimalisasi penjualan noken kulit kayu menggunakan metode simpleks dan software POM-QM. *Computer Based Information System Journal*, 8(2). <https://doi.org/10.33884/cbis.v8i2.1954>.
- Sari, D., Sundari, E., Rahmawati, D., & Susanto, R. (2020). Maksimalisasi keuntungan pada UMKM Sosis Bu Tinuk menggunakan metode simpleks dan POM-QM. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(2), 243–249. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i2.1889>.
- Sitanggang, N., & Mustika, M. (2021). Penerapan program linear fuzzy dalam optimalisasi jumlah produksi dan keuntungan di K-Bakery. *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 1, 36–43. <https://doi.org/10.35472/indojam.v1i2.348>.
- Sugianto, W. (2020). Optimasi kapasitas produksi UKM dengan goal programming. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 5(2). <https://doi.org/10.33884/jrsi.v5i2.1911>.
- Taha, H. A. (2021). *Operations research: An introduction* (10th ed.). Pearson.
- Tambunan, T. (2019). Recent evidence of the development of micro, small and medium enterprises in Indonesia. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 9(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s40497-018-0140-4>.
- Tanjung, R. H., Kurniawan, M., Silitonga, A. Y., Hafizha, N. A., & Ningrum, N. A. (2025). Optimasi hasil produksi snack khas Tebing Syahbandar menggunakan metode integer linear programming dengan branch and bound. *Jurnal Riset Rumpun Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*.

- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah.
- Warman, A., Fitriani, L., & Rois, T. (2021). Penentuan kombinasi produk roti menggunakan metode linear programming model simplex untuk memaksimalkan keuntungan. *Tirtayasa Ekonomika*, 16(1). <https://doi.org/10.35448/jte.v16i1.10170>.
- Winston, W. L. (2022). *Operations research: Applications and algorithms* (5th ed.). Cengage Learning.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).
- Zimmermann, H. J. (1978). Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 45–55.
- Zuserain, A., Winarno, W., Nugraha, B., & Momon, A. (2021). Analisa optimalisasi keuntungan dengan integer linear programming dan metode branch and bound pada Toko Bunga QuinnaStory. *Journal Industrial Servicess*, 7(1). <https://doi.org/10.36055/62003>