



**PENERAPAN METODE FUZZY GOAL PROGRAMMING UNTUK
MENGOPTIMALKAN PERENCANAAN PRODUKSI KERUPUK IKAN**

**IMPLEMENTATION OF FUZZY GOAL PROGRAMMING METHOD FOR OPTIMIZING
FISH CRACKERS PRODUCTION PLANNING**

Afifah Hidayatun Rosidah*, Program Studi Matematika Universitas Negeri Yogyakarta,
Indonesia

Husna Arifah, Program Studi Matematika Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail korespondensi: afifahhidayatun.2020@student.uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membahas penerapan model *fuzzy goal programming* pada masalah optimasi perencanaan produksi untuk menentukan banyaknya kerupuk ikan yang harus diproduksi oleh UMKM Ciepoerindo agar dapat memenuhi jumlah permintaan konsumen, memaksimalkan pendapatan penjualan, meminimumkan biaya produksi, meminimumkan waktu produksi, dan meminimumkan waktu pengemasan. Pada penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan peramalan untuk memprediksi jumlah penjualan satu periode ke depan menggunakan metode *moving average* dan *single exponential smoothing*. Setelah itu, dicari solusi optimal dengan metode *goal programming* tanpa prioritas sasaran yang kemudian ditetapkan sebagai nilai harapan untuk setiap sasaran pada model *fuzzy goal programming*. Selanjutnya ditentukan fungsi keanggotaan *fuzzy* dari setiap sasaran dengan nilai toleransi dan kriteria aturan *fuzzy* yang telah ditentukan secara subjektif oleh perusahaan. Kemudian dicari nilai keanggotaan *fuzzy* (λ) maksimum untuk menentukan solusi optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *fuzzy goal programming* dapat diterapkan untuk menentukan solusi optimal yang disesuaikan dengan keinginan UMKM Ciepoerindo.

Kata kunci: *Fuzzy goal programming*, Kerupuk ikan, Perencanaan produksi, Optimasi.

Abstract

This study aims to discuss the application of the fuzzy goal programming model to the production planning optimization problem to determine the number of fish crackers that must be produced by UMKM Ciepoerindo in order to meet the number of consumer requests, maximize sales revenue, minimize production costs, minimize production time, and minimize packaging time. In this study, forecasting is first carried out to predict the number of sales one period ahead using the moving average and single exponential smoothing methods. After that, the optimal solution is sought using the goal programming method without target prioritization which is then set as the expected value for each target in the fuzzy goal programming model. Next, the fuzzy membership function of each target is determined with the tolerance value and fuzzy rule criteria that have been subjectively determined by the company. Then the maximum fuzzy membership value (λ) is sought to determine the optimal solution. The results showed that the fuzzy goal programming method can be applied to determine the optimal solution tailored to UMKM Ciepoerindo's wishes.

Keywords: *Production planning, Optimization, Fuzzy goal programming, Fish crackers.*

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah atau yang biasa disebut dengan UMKM merupakan salah satu bagian terpenting dari sistem perekonomian di Indonesia. UMKM pada bisnis kelautan menjadi salah satu kegiatan ekonomi yang memiliki potensi sangat besar di Indonesia. Kabupaten Cilacap menjadi salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang ditetapkan sebagai wilayah dengan potensi perikanan dan kelautan yang sangat tinggi sehingga dapat dikembangkan industri pengolahan perikananannya (Riyanto & Mardiansjah, 2018). Oleh karena itu, banyak ditemukan UMKM atau industri rumahan olahan ikan di Kabupaten Cilacap yang memanfaatkan ikan laut sebagai bahan utamanya. Salah satu olahan ikan yang cukup terkenal di Kabupaten Cilacap adalah kerupuk ikan.

Ciepoerindo merupakan UMKM di Kabupaten Cilacap yang menjadi sentra oleh-oleh kerupuk ikan khas Cilacap dan memiliki lokasi yang sangat strategis karena berada di daerah wisata pantai, tepatnya di Jl. Jendral Gatot Subroto, No. 92, Dusun Sitara Wetan, Desa Jetis, Kecamatan Nusawungu, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, 53283. UMKM Ciepoerindo pada proses produksinya hanya menggunakan perkiraan dan belum menerapkan perencanaan produksi dengan baik dikarenakan kurangnya pemahaman ilmu matematika yang dapat diterapkan untuk melakukan optimasi produksi. Hal tersebut mengakibatkan seringkali mengalami hambatan ketika proses produksi, diantaranya yaitu: jumlah produksi tidak memenuhi jumlah permintaan konsumen, pendapatan yang rendah, biaya produksi yang tinggi, kurangnya jam kerja karyawan sehingga memerlukan waktu lembur, dan sebagainya.

UMKM Ciepoerindo berkeinginan untuk memaksimalkan kapasitas produksi agar terpenuhinya jumlah permintaan semua konsumen sehingga dapat memaksimalkan keuntungan yang diperoleh, meminimalkan biaya produksi yang dikeluarkan, meminimalkan waktu produksi, dan meminimalkan waktu pengemasan. Oleh karena itu, diperlukan adanya optimasi perencanaan produksi untuk menerapkan perencanaan produksi yang lebih matang dengan metode yang dapat menggabungkan tujuan yang ingin dicapai dengan kendala-kendala yang ada agar diperoleh solusi yang optimal.

Goal programming merupakan metode untuk menyelesaikan masalah optimasi dengan lebih dari satu fungsi tujuan. *Goal programming* memiliki asumsi, notasi, formulasi model matematis, dan prosedur perumusan model yang sama dengan *linear programming* karena *goal programming* merupakan perluasan dari *linear programming*. Perbedaannya hanya terdapat variabel deviasional yang muncul di fungsi tujuan dan fungsi kendala pada *goal programming* (Sari, 2018). Penyelesaian masalah optimasi pada perencanaan produksi yang memiliki lebih dari satu fungsi tujuan seringkali mengalami permasalahan berupa ketidakpastian informasi yang berkaitan dengan biaya maupun kendala pada perencanaan produksi yang tidak dapat didefinisikan dengan pasti. Hal tersebut dapat diselesaikan menggunakan metode *fuzzy goal programming*. Nilai *fuzzy* akan memberikan jawaban yang lebih pasti pada informasi-informasi yang bersifat samar (Purnama & Sajiyo, 2020). Secara sederhana, *fuzzy goal programming* merupakan gabungan antara metode *goal programming* dengan metode *fuzzy*. *Fuzzy goal programming* dianggap mampu menangani ketidakpastian dalam data atau informasi yang diperoleh dan memungkinkan untuk menetapkan target atau tujuan yang bersifat fleksibel.

Penelitian terkait optimasi produksi dengan fungsi tujuan yang lebih dari satu sudah banyak dilakukan, baik menggunakan metode *goal programming* maupun metode *fuzzy goal programming*. Marine (2018) melakukan sebuah penelitian dalam jurnal yang berjudul "Optimasi Perencanaan Produksi dengan Metode *Goal Programming* di IKM 3G Bareng Jombang". Penelitian tersebut menghasilkan banyaknya jumlah produk yang harus diproduksi untuk masing-masing jenis opak sehingga lebih optimal dan diperoleh keuntungan perusahaan yang lebih besar ketika menggunakan metode *goal programming*. Purnama dkk. (2018) dalam penelitiannya yang berjudul "Decision Support System Fuzzy Goal Programming Model to

Optimize Benefits of SME Furniture". Hasil dari penelitian tersebut yaitu metode *fuzzy goal programming* dapat digunakan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada pada UKM *Furniture* sehingga tercapai tujuan yang diinginkan secara maksimal.

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan perencanaan produksi dengan menerapkan metode *fuzzy goal programming* pada studi kasus produksi kerupuk ikan oleh UMKM Ciepoerindo yang berlokasi di Desa Jetis. Keunikan penelitian ini terletak pada objek dan lokasi kajian yang berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya. Variasi karakteristik lingkungan dan kondisi wilayah pada lokasi penelitian ini berpotensi menimbulkan perbedaan yang signifikan dalam hasil dan pendekatan penyelesaian masalah. Lokasi yang dipilih juga belum pernah menjadi objek kajian serupa, sehingga dinamika permasalahan yang dihadapi memiliki kekhasan tersendiri.

Selain itu, tujuan yang ingin dicapai oleh UMKM Ciepoerindo juga berbeda dibandingkan dengan perusahaan atau UMKM lain dalam studi terdahulu. UMKM ini menargetkan beberapa tujuan utama dalam proses produksinya, yakni: (1) memaksimalkan kapasitas produksi guna memenuhi permintaan konsumen, (2) memaksimalkan pendapatan penjualan, (3) meminimalkan biaya produksi, (4) meminimalkan waktu produksi, dan (5) meminimalkan waktu pengemasan. Untuk menyelesaikan permasalahan multi-tujuan tersebut, digunakan pendekatan *goal programming*, yang kemudian dikembangkan lebih lanjut dengan menentukan nilai toleransi dan kriteria *fuzzy* guna membentuk model *fuzzy goal programming* yang lebih adaptif terhadap ketidakpastian dalam sistem produksi.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur & studi lapangan. Studi literatur mencakup di dalamnya pengembangan model matematika, sedangkan studi lapangan dilakukan dengan wawancara secara langsung kepada pemilik UMKM Ciepoerindo serta didukung dengan dokumen-dokumen data produksi dan penjualan yang tercatat pada UMKM Ciepoerindo. Informasi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Jenis-jenis produk kerupuk ikan yang diproduksi oleh UMKM Ciepoerindo.
2. Jumlah penjualan untuk setiap produk selama satu periode yaitu dari bulan Januari hingga Desember 2023.
3. Biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya *overhead* untuk setiap produk.
4. Harga jual untuk setiap produk.
5. Waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk menyelesaikan proses produksi dan pengemasan untuk setiap produk.
6. Target keuntungan, biaya produksi, waktu produksi, dan waktu pengemasan dalam satu periode.

Secara keseluruhan, penelitian ini terdiri dari sebelas langkah sebagai berikut.

1. Menentukan variabel keputusan, yaitu jumlah masing-masing jenis produk yang diproduksi pada UMKM Ciepoerindo, yaitu:
 x_1 = Jumlah produksi kerupuk ikan tengiri 60 gram
 x_2 = Jumlah produksi kerupuk ikan tengiri 90 gram
 x_3 = Jumlah produksi kerupuk ikan original 90 gram
 x_4 = Jumlah produksi kerupuk ikan original 120 gram
 x_5 = Jumlah produksi kerupuk ikan original mentah 400 gram
 x_6 = Jumlah produksi kerupuk ikan bawang 90 gram
 x_7 = Jumlah produksi kerupuk ikan bawang 120 gram
 x_8 = Jumlah produksi kerupuk ikan bawang mentah 400 gram
2. Menentukan fungsi tujuan, yaitu:

- a. Memaksimumkan jumlah produksi untuk memenuhi jumlah permintaan.
 - b. Memaksimumkan pendapatan penjualan.
 - c. Meminimumkan biaya produksi.
 - d. Meminimumkan waku produksi.
 - e. Meminimumkan waktu pengemasan.
3. Menentukan fungsi kendala, yaitu ketersediaan jam kerja karyawan untuk menghasilkan produk per unit.
 4. Melakukan peramalan (forecasting) jumlah permintaan untuk setiap produk. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data penjualan selama satu periode yaitu dari bulan Januari hingga Desember 2023.
 5. Memformulasikan atau membentuk model goal programming.
 6. Melakukan penyelesaian model goal programming menggunakan bantuan software Lingo 19.0 untuk menentukan jumlah produk yang maksimal serta menganalisis hasil pengolahan data pada peramalan jumlah produksi.
 7. Menentukan target pendapatan, biaya produksi, waktu produksi, dan waktu pengemasan yang diinginkan perusahaan.
 8. Menentukan fungsi keanggotaan fuzzy dari setiap sasaran.
 9. Memformulasikan atau membentuk model fuzzy goal programming.
 10. Melakukan penyelesaian model fuzzy goal programming menggunakan bantuan software Lingo 19.0 untuk menentukan ketercapaian target yang diinginkan oleh UMKM Ciepoerindo.
 11. Menginterpretasikan hasil perhitungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini berisi data perencanaan produksi kerupuk ikan pada UMKM Ciepoerindo dengan melakukan peramalan (*forecasting*) untuk menentukan jumlah penjualan pada satu periode ke depan. Kemudian dilanjutkan dengan penyelesaian masalah optimasi produksi menggunakan model *goal programming* dan *fuzzy goal programming* serta menginterpretasikan hasil yang diperoleh.

Data Produksi UMKM Ciepoerindo

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder yang telah diperoleh dari UMKM Ciepoerindo berupa data penjualan produk pada periode sebelumnya, harga jual produk, biaya produksi, waktu produksi, dan waktu pengemasan. Tabel 1 merupakan data penjualan produk kerupuk ikan pada UMKM Ciepoerindo bulan Januari hingga Desember 2023.

Tabel 1. Data Penjualan Produk Bulan Januari-Desember 2023

Bulan	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
Januari	11130	8400	6420	3180	810	7740	1800	550
Februari	11010	8550	6450	3120	760	7620	1710	485
Maret	11280	8580	6630	3300	830	7620	2010	490
April	11850	8790	6930	3600	915	8100	2400	720
Mei	10860	8520	6240	3030	735	7860	1950	620
Juni	11010	8280	6240	3120	780	7710	2040	515
Juli	11370	8460	6330	3270	785	7680	1830	590
Agustus	11250	8400	6570	3330	850	7710	1770	475
September	11250	8370	6630	3090	835	7860	1680	610
Oktober	11310	8250	6390	3240	775	7800	1920	540
November	11250	8190	6510	3270	720	7890	2010	585
Desember	11520	8610	6660	3450	875	8010	2280	680

Tabel 2 merupakan data harga jual untuk masing-masing jenis kerupuk ikan yang diproduksi oleh UMKM Ciepoerindo.

Tabel 2. Data Harga Jual Produk

Variabel	Harga
x_1	Rp 4.000
x_2	Rp 8.000
x_3	Rp 4.000
x_4	Rp 5.200
x_5	Rp 10.000
x_6	Rp 4.000
x_7	Rp 5.200
x_8	Rp 10.000

Tabel 3 merupakan data biaya produksi yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya *overhead* untuk masing-masing jenis kerupuk ikan yang diproduksi oleh UMKM Ciepoerindo.

Tabel 3. Data Biaya Produksi

Variabel	Biaya Bahan Baku	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Overhead	Total Biaya Produksi
x_1	Rp 2.000	Rp 600	Rp 400	Rp 3.000
x_2	Rp 4.000	Rp 1.200	Rp 800	Rp 6.000
x_3	Rp 2.000	Rp 600	Rp 400	Rp 3.000
x_4	Rp 2.600	Rp 780	Rp 520	Rp 3.900
x_5	Rp 5.000	Rp 1.500	Rp 1.000	Rp 7.500
x_6	Rp 2.000	Rp 600	Rp 400	Rp 3.000
x_7	Rp 2.600	Rp 780	Rp 520	Rp 3.900
x_8	Rp 5.000	Rp 1.500	Rp 1.000	Rp 7.500

Tabel 4 merupakan data waktu produksi untuk masing-masing jenis kerupuk ikan yang diproduksi oleh UMKM Ciepoerindo.

Tabel 4. Data Waktu Produksi

Variabel	Waktu Produksi (detik)
x_1	30
x_2	60
x_3	110
x_4	150
x_5	380
x_6	110
x_7	150
x_8	380

Tabel 5 merupakan data waktu pengemasan untuk masing-masing jenis kerupuk ikan yang diproduksi oleh UMKM Ciepoerindo.

Tabel 5. Data Waktu Pengemasan

Variabel	Waktu Pengemasan (detik)
x_1	100
x_2	110
x_3	110
x_4	120
x_5	130
x_6	110

Variabel	Waktu Pengemasan (detik)
x_7	120
x_8	130

Optimasi Menggunakan Goal Programming

Goal programming merupakan perluasan dari linear programming, perbedaan antara keduanya terdapat pada penggunaan fungsi tujuan (Sari, 2018). Pada linear programming, fungsi tujuan hanya ada satu yaitu memaksimalkan atau meminimumkan. Sedangkan pada goal programming, fungsi tujuan yang ingin dicapai tidak hanya satu tetapi multi objective. Selain itu, fungsi tujuan yang terdapat pada goal programming dinyatakan dalam suatu bentuk kendala (goal constraint) dan terdapat suatu variabel yang tidak terdapat pada linear programming yaitu variabel deviasi. Variabel deviasi berfungsi untuk menampung penyimpangan yang akan terjadi pada nilai ruas kiri suatu persamaan kendala terhadap nilai ruas kanannya. Oleh karena itu, tujuan dari goal programming adalah untuk meminimumkan jarak penyimpangan yang terjadi, sehingga masalah dalam goal programming adalah minimasi. Variabel deviasi dibedakan menjadi dua, yaitu (Siswanto, 2007):

1. Variabel deviasi negatif, berfungsi untuk menampung deviasi yang berada di bawah sasaran yang disimbolkan dengan d^- , maka:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} + d_i^- = b_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m ; j = 1, 2, 3, \dots, n$$

2. Variabel deviasi positif, berfungsi untuk menampung deviasi yang berada di atas sasaran yang disimbolkan dengan d^+ , maka:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} - d_i^+ = b_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m ; j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Secara matematis, bentuk umum kendala sasaran yaitu:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$$

Menurut Siswanto (2007) ada tiga kemungkinan kendala sasaran yang akan terjadi, yaitu:

1. $d_i^+ = d_i^- = 0$ atau $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} = b_i$, maka sasaran tercapai.
2. $d_i^+ = 0$ dan $d_i^- > 0$ atau $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} = b_i - d_i^-$, maka hasil dibawah sasaran.
3. $d_i^+ > 0$ dan $d_i^- = 0$ atau $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} = b_i + d_i^+$, maka hasil diatas sasaran.

Terdapat empat macam cara penggunaan variabel deviasional untuk mewujudkan sasaran-sasaran manajerial, yaitu (Siswanto, 2007).

1. Untuk mewujudkan suatu sasaran dengan nilai tertentu.

Sasaran yang dikehendaki dituangkan kedalam parameter b_i . Penyimpangan diatas dan dibawah nilai b_i harus diminimumkan agar sasaran ini dapat tercapai. Oleh karena itu, persamaan fungsi kendala sasaran dengan nilai tertentu yaitu:

$$\sum_{j=i}^n a_{ij} \cdot X_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$$

Sehingga persamaan fungsi tujuan menjadi:

$$\text{Meminimumkan } \sum_{j=i}^n d_i^- + d_i^+$$

Pada penyelesaian optimal, jika $d_i^+ = d_i^- = 0$, maka sasaran tercapai. Jika $d_i^+ > 0$ maka $d_i^- = 0$, berarti terjadi penyimpangan diatas nilai b_i yang artinya sasaran terlampaui.

Sebaliknya, jika $d_i^+ = 0$ maka $d_i^- > 0$, berarti terjadi penyimpangan dibawah nilai b_i yang artinya sasaran tidak tercapai.

2. Untuk mewujudkan suatu sasaran dibawah nilai tertentu.
Sasaran yang dikehendaki dituangkan kedalam parameter b_i tidak boleh dilampaui. Penyimpangan diatas nilai b_i harus diminimumkan agar hasil penyelesaiannya tidak melebihi nilai b_i atau paling banyak sama dengan b_i . Oleh karena itu, persamaan fungsi kendala sasaran dibawah nilai tertentu yaitu:

$$\sum_{j=i}^n a_{ij} \cdot X_{ij} - d_i^+ = b_i$$

Sehingga persamaan fungsi tujuan menjadi:

$$\text{Meminimumkan } \sum_{j=i}^n d_i^+$$

Pada penyelesaian optimal, jika $d_i^+ = 0$ maka sasaran tercapai. Akan tetapi, Jika $d_i^+ > 0$ maka terjadi penyimpangan diatas nilai b_i yang artinya sasaran terlampaui.

3. Untuk mewujudkan suatu sasaran diatas nilai tertentu.
Sasaran yang dikehendaki dituangkan kedalam parameter b_i . Penyimpangan dibawah nilai b_i harus diminimumkan agar hasil penyelesaiannya paling sedikit sama dengan b_i . Oleh karena itu, persamaan fungsi kendala sasaran diatas nilai tertentu yaitu:

$$\sum_{j=i}^n a_{ij} \cdot X_{ij} + d_i^- = b_i$$

Sehingga persamaan fungsi tujuan menjadi:

$$\text{Meminimumkan } \sum_{j=i}^n d_i^-$$

Pada penyelesaian optimal, jika $d_i^- = 0$ maka sasaran tercapai. Akan tetapi, Jika $d_i^- > 0$ maka terjadi penyimpangan dibawah nilai b_i yang artinya sasaran tidak tercapai.

4. Untuk mewujudkan suatu sasaran pada interval nilai tertentu.
Jika suatu interval dibatasi oleh a_i dan b_i , maka hasil penyelesaian yang diharapkan akan berada diantara interval tersebut atau:

$$a_i \leq \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} \leq b_i$$

Pada permasalahan ini, diharapkan hasil penyelesaian tidak menyimpang dibawah nilai a_i atau tidak menyimpang diatas nilai b_i . Akan tetapi, ada kemungkinan hasil penyelesaian menyimpang dibawah nilai a_i atau menyimpang diatas nilai b_i . Oleh karena itu, kemungkinan penyimpangan-penyimpangan tersebut harus diminimumkan. Sehingga persamaan fungsi kendala sasaran pada interval tertentu yaitu:

$$a_i - d_i^- \leq \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_{ij} \leq b_i + d_i^+$$

Sehingga persamaan fungsi tujuan menjadi:

$$\text{Meminimumkan } \sum_{j=1}^n d_i^- + d_i^+$$

Berdasarkan uraian diatas, dapat dituliskan bentuk umum dari *goal programming*, yaitu sebagai berikut (Siswanto, 2007).

$$\text{Meminimumkan } Z = \sum_{i=1}^m (d_i^+ + d_i^-)$$

dengan kendala:

$$\begin{aligned}
 a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + d_1^- - d_1^+ &= b_1 \\
 a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + d_2^- - d_2^+ &= b_2 \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n + d_m^- - d_m^+ &= b_m
 \end{aligned}$$

$$X_j, d_i^+, \text{ dan } d_i^- \geq 0 \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, m$$

Berikut merupakan langkah-langkah pemodelan perencanaan produksi pada UMKM Ciepoerindo menggunakan model *goal programming* tanpa prioritas tujuan.

1. Merumuskan fungsi kendala dan fungsi tujuan

a. Memaksimumkan kapasitas produksi untuk memenuhi jumlah permintaan.

Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan (*forecasting*) untuk memprediksi jumlah permintaan masing-masing jenis kerupuk ikan pada periode selanjutnya menggunakan data penjualan periode sebelumnya. Metode peramalan yang digunakan yaitu metode rata-rata bergerak (*moving average*) dan metode pemulusan eksponensial tunggal (*single exponential smoothing*). Perhitungan peramalan dilakukan menggunakan bantuan *software* Minitab 21.4.1. Berikut merupakan hasil peramalan (*forecasting*) dengan nilai *error* terkecil.

Tabel 6. Hasil Peramalan dengan Nilai *Error* Terkecil

Produk	Metode Peramalan	Hasil Peramalan
x_1	<i>Moving Average (Length 5)</i>	135.792
x_2	<i>Single Exponential Smoothing ($\alpha = 0,01$)</i>	102.132
x_3	<i>Moving Average (Length 5)</i>	78.624
x_4	<i>Moving Average (Length 5)</i>	39.312
x_5	<i>Moving Average (Length 5)</i>	9.732
x_6	<i>Moving Average (Length 5)</i>	94.248
x_7	<i>Single exponential smoothing ($\alpha = 0,01$)</i>	23.772
x_8	<i>Moving average (Length 5)</i>	6.936

Fungsi kendala memaksimumkan kapasitas produksi untuk memenuhi jumlah permintaan adalah sebagai berikut:

- $x_1 + d_1^- - d_1^+ = 135.792$
- $x_2 + d_2^- - d_2^+ = 102.132$
- $x_3 + d_3^- - d_3^+ = 78.624$
- $x_4 + d_4^- - d_4^+ = 39.312$
- $x_5 + d_5^- - d_5^+ = 9.732$
- $x_6 + d_6^- - d_6^+ = 94.248$
- $x_7 + d_7^- - d_7^+ = 23.772$
- $x_8 + d_8^- - d_8^+ = 6.936$

Fungsi tujuannya menjadi:

$$\begin{aligned}
 \text{Min } Z_1 = & d_1^- + d_1^+ + d_2^- + d_2^+ + d_3^- + d_3^+ + d_4^- + d_4^+ + d_5^- + d_5^+ + d_6^- + d_6^+ \\
 & + d_7^- + d_7^+ + d_8^- + d_8^+
 \end{aligned}$$

Pada penyelesaian optimal, jika $d_i^+ = d_i^- = 0$, maka sasaran tercapai. Jika $d_i^+ > 0$ maka $d_i^- = 0$, berarti terjadi penyimpangan diatas nilai p_i yang artinya sasaran terlampaui. Sebaliknya, jika $d_i^+ = 0$ maka $d_i^- > 0$, berarti terjadi penyimpangan dibawah nilai p_i yang artinya sasaran tidak tercapai.

b. Memaksimumkan pendapatan penjualan.

Fungsi kendala memaksimumkan pendapatan penjualan adalah sebagai berikut:

$$4.000x_1 + 8.000x_2 + 4.000x_3 + 5.200x_4 + 10.000x_5 + 4.000x_6 + 5.200x_7 + 10.000x_8 + d_9^- = f_1$$

Fungsi tujuannya menjadi:

$$\text{Min } Z_2 = d_9^-$$

Pada penyelesaian optimal, jika $d_9^- = 0$ maka sasaran tercapai. Akan tetapi, jika $d_9^- > 0$ maka sasaran tidak tercapai.

c. Meminimumkan biaya produksi.

Fungsi kendala meminimumkan biaya produksi adalah sebagai berikut:

$$3.000x_1 + 6.000x_2 + 3.000x_3 + 3.900x_4 + 7.500x_5 + 3.000x_6 + 3.900x_7 + 7.500x_8 - d_{10}^+ = f_2$$

Fungsi tujuannya menjadi:

$$\text{Min } Z_3 = d_{10}^+$$

Pada penyelesaian optimal, jika $d_{10}^+ = 0$ maka sasaran tercapai. Akan tetapi, jika $d_{10}^+ > 0$ maka sasaran tidak tercapai.

d. Meminimumkan waktu produksi.

Fungsi kendala meminimumkan waktu produksi adalah sebagai berikut:

$$30x_1 + 60x_2 + 110x_3 + 150x_4 + 380x_5 + 110x_6 + 150x_7 + 380x_8 + d_{11}^- - d_{11}^+ = 47.174.400$$

Fungsi tujuannya menjadi:

$$\text{Min } Z_4 = d_{11}^+$$

Pada penyelesaian optimal, jika $d_{11}^+ = 0$ maka tidak ada waktu lembur untuk karyawan bagian produksi, sedangkan jika $d_{11}^+ > 0$ maka terdapat waktu lembur untuk karyawan bagian produksi sehingga diperlukan adanya biaya lembur.

e. Meminimumkan waktu pengemasan.

Fungsi kendala meminimumkan waktu pengemasan adalah sebagai berikut:

$$100x_1 + 110x_2 + 110x_3 + 120x_4 + 130x_5 + 110x_6 + 120x_7 + 130x_8 + d_{12}^- - d_{12}^+ = 55.036.800$$

Fungsi tujuannya menjadi:

$$\text{Min } Z_5 = d_{12}^+$$

Pada penyelesaian optimal, jika $d_{12}^+ = 0$ maka tidak ada waktu lembur untuk karyawan bagian pengemasan, sedangkan jika $d_{12}^+ > 0$ maka terdapat waktu lembur untuk karyawan bagian pengemasan sehingga diperlukan adanya biaya lembur.

2. Formulasi model *goal programming* tanpa prioritas tujuan

Berdasarkan uraian fungsi kendala dan fungsi tujuan diatas, diperoleh model *goal programming* tanpa prioritas sasaran untuk perencanaan produksi kerupuk ikan pada UMKM Ciepoerindo sebagai berikut:

Meminimumkan

$$Z = (d_1^- + d_1^+ + d_2^- + d_2^+ + d_3^- + d_3^+ + d_4^- + d_4^+ + d_5^- + d_5^+ + d_6^- + d_6^+ + d_7^- + d_7^+ + d_8^- + d_8^+) + d_9^- + d_{10}^+ + d_{11}^+ + d_{12}^+$$

Dengan kendala

- $x_1 + d_1^- - d_1^+ = 135.792$
- $x_2 + d_2^- - d_2^+ = 102.132$
- $x_3 + d_3^- - d_3^+ = 78.624$
- $x_4 + d_4^- - d_4^+ = 39.312$

- $x_5 + d_5^- - d_5^+ = 9.732$
- $x_6 + d_6^- - d_6^+ = 94.248$
- $x_7 + d_7^- - d_7^+ = 23.772$
- $x_8 + d_8^- - d_8^+ = 6.936$
- $4.000x_1 + 8.000x_2 + 4.000x_3 + 5.200x_4 + 10.000x_5 + 4.000x_6 + 5.200x_7 + 10.000x_8 + d_9^- = f_1$
- $3.000x_1 + 6.000x_2 + 3.000x_3 + 3.900x_4 + 7.500x_5 + 3.000x_6 + 3.900x_7 + 7.500x_8 - d_{10}^+ = f_2$
- $30x_1 + 60x_2 + 110x_3 + 150x_4 + 380x_5 + 110x_6 + 150x_7 + 380x_8 + d_{11}^- - d_{11}^+ = 47.174.400$
- $100x_1 + 110x_2 + 110x_3 + 120x_4 + 130x_5 + 110x_6 + 120x_7 + 130x_8 + d_{12}^- - d_{12}^+ = 55.036.800$

3. Hasil perhitungan

Penyelesaian optimasi perencanaan produksi kerupuk ikan pada UMKM Ciepoerindo menggunakan metode *goal programming* dilakukan menggunakan bantuan *software* Lingo 19.0. Hasil optimasi perencanaan produksi kerupuk ikan pada UMKM Ciepoerindo selama satu periode atau satu tahun produksi menggunakan metode *goal programming* dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Hasil Optimasi dengan Metode *Goal Programming*

No.	Fungsi Kendala	Sasaran	Var	Hasil	Ket
		135.792	x_1	135.792	Tercapai
		102.132	x_2	102.132	Tercapai
		78.624	x_3	78.624	Tercapai
1.	Memaksimumkan kapasitas produksi untuk memenuhi jumlah permintaan	39.312	x_4	39.312	Tercapai
		9.732	x_5	9.732	Tercapai
		94.248	x_6	94.248	Tercapai
		23.772	x_7	23.772	Tercapai
		6.936	x_8	6.936	Tercapai
2.	Memaksimumkan pendapatan penjualan		f_1	Rp 2.546.429.000	Tercapai
3.	Memimalkan biaya produksi		f_2	Rp 1.909.822.000	Tercapai
4.	Meminimumkan waktu produksi	47.174.400	d_{11}^- d_{11}^+	2.160.360 0	Tercapai
5.	Meminimumkan waktu pengemasan	55.036.800	d_{12}^- d_{12}^+	1.470.240 0	Tercapai

Optimasi Menggunakan Fuzzy Goal Programming

Metode *fuzzy goal programming* merupakan metode yang menggunakan himpunan *fuzzy* pada *goal programming*. Metode ini hanya menggunakan preferensi khusus pada tujuan yang dapat dimodelkan dengan menggunakan fungsi-fungsi keanggotaan *fuzzy* (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Fungsi keanggotaan dari setiap $\mu_{f_i}(x)$ untuk setiap fungsi tujuan *fuzzy* dapat dinyatakan sebagai berikut (Singh et al., 2011).

1. Jika $F_i(x) \geq f_i$, maka

$$\mu_{f_i}(x) = \begin{cases} 0 & ; F_i(x) \leq L_i \\ \frac{F_i(x) - L_i}{f_i - L_i} & ; L_i \leq F_i(x) < f_i \\ 1 & ; f_i \leq F_i(x) \end{cases}$$

mengikuti fungsi keanggotaan *fuzzy* representasi linear naik.

2. Jika $F_i(x) \leq f_i$, maka

$$\mu_{f_i}(x) = \begin{cases} 1 & ; F_i(x) \leq f_i \\ \frac{U_i - F_i(x)}{U_i - f_i} & ; f_i \leq F_i(x) < U_i \\ 0 & ; U_i \leq F_i(x) \end{cases}$$

mengikuti fungsi keanggotaan *fuzzy* representasi linear turun.

L_i dan U_i merupakan batas atas dan batas bawah preferensi pengambil keputusan yang diinginkan. Sedangkan f_i merupakan batasan optimal baik maksimum maupun minimum dari model. Model *fuzzy goal programming* dapat dituliskan sebagai berikut:

Tentukan x^* yang memenuhi λ maksimum dengan kendala $\mu_{f_i}(x) \geq \lambda, Ax \leq b, x \geq 0$

Semakin besar nilai λ yang diperoleh, mengakibatkan nilai fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk setiap sasaran akan semakin besar yang artinya solusi yang diperoleh mendekati nilai optimal baik maksimum maupun minimum.

Nilai fungsi objektif yang diperoleh dari solusi optimal dengan menggunakan model *goal programming* ditetapkan sebagai nilai harapan (*expectation value*) untuk setiap sasaran pada model *fuzzy goal programming*. Selanjutnya, menentukan fungsi keanggotaan *fuzzy* dari setiap sasaran untuk membentuk model *fuzzy goal programming* dengan nilai toleransi dan kriteria aturan *fuzzy* yang telah ditentukan secara subjektif oleh perusahaan (Li et al., 2004). Nilai toleransi untuk menentukan fungsi keanggotaan *fuzzy* dari setiap sasaran ditetapkan oleh UMKM Ciepoerindo berdasarkan kondisi nyata dan target yang dikehendaki perusahaan.

Berikut merupakan langkah-langkah pemodelan perencanaan produksi pada UMKM Ciepoerindo menggunakan model *fuzzy goal programming* tanpa prioritas tujuan.

1. Menentukan fungsi keanggotaan *fuzzy* dari setiap sasaran.

- a. Sasaran memaksimalkan keuntungan

Fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk sasaran memaksimalkan keuntungan pada model *fuzzy goal programming* yaitu representasi linear naik. Berdasarkan *output* Lingo 19.0 pada model *goal programming* diperoleh U^* sebesar Rp 636.607.000. Oleh karena itu, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\mu_U(x) = \begin{cases} 0 & ; U(x) \leq \bar{U} \\ \frac{U(x) - \bar{U}}{636.607.000 - \bar{U}} & ; \bar{U} < U(x) < 636.607.000 \\ 1 & ; U(x) \geq 636.607.000 \end{cases}$$

- b. Sasaran meminimumkan biaya bahan baku

Fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk sasaran meminimumkan biaya produksi pada model *fuzzy goal programming* yaitu representasi linear turun. Berdasarkan *output* Lingo 19.0 pada model *goal programming* diperoleh B^* sebesar Rp 1.909.822.000. Oleh karena itu, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\mu_B(x) = \begin{cases} 1 & ; B(x) \leq 1.909.822.000 \\ \frac{\bar{B} - B(x)}{\bar{B} - 1.909.822.000} & ; 1.909.822.000 < B(x) < \bar{B} \\ 0 & ; B(x) \geq \bar{B} \end{cases}$$

- c. Sasaran meminimumkan waktu produksi
 Fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk sasaran meminimumkan waktu produksi pada model *fuzzy goal programming* yaitu representasi linear turun. Berdasarkan *output* Lingo 19.0 pada model *goal programming* diperoleh W^* sebesar 45.014.040 detik. Oleh karena itu, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\mu_W(x) = \begin{cases} 1 & ; W(x) \leq 45.014.040 \\ \frac{\bar{W} - W(x)}{\bar{W} - 45.014.040} & ; 45.014.040 < W(x) < \bar{W} \\ 0 & ; W(x) \geq \bar{W} \end{cases}$$

- d. Sasaran meminimumkan waktu pengemasan
 Fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk sasaran meminimumkan waktu pengemasan pada model *fuzzy goal programming* yaitu representasi linear turun. Berdasarkan *output* Lingo 19.0 pada model *goal programming* diperoleh S^* sebesar 53.566.560 detik. Oleh karena itu, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\mu_S(x) = \begin{cases} 1 & ; S(x) \leq 53.566.560 \\ \frac{\bar{S} - S(x)}{\bar{S} - 53.566.560} & ; 53.566.560 < S(x) < \bar{S} \\ 0 & ; S(x) \geq \bar{S} \end{cases}$$

2. Merumuskan fungsi kendala dan fungsi tujuan.

- a. Sasaran memaksimalkan keuntungan
 Target besarnya keuntungan paling sedikit adalah 50% dari keuntungan maksimum. Sehingga,

$$\bar{U} = (50\%)(Rp\ 636.607.000) = Rp\ 318.303.500$$

Bentuk kendala dari fungsi tujuan memaksimalkan keuntungan menjadi:

$$\frac{U(x) - \bar{U}}{636.607.000 - \bar{U}} \geq \lambda$$

Oleh karena itu, diperoleh:

$$1.000x_1 + 2.000x_2 + 1.000x_3 + 1.300x_4 + 2.500x_5 + 1.000x_6 + 1.300x_7 + 2.500x_8 - 318.303.500\lambda \geq 318.303.500$$

- b. Sasaran meminimumkan biaya produksi
 Target besarnya biaya produksi yang harus dikeluarkan paling besar adalah 130% dari biaya produksi minimum. Sehingga,

$$\bar{B} = (130\%)(Rp\ 1.909.822.000) = Rp\ 2.482.768.600$$

Bentuk kendala dari fungsi tujuan meminimumkan biaya produksi menjadi:

$$\frac{\bar{B} - B(x)}{\bar{B} - 1.909.822.000} \geq \lambda$$

Oleh karena itu, diperoleh:

$$3.000x_1 + 6.000x_2 + 3.000x_3 + 3.900x_4 + 7.500x_5 + 3.000x_6 + 3.900x_7 + 7.500x_8 + 572.946.600\lambda \leq 2.482.768.600$$

- c. Sasaran meminimumkan waktu produksi
 Target besarnya waktu produksi yang dibutuhkan paling banyak adalah 120% dari waktu produksi minimum. Sehingga,

$$\bar{W} = (120\%)(45.014.040) = 54.016.848$$

Bentuk kendala dari fungsi tujuan meminimumkan waktu produksi menjadi:

$$\frac{\bar{W} - W(x)}{\bar{W} - 45.014.040} \geq \lambda$$

Oleh karena itu, diperoleh:

$$30x_1 + 60x_2 + 110x_3 + 150x_4 + 380x_5 + 110x_6 + 150x_7 + 380x_8 + 9.002.808\lambda \leq 54.016.848$$

d. Sasaran meminimumkan biaya pengemasan

Target besarnya waktu pengemasan yang dibutuhkan paling banyak adalah 130% dari waktu pengemasan minimum. Sehingga,

$$\bar{S} = (130\%)(53.566.560) = 69.636528$$

Bentuk kendala dari fungsi tujuan meminimumkan waktu pengemasan menjadi:

$$\frac{\bar{S} - S(x)}{\bar{S} - 53.566.560} \geq \lambda$$

Oleh karena itu, diperoleh:

$$100x_1 + 110x_2 + 110x_3 + 120x_4 + 130x_5 + 110x_6 + 120x_7 + 130x_8 + 16.069.968\lambda \leq 69.636528$$

3. Formulasi model *fuzzy goal programming*

Berdasarkan penjabaran fungsi keanggotaan *fuzzy* dari setiap sasaran, didapatkan bentuk model *fuzzy goal programming* untuk perencanaan produksi kerupuk ikan pada UMKM Ciepoerindo sebagai berikut:

Memaksimumkan λ , dengan kendala:

- $1.000x_1 + 2.000x_2 + 1.000x_3 + 1.300x_4 + 2.500x_5 + 1.000x_6 + 1.300x_7 + 2.500x_8 - 318.303.500\lambda \geq 318.303.500$
- $3.000x_1 + 6.000x_2 + 3.000x_3 + 3.900x_4 + 7.500x_5 + 3.000x_6 + 3.900x_7 + 7.500x_8 + 572.946.600\lambda \leq 2.482.768.600$
- $30x_1 + 60x_2 + 110x_3 + 150x_4 + 380x_5 + 110x_6 + 150x_7 + 380x_8 + 9.002.808\lambda \leq 54.016.848$
- $100x_1 + 110x_2 + 110x_3 + 120x_4 + 130x_5 + 110x_6 + 120x_7 + 130x_8 + 16.069.968\lambda \leq 69.636528$
- $x_1 \leq 135.792$
- $x_2 \leq 102.132$
- $x_3 \leq 78.624$
- $x_4 \leq 39.312$
- $x_5 \leq 9.732$
- $x_6 \leq 94.248$
- $x_7 \leq 23.772$
- $x_8 \leq 6.936$

4. Hasil perhitungan

Penyelesaian optimasi perencanaan produksi kerupuk ikan pada UMKM Ciepoerindo menggunakan metode *fuzzy goal programming* dilakukan menggunakan bantuan *software* Lingo 19.0. Berikut merupakan hasil optimasi perencanaan produksi kerupuk ikan pada UMKM Ciepoerindo menggunakan metode *fuzzy goal programming*.

Tabel 8. Hasil Optimasi dengan Metode *Fuzzy Goal Programming*

Kendala	Sasaran	Variabel	Hasil	Ket
Memaksimumkan keuntungan	318.303.500	$U(x)$	636.607.000	Tercapai
Meminimumkan biaya produksi	2.482.768.600	$B(x)$	1.909.822.000	Tercapai
Meminimumkan waktu produksi	54.016.848	$W(x)$	45.014.040	Tercapai
Meminimumkan waktu pengemasan	69.636528	$S(x)$	53.566.560	Tercapai
λ maksimum				1

Keinginan UMKM Cieporindo untuk memaksimalkan keuntungan, meminimumkan biaya produksi, meminimumkan waktu produksi, dan meminimumkan waktu pengemasan tercapai. Hasil yang diperoleh berada pada nilai harapan (*expectation value*) yang diinginkan UMKM Cieporindo. Hasil perhitungan menggunakan model *fuzzy goal programming* dapat dibandingkan dengan fakta pada periode sebelumnya, yaitu sebelum menggunakan model *fuzzy goal programming* dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Perbandingan Hasil Optimasi *Fuzzy Goal Programming*

No.	Kriteria	Sebelum Menggunakan <i>Fuzzy Goal Programming</i>	Setelah Menggunakan <i>Fuzzy Goal Programming</i>	
			Sasaran	Hasil
1.	Keuntungan	Rp 631.935.000	Rp 318.303.500	Rp 636.607.000
2.	Biaya Produksi	Rp 1.895.805.000	Rp 2.482.768.600	Rp 1.909.822.000
3.	Waktu Produksi	44.654.100 detik	54.016.848 detik	45.014.040 detik
4.	Waktu Pengemasan	53.175.900 detik	69.636528 detik	53.566.560 detik

Berdasarkan hasil optimasi pada Tabel 7, tujuan untuk memenuhi sasaran jumlah permintaan dapat dicapai untuk semua jenis produk kerupuk ikan. Sasaran memaksimalkan pendapatan diperoleh pendapatan penjualan sebesar Rp 2.546.429.000. Pada sasaran meminimumkan biaya produksi diperoleh biaya produksi yang harus dikeluarkan sebesar Rp 1.909.822.000. Berdasarkan pendapatan penjualan dan biaya produksi optimal, diperoleh keuntungan sebesar Rp 636.607.000. Sasaran meminimumkan waktu produksi agar tidak terjadi lembur tercapai karena tidak ada penyimpangan positif pada penggunaan jam kerja karyawan bagian produksi. Berdasarkan *output software* Lingo 19.0 diketahui bahwa waktu kerja karyawan bagian produksi sebesar 45.014.040 detik. Pada sasaran meminimumkan waktu pengemasan agar tidak terjadi lembur tercapai karena tidak ada penyimpangan positif pada penggunaan jam kerja karyawan bagian pengemasan. Berdasarkan *output software* Lingo 19.0 diketahui bahwa waktu kerja karyawan bagian pengemasan sebesar 53.566.560 detik.

Berdasarkan Tabel 9, model *fuzzy goal programming* memberikan keuntungan yang lebih besar jika dibandingkan dengan fakta pada periode sebelumnya (sebelum menggunakan model *fuzzy goal programming*). Model *fuzzy goal programming* mampu mencapai sasaran optimal sesuai dengan yang diinginkan oleh UMKM Cieporindo, yaitu dengan menentukan secara subjektif nilai harapan (*expectation value*) dan sasaran untuk setiap tujuan yang ingin dicapai. Penetapan nilai harapan (*expectation value*) untuk setiap tujuan disesuaikan dengan fungsi objektif yang diperoleh dari solusi optimal dengan menggunakan model *goal programming*.

SIMPULAN

Model *fuzzy goal programming* terbukti lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi kerupuk ikan. Hasil optimasi menggunakan model *fuzzy goal programming* memberikan keuntungan yang lebih besar jika dibandingkan dengan fakta pada periode sebelumnya (sebelum menggunakan model *fuzzy goal programming*). Model *fuzzy goal programming* mampu mencapai sasaran optimal sesuai dengan yang diinginkan oleh UMKM Cieporindo, yaitu dengan menentukan secara subjektif nilai harapan (*expectation value*) dan sasaran untuk setiap tujuan yang ingin dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan* (2nd ed.). Graha Ilmu.
- Li, S., Yang, Y., & Teng, C. (2004). Fuzzy Goal Programming With Multiple Priorities Via Generalized Varying-Domain Optimization Method. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 12(5), 596–605. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2004.834821>
- Marine, A. A. (2018). Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming Di IKM 3G Bareng--Jombang. *Jurnal Valtech*, 1(1), 17–22. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/57>
- Purnama, J., & Sajiyo. (2020). Pengembangan Model Fuzzy Goal Programming Untuk Mengoptimalkan Produksi Pada Ukm Furniture. *Jurnal Simantec*, 9(1), 6–14. <https://doi.org/10.21107/simantec.v9i1.8998>
- Purnama, J., Setiawan, B., Santoso, I., & Yanuwadi, B. (2018). Decision Support System Fuzzy Goal Programming Model to Optimize Benefits of SME Furniture. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 6578–6584. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.29250>
- Riyanto, S., & Mardiansjah, F. H. (2018). Pengembangan Industri Pengolahan Perikanan Dalam Pengembangan Ekonomi Lokal the Development of Fisheries Industry in the Local Economic Development. *Jurnal Litbang*, XIV(2), 107–118. <https://doi.org/10.33658/jl.v14i2.113>
- Sari, G. (2018). *Optimasi Perencanaan Produksi Kopi Bubuk dengan Metode Goal Programming Berbasis QM For Windows (Studi Kasus Industri Rumahan Kopi Bubuk Sr Asli Lampung di Waydadi Kecamatan Sukarame)*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Singh, P., Kumar, S. D., & Singh, R. K. (2011). Fuzzy multi-objective linear plus linear fractional programming problem: Approximation and goal programming approach. *International Journal of Mathematics and Computers in Simulation*, 5(5), 395–404.
- Siswanto. (2007). *Operation Research* (T. Prasetyo & Y. Sumiharti (eds.); 1st ed.). Penerbit Erlangga.