



ABSTRACT

The handling of perishable products requires precision to maintain quality, minimize spoilage, and address complex economic, social, and environmental challenges. With growing emphasis on sustainability, optimizing food supply chains has gained attention. However, sustainability concerns of perishable products supply chains-particularly in relation to shelf-life sensitivity and deterioration-are not thoroughly explored. This study addresses these gaps by developing approach to balance economic, environmental, and social objectives across multiple planning periods. A multi-period perspective is essential due to the variable shelf lives of perishable products, necessitating careful scheduling to maintain quality.

This research proposes a multi-objective mixed-integer linear programming model to optimize the triple bottom line of sustainability within a four-echelon supply chain network. Supplier and retailer clustering using K-means is utilized to identify optimal locations for plants and distribution centers, enhancing network efficiency. The TOPSIS method is used to rank suppliers according to pre-defined criteria in order to ensure the selection of the most suitable suppliers. Numerical experiments are conducted to evaluate the proposed model's performance using CPLEX solver. The model is solved using a weighted goal programming approach to consideration and prioritization of multiple objectives.

The results demonstrate the potential for significant reduction in environmental and social impacts while maintaining economic viability by adopting a balanced approach to sustainability. Sensitivity analysis confirmed the model's ability to adapt to dynamic changes, such as transportation costs and demand variations.

Keywords: Food Supply Chains Network; K-means clustering; Multi Period; Sustainability; TOPSIS; Weighted Goal Programming.



INTISARI

Penanganan produk yang mudah rusak membutuhkan ketelitian untuk menjaga kualitas, meminimalkan pembusukan, dan mengatasi tantangan ekonomi, sosial, dan lingkungan yang kompleks. Dengan meningkatnya penekanan pada keberlanjutan, mengoptimalkan rantai pasokan makanan telah mendapatkan perhatian. Namun, masalah keberlanjutan rantai pasokan produk yang mudah rusak - terutama dalam kaitannya dengan sensitivitas umur simpan dan kerusakan - belum dieksplorasi secara menyeluruh. Studi ini membahas kesenjangan ini dengan mengembangkan pendekatan untuk menyeimbangkan tujuan ekonomi, lingkungan, dan sosial di berbagai periode perencanaan. Perspektif multi periode sangat penting karena umur simpan produk yang mudah rusak, sehingga memerlukan penjadwalan yang cermat untuk menjaga kualitas.

Penelitian ini mengusulkan model pemrograman linear bilangan bulat campuran multi-objektif untuk mengoptimalkan triple bottom line keberlanjutan dalam jaringan rantai pasokan empat eselon. Pengelompokan pemasok dan pengecer menggunakan K-means digunakan untuk mengidentifikasi lokasi optimal untuk pabrik dan pusat distribusi, meningkatkan efisiensi jaringan. Metode TOPSIS digunakan untuk menentukan peringkat pemasok berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya untuk memastikan pemilihan pemasok yang paling sesuai. Eksperimen numerik dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model yang diusulkan dengan menggunakan CPLEX solver. Model tersebut diselesaikan dengan menggunakan pendekatan *weighted goal programming* untuk mempertimbangkan dan memprioritaskan beberapa tujuan.

Hasilnya menunjukkan potensi pengurangan dampak lingkungan dan sosial yang signifikan dengan tetap menjaga kelangsungan ekonomi dengan mengadopsi pendekatan yang seimbang terhadap keberlanjutan. Analisis sensitivitas mengkonfirmasi kemampuan model untuk beradaptasi dengan perubahan dinamis, seperti biaya transportasi dan variasi permintaan.

Kata Kunci: Jaringan Rantai Pasokan Makanan; Pengelompokan K-means; Multi Periode; Keberlanjutan; TOPSIS; *Weighted Goal Programming*