

Industri makanan dan minuman merupakan sektor yang menghadapi tekanan dalam mempertahankan keberlanjutan produk akibat persaingan pasar ketat serta kompleksitas pengelolaan produk. Perusahaan membutuhkan model evaluasi yang mampu menangani kompleksitas dan pengambilan keputusan secara sistematis. Penelitian bertujuan untuk mengembangkan model evaluasi keberlanjutan produk menggunakan sistem inferensi *fuzzy* yang mampu mengolah dan merepresentasikan kompleksitas pengelolaan produk secara lebih adaptif.

Model menggunakan fungsi keanggotaan Gaussian, metode inferensi Mamdani dan defuzzifikasi *centroid*. Penentuan variabel dilakukan menggunakan metode Delphi, melibatkan empat ahli dalam bidang industri makanan dan minuman. Hasilnya, terpilih empat variabel utama yang mempengaruhi keberlanjutan produk, yaitu kepuasan pelanggan, produk cacat, biaya produksi, dan tingkat inovasi produk, menghasilkan 81 aturan *fuzzy*. Model diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Data sampel diuji menggunakan analisis korelasi Pearson. Uji reliabilitas dan kekokohan model dilakukan terhadap 17 data menggunakan *paired t-test* signifikansi 0,05 dan uji kekokohan RMSE variasi nilai sebesar 10%.

Sebanyak 83 data sampel dikumpulkan dari berbagai entitas bisnis makanan dan minuman. Hasil validasi data sampel menunjukkan korelasi produk cacat dan kepuasan pelanggan  $-0,450$ , produk cacat dan biaya produksi  $-0,225$ , inovasi dan kepuasan pelanggan  $0,457$ , inovasi dan produk cacat  $-0,165$ , inovasi dan biaya produksi  $0,231$ , serta biaya produksi dan kepuasan pelanggan  $0,383$ , menunjukkan arah korelasi yang sesuai logika empiris. Hasil uji akurasi model menunjukkan nilai  $p$  sebesar  $0,182$  untuk fuzzifikasi kepuasan pelanggan dan  $p$  sebesar  $0,255$  untuk defuzzifikasi, serta *error* tidak ditemukan pada proses fuzzifikasi dan inferensi. Uji kekokohan model menghasilkan nilai RMSE kepuasan pelanggan  $0,137$ , produk cacat  $0,014$ , biaya produksi  $0,001$ , dan inovasi produk  $0,020$ , seluruhnya berada di bawah ambang batas  $0,200$ . Berdasarkan hasil tersebut dinyatakan bahwa model dapat digunakan untuk mengevaluasi keberlanjutan produk di industri makanan dan minuman.

**Kata Kunci:** Keberlanjutan produk, sistem inferensi *fuzzy*, evaluasi produk, industri makanan dan minuman.

*The food and beverage industry is a sector under pressure to maintain the sustainability of product life cycles due to intense market competition and the complexity of product management. Companies require an evaluation model capable of handling such complexity and supporting systematic decision-making. This study aims to develop a product life cycle sustainability evaluation model using a Fuzzy Inference System that can process and represent product management complexity in a more adaptive manner.*

*The model employs Gaussian membership functions, the Mamdani inference method, and centroid defuzzification. Variable selection was carried out using the Delphi method, involving four experts in the food and beverage industry. As a result, four key variables were identified as influencing product sustainability: customer satisfaction, defective products, production cost, and product innovation level, forming a total of 81 fuzzy rules. The model was implemented using the Python programming language. Sample data were tested using Pearson correlation analysis. Model reliability and robustness were tested on 17 data points using a paired t-test at a 0,050 significance level and robustness evaluation with RMSE under a 10% input variation.*

*A total of 83 sample data points were collected from various food and beverage business entities. The validation results showed correlations between defective products and customer satisfaction (-0,450), defective products and production cost (-0,225), innovation and customer satisfaction (0,457), innovation and defective products (-0,165), innovation and production cost (0,231), and production cost and customer satisfaction (0,383), indicating empirically logical correlation directions. The model's reliability test yielded a p-value of 0,182 for the fuzzification of customer satisfaction and 0,255 for defuzzification, and no error found for fuzzification and inference processes. The robustness test produced RMSE values of 0,137 (customer satisfaction), 0,014 (defective products), 0,001 (production cost), and 0,020 (product innovation), all below the threshold of 0,200. Based on these results, the model is considered to be used for evaluating product sustainability in the food and beverage industry.*

**Keywords:** *Product sustainability, fuzzy inference system, product evaluation, food and beverage industry.*