

ABSTRAK

Sistem rantai pasok darah mempunyai tantangan dalam mengelolanya karena sistem rantai pasok darah mempunyai berbagai tingkatan mulai dari jenis darah yang berbeda, jenis kantong darah yang berbeda hingga karakteristik umur simpan yang berbeda yang menyebabkan sulit dan kompleks untuk mengelola terkhususnya dalam pemenuhan permintaan yang mana ketika terjadi oversupply dan overstock dapat meningkatkan biaya rantai pasok. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang efektif dalam merancang jumlah produksi yang tidak hanya hemat biaya, tetapi juga melibatkan keberlanjutan lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan model optimasi biaya dengan mengoptimalkan jumlah produksi yang mampu meminimasi total biaya rantai pasok darah menggunakan *Mix Integer Non-Linear Programming* (MINLP) dan penyelesaian evolusioner dimana model ini mempertimbangkan emisi karbon dan umur simpan darah dengan segala kompleksitas yang ada. Model divalidasi dengan membandingkan hasil model optimasi dengan data aktual terhadap performansi rantai pasok yang dilihat dari aspek jumlah produksi, inventory, kadaluwarsa, emisi, dan pemenuhan permintaan. Selain itu, analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui dampak perubahan parameter dengan perubahan prosentase terhadap performansi rantai pasok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu menurunkan seluruh biaya Z1-Z7 dengan prosentase Z1 sebesar 8,38%, Z2 sebesar 8,52%, Z3 sebesar 8,28%, Z4 0% dikarenakan permintaan = jumlah dikirim, Z5 sebesar 7,26%, Z6 sebesar 380,88%, dan Z7 sebesar 234,44%. Selisih dari total biaya keseluruhan sebesar Rp 175.936.876,00 dengan prosentase penurunan 10,27%. Selain itu, model ini mampu menurunkan emisi karbon sebesar 1,163 kgCO₂e. Panjang dan pendeknya umur simpan darah sangat berpengaruh terhadap biaya kadaluwarsa dimana semakin pendeknya umur simpan darah maka banyak juga potensi darah yang terbuang, dan sebaliknya. Berdasarkan hasil tersebut, kontribusi penelitian ini yaitu mendapatkan efisiensi total biaya operasional, pengendalian produksi lebih efisien dan optimal, serta dukungan dalam mengambil keputusan untuk memproduksi dengan kantong *double* ataupun *triple*

Kata Kunci: Rantai pasok darah, *Mix Integer Non-Linear Programming*, Minimasi biaya, Emisi Karbon, Umur simpan darah.

ABSTRACT

The blood supply chain system faces challenges in its management because it has various levels, ranging from different blood types, different types of blood bags, to different shelf- life characteristics, which make it difficult and complex to manage, especially in meeting demand, where oversupply and overstock can increase supply chain costs. Therefore, an effective approach is needed in designing production quantities that are not only cost-effective but also involve environmental sustainability.

The purpose of this study is to develop a cost optimization model by optimizing the production quantity that can minimize the total cost of the blood supply chain using Mix Integer Non-Linear Programming (MINLP) and evolutionary solutions, where this model considers carbon emissions and blood shelf life with all its complexities. The model was validated by comparing the optimization model results with actual data on supply chain performance in terms of production volume, inventory, expiration, emissions, and demand fulfillment. In addition, a sensitivity analysis was conducted to determine the impact of parameter changes with percentage changes on supply chain performance.

The results of the study show that the developed model is able to reduce all Z1-Z7 costs by 8.38% for Z1, 8.52% for Z2, 8.28% for Z3, 0% for Z4 due to demand = quantity shipped, 7.26% for Z5, 380.88% for Z6, and Z7 by 234.44%. The difference in total costs was IDR 175,936,876.00 with a reduction percentage of 10.30%. In addition, this model is capable of reducing carbon emissions by 1.162 kgCO₂e. The length and shortness of the blood shelf life greatly affect the expiration cost, where the shorter the blood shelf life, the more potential blood is wasted, and vice versa. Based on these results, the contribution of this research is to achieve total operational cost efficiency, more efficient and optimal production control, and support in making decisions to produce with double or triple bags.

Keywords: *Blood supply chain, Non-Linear Mixed-Integer Programming, Cost minimization, Carbon emissions, Blood shelf life.*