

ABSTRAK

Mhd Ghazy Arkan, NIM 4213230018 (2025). Optimasi Sistem Pertanian dalam Mendukung Ekonomi Hijau Menggunakan Pendekatan Bi-Level Programming.

Sektor pertanian Indonesia, khususnya komoditas padi, jagung, dan tebu, memegang peranan vital dalam perekonomian namun menghadapi tantangan inefisiensi penggunaan input yang mengancam keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model matematis optimasi menggunakan pendekatan bi-level programming untuk mendukung implementasi ekonomi hijau. Metode ini memodelkan interaksi hierarkis antara tingkat atas (*leader*) yang bertujuan memaksimalkan total produksi pangan demi ketahanan nasional, dan tingkat bawah (*follower*) yang berorientasi pada maksimalisasi keuntungan finansial bersih. Formulasi model mencakup fungsi tujuan ganda serta kendala ketersediaan lahan, air, dan batas maksimum pupuk. Proses optimasi komputasi menunjukkan konvergensi solusi yang stabil pada iterasi ke-10. Hasil penelitian merekomendasikan alokasi lahan optimal seluas 10.468.368,63 ha untuk padi, 2.768.287,83 ha untuk jagung, dan 267.109,54 ha untuk tebu. Selain itu, untuk menjamin keberlanjutan, ditetapkan batas penggunaan air sebesar 100,07 miliar m^3 dan pupuk kimia sebesar 8,84 miliar kg. Studi ini menyimpulkan bahwa model bi-level efektif dalam menyelaraskan tujuan ketahanan pangan, kesejahteraan petani, dan efisiensi sumber daya.

Kata Kunci: *Bi-level programming*, Ekonomi Hijau, Optimasi Pertanian, Ketahanan Pangan, Efisiensi Sumber Daya.

ABSTRACT

Mhd Ghazy Arkan, NIM 4213230018 (2025). *Agricultural System Optimization to Support the Green Economy Using a Bi-Level Programming Approach.*

The Indonesian agricultural sector, particularly rice, corn, and sugarcane commodities, plays a vital economic role but faces challenges regarding input inefficiency that threaten environmental sustainability. This study aims to develop a mathematical optimization model using a bi-level programming approach to support the implementation of a green economy. This method models the hierarchical interaction between the government at the upper level (leader), aiming to maximize total food production for national security, and farmers at the lower level (follower), oriented towards maximizing net financial profits. The model formulation encompasses dual objective functions as well as constraints on land availability, water usage, and maximum fertilizer limits. The computational optimization process demonstrated stable solution convergence at the 10th iteration. The results recommend an optimal land allocation of 10,468,368.63 ha for rice, 2,768,287.83 ha for corn, and 267,109.54 ha for sugarcane. Furthermore, to ensure sustainability, limits were established for water usage at 100.07 billion m^3 and chemical fertilizers at 8.84 billion kg. The study concludes that the bi-level model is effective in aligning the goals of food security, farmer welfare, and resource efficiency.

Keywords: *Bi-level programming*, Green Economy, Agricultural Optimization, Food Security, Resource Efficiency