

INTISARI

Peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer akibat pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi telah memperburuk perubahan iklim global. Salah satu ekosistem yang paling rentan terhadap perubahan ini adalah lanskap karst, yang memiliki kesuburan tanah rendah, porositas tinggi, dan degradasi yang cepat. Kondisi ini mengurangi kemampuan lahan untuk menyimpan karbon dan menopang vegetasi, sehingga mempercepat pelepasan CO₂ dari dekomposisi bahan organik tanah. Tanpa pengelolaan yang tepat, lahan karst semakin tidak produktif, yang pada akhirnya memperburuk degradasi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran *Setaria splendida* dalam biosekuestrasi karbon dan peningkatan kualitas tanah di ekosistem karst. Eksperimen selama dua bulan dilakukan untuk mengukur kapasitas sekuestrasi karbon dalam biomassa dan tanah, serta dampaknya terhadap aktivitas mikroba tanah dan peningkatan nutrisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Setaria splendida* mampu mencapai laju sekuestrasi karbon bersih sebesar 31,46 ton C/ha, yang setara dengan 115,46 ton CO₂/ha, pada kondisi perlakuan optimal (3 ml/L pupuk organik cair dan penyiraman 235 ml/hari). Biomassa bawah tanah (below-ground biomass, BGB) mendominasi lebih dari 80% total biomassa, menegaskan potensinya sebagai penyimpanan karbon jangka panjang. Kandungan karbon organik tanah (SOC) meningkat hingga 1,97% pada media tanam dan 0,44% pada substrat karst, menunjukkan peningkatan cadangan karbon tanah. Selain kemampuannya dalam sekuestrasi karbon, *Setaria splendida* juga beradaptasi dengan baik di lingkungan karst berkalsium tinggi dengan menyimpan kelebihan kalsium dalam daun, meningkatkan kandungan kalsium dari 2.056 mg/kg menjadi 5.406 mg/kg, yang berada dalam rentang ideal sebagai pakan ternak. Selain itu, populasi mikroba dalam substrat karst meningkat signifikan, mencapai $2,21 \times 10^6$ CFU/g, yang menandakan peningkatan aktivitas biologis tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Setaria splendida* merupakan strategi yang efektif dalam mitigasi emisi CO₂ sekaligus memperbaiki ekosistem karst yang terdegradasi. Dengan mengintegrasikan sekuestrasi karbon berbasis vegetasi dengan rehabilitasi tanah, penelitian ini memberikan wawasan berharga bagi upaya mitigasi perubahan iklim dan pengelolaan lahan berkelanjutan di lingkungan yang rentan. Penelitian jangka panjang lebih lanjut direkomendasikan untuk menilai variasi musiman dan dampak berkelanjutan *Setaria splendida* terhadap dinamika karbon.

Kata Kunci: Bio-Sekuestrasi karbon, tanah karst, *Setaria splendida*, karbon organik tanah, peningkatan kualitas tanah, mitigasi CO₂, biomassa bawah tanah, pengelolaan lahan berkelanjutan.

Abstract

The rising atmospheric CO₂ concentration due to fossil fuel combustion and deforestation has intensified global climate change. One of the most vulnerable ecosystems to this environmental shift is karst landscapes, which suffer from low soil fertility, high porosity, and rapid degradation. These conditions reduce the land's ability to store carbon and sustain vegetation, exacerbating CO₂ release from the decomposition of soil organic matter. Without proper management, karst lands become increasingly unproductive, leading to further environmental degradation. This study investigates the role of *Setaria splendida* in CO₂ biosequestration and soil quality improvement in karst environments. A controlled two-month experiment evaluated its carbon sequestration capacity in biomass and soil and its impact on soil microbial activity and nutrient enhancement. The results indicate that *Setaria splendida* achieved a net carbon sequestration rate of 31.46 tons of C/ha, equivalent to 115.46 tons of CO₂/ha under optimal treatment conditions (3 ml/L organic liquid fertilizer and 235 ml/day irrigation). Below-ground biomass (BGB) accounted for over 80% of the total biomass, highlighting its long-term carbon storage potential. Soil organic carbon (SOC) content increased by up to 1.97% in the growth medium and 0.44% in karst substrate, demonstrating enhancement of the soil carbon pool. In addition to its sequestration ability, *Setaria splendida* adapted effectively to the high-calcium karst environment by accumulating excess calcium in its leaves, raising its calcium content from 2,056 mg/kg to 5,406 mg/kg—placing it within the ideal range for livestock feed. Furthermore, microbial populations in the karst substrate improved significantly, reaching 2.21×10^6 CFU/g, indicating enhanced biological soil activity. These findings demonstrate that *Setaria splendida* is a viable strategy for mitigating CO₂ emissions while improving degraded karst ecosystems. By integrating vegetation-based carbon sequestration with soil rehabilitation, this study provides valuable insights for climate change mitigation and sustainable land management in fragile environments. Further long-term research is recommended to assess seasonal variations and the sustained impact of *Setaria splendida* on carbon dynamics.

Keywords: Carbon bio-sequestration, karst soil, *Setaria splendida*, soil organic carbon, soil improvement, CO₂ mitigation, below-ground biomass, sustainable land management