

## INTI SARI

Perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULCC) memiliki pengaruh kuat terhadap iklim regional melalui mekanisme biofisik yang mengubah albedo permukaan, evapotranspirasi, kekasaran permukaan. Kalimantan, yang mengalami deforestasi luas dan ekspansi lahan pertanian sejak tahun 1960-an, merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang paling rentan terhadap perubahan iklim akibat LULCC. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi dampak biofisik historis LULCC terhadap temperatur dan presipitasi di Kalimantan selama periode 1960–1989, dan (2) mengevaluasi dampak LULCC masa depan berdasarkan skenario SSP126 dan SSP370 untuk periode 2021–2050.

Analisis menggunakan simulasi *Earth System Model* CMIP6–LUMIP (Historical, Hist\_noLu, SSP126, SSP126\_SSP370Lu, SSP370, SSP370\_SSP126Lu) yang dipadukan dengan data LUH2. Dampak LULCC diisolasi menggunakan pendekatan delta antar-pasangan simulasi, sementara analisis statistik meliputi regresi ridge, uji tren Mann–Kendall, deteksi perubahan Pettitt, dan statistik deskriptif untuk mengkaji respon iklim jangka panjang.

Pada analisis historis, LULCC berkontribusi nyata terhadap peningkatan temperatur dengan tambahan sekitar  $+0,09^{\circ}\text{C}$  atau 28% dari total pemanasan historis. Dampaknya terhadap curah hujan tidak signifikan karena variabilitas iklim alami, terutama ENSO dan IOD, lebih dominan. Pada periode proyeksi 2021–2050, seluruh skenario menunjukkan peningkatan suhu. SSP126 mengalami pemanasan total  $+0,38^{\circ}\text{C}$ , sedangkan SSP126\_SSP370Lu meningkat  $+0,40^{\circ}\text{C}$ , menunjukkan tambahan pemanasan sebesar 5,3% akibat perubahan penggunaan lahan SSP370. Pada *baseline* SSP370, pemanasan mencapai  $+0,82^{\circ}\text{C}$ , dan berkurang menjadi  $+0,64^{\circ}\text{C}$  pada SSP370\_SSP126Lu, sehingga restorasi vegetasi mampu menurunkan pemanasan sekitar 22%. Respons curah hujan bersifat sangat bervariasi antar skenario dan wilayah, dengan perubahan terbesar terjadi di Kalimantan Barat. Secara keseluruhan, LULCC menunjukkan pengaruh kuat pada temperatur, namun efeknya terhadap curah hujan tetap tidak linear dan sangat bergantung pada *forcing* iklim yang mendasari.

Kata kunci: Perubahan penggunaan lahan, dampak biofisik, *Land Use Model Intercomparison Project*, *Land use Harmonization*.

## ABSTRACT

*Land use and land cover change (LULCC) exerts a strong influence on regional climate through biophysical mechanisms that alter surface albedo, evapotranspiration, and surface roughness. Kalimantan, having experienced extensive deforestation and agricultural expansion since the 1960s, is one of the regions in Indonesia most vulnerable to climate modification driven by LULCC. This study aims to (1) identify the historical biophysical impacts of LULCC on temperature and precipitation in Kalimantan during 1960-1989, and (2) evaluate future LULCC-induced climate impacts under the SSP126 and SSP370 scenarios for the period 2021–2050.*

*The analysis employs CMIP6–LUMIP Earth System Model simulations (Historical, Hist\_noLu, SSP126, SSP126\_SSP370Lu, SSP370, SSP370\_SSP126Lu) combined with LUH2 land-use data. LULCC impacts were isolated using a delta-based paired-simulation approach, while statistical analyses included ridge regression, the Mann–Kendall trend test, the Pettitt change-point test, and descriptive statistics to assess long-term climate responses.*

*The historical analysis shows that LULCC contributed significantly to warming, adding approximately  $+0,09^{\circ}\text{C}$  or 28% of the total historical temperature increase. Its influence on precipitation was not significant, as natural climate variability, particularly ENSO and IOD, dominated rainfall fluctuations. In the projection period 2021–2050, all scenarios indicate warming. Under SSP126, total warming reaches  $+0,38^{\circ}\text{C}$ , while SSP126\_SSP370Lu increases to  $+0,40^{\circ}\text{C}$ , reflecting an additional 5,3% warming due to SSP370 land-use changes. Under the SSP370 baseline, warming reaches  $+0,82^{\circ}\text{C}$  but decreases to  $+0,64^{\circ}\text{C}$  in SSP370\_SSP126Lu, indicating that vegetation restoration can reduce warming by approximately 22%. Precipitation responses are highly variable across scenarios and regions, with the largest changes occurring in West Kalimantan. Overall, LULCC exerts a strong and measurable influence on temperature, while its effects on precipitation remain non-linear and strongly dependent on the underlying climate forcing.*

*Keywords: land use land cover changes, biophysical impact, Land Use Model Intercomparison Project, Land use Harmonization.*