

PEMODELAN SPASIAL DAMPAK PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN TERHADAP JASA PENGATUR HIDROLOGI DAS BATURUSA

INTISARI

Daerah Aliran Sungai (DAS) Baturusa dengan luas 63.495,85 ha mengalami perubahan penutupan lahan, terutama konversi hutan menjadi perkebunan dan area pertambangan. Perubahan ini meningkatkan tekanan terhadap fungsi hidrologi dan memicu degradasi lingkungan yang ditandai dengan meningkatnya frekuensi banjir. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan secara spasial dampak perubahan penutupan lahan periode 2004-2024 terhadap jasa pengatur hidrologi, meliputi aliran permukaan, erosi, dan ekspor nutrien. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bukti empiris dengan landasan ilmiah yang kuat dalam merumuskan rekomendasi pengelolaan DAS yang berkelanjutan.

Penelitian ini menggunakan peta penutupan lahan untuk tahun 2004, 2014, dan 2024 yang dihasilkan dari citra Landsat 5 dan Landsat 8 menggunakan algoritma *Random Forest* pada platform *Google Earth Engine*. Dampak hidrologi dianalisis menggunakan model *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (InVEST) untuk mengkuantifikasi aliran permukaan, erosi, dan ekspor nutrien. Keakuratan hasil pemodelan dipastikan melalui proses kalibrasi menggunakan data debit dan sedimen dari pos observasi lapangan.

Hasil penelitian menunjukkan telah terjadi kehilangan 90% dari 24.364 ha tutupan hutan lahan kering sekunder pada tahun 2004 menjadi 2.446 ha pada tahun 2024, yang berubah menjadi perkebunan dan permukiman yang meningkat 74% dan 62% selama 20 tahun. Perubahan ini berdampak langsung pada penurunan kualitas jasa pengatur hidrologi, yang dibuktikan dengan adanya peningkatan proporsi aliran permukaan, lonjakan potensi erosi yang mencapai puncaknya pada lahan bekas tambang (233 ton/ha/tahun), serta peningkatan ekspor nitrogen dan fosfor. Temuan ini secara kuantitatif mengonfirmasi penurunan kapasitas DAS dalam mengatur air dan mengidentifikasi penutupan lahan non-vegetasi sebagai kontributor utama degradasi. Tindakan rehabilitasi dan konservasi lahan, serta pengelolaan pertanian berkelanjutan perlu dilakukan untuk menekan penurunan jasa pengatur di DAS Baturusa, khususnya pada area dengan tingkat degradasi tertinggi.

Kata kunci: jasa pengatur DAS, perubahan penutupan lahan, random forest, GEE, model InVEST

SPATIAL MODELING OF LAND COVER CHANGE IMPACTS ON HYDROLOGICAL REGULATING SERVICES IN THE BATURUSA WATERSHED

ABSTRACT

The Baturusa Watershed, covering an area of 63,495.85 hectares, has undergone significant land cover changes, particularly due to forest conversion into plantations and mining areas. These changes have increased pressure on hydrological functions and triggered environmental degradation, as indicated by more frequent flooding events. This study aims to spatially model the impacts of land cover change from 2004 to 2024 on hydrological regulating services, including surface runoff, erosion, and nutrient export. The results are expected to provide empirical evidence with a strong scientific basis to support recommendations for sustainable watershed management.

This research utilized land cover maps for the years 2004, 2014, and 2024, derived from Landsat 5 and Landsat 8 imagery using the Random Forest algorithm on the Google Earth Engine platform. Hydrological impacts were analyzed using the Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) model to quantify surface runoff, erosion, and nutrient export. The accuracy of the modeling results was ensured through calibration using discharge and sediment data from field observation stations.

The findings show a 90% loss of secondary dryland forest cover, decreasing from 24,364 hectares in 2004 to only 2,446 hectares in 2024. This land was largely converted into plantations and settlements, which increased by 74% and 62% respectively over the 20-year period. These changes have directly contributed to the decline in hydrological regulating services, evidenced by an increase in surface runoff, a surge in erosion potential peaking at 233 tons/ha/year in former mining areas, and rising nitrogen and phosphorus exports. These results quantitatively confirm the declining capacity of the watershed to regulate water and identify non-vegetated land cover as the main contributor to degradation. Land rehabilitation and conservation efforts, along with sustainable agricultural management, are urgently needed to mitigate the decline in regulating services in the Baturusa Watershed, particularly in areas experiencing the highest levels of degradation.

Keywords: watershed regulating services, land cover change, random forest, GEE, InVEST model