



INTISARI

Kawasan Hutan Lindung (HL) di Blok Inti Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Unit VI Provinsi Sulawesi Utara memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologis, fungsi hidrologis, dan penyangga keanekaragaman hayati. Namun, tekanan dari aktivitas antropogenik seperti konversi lahan untuk pertanian, pembukaan jalan, serta peningkatan aktivitas pariwisata menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan yang signifikan dari waktu ke waktu. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan tutupan lahan selama periode 2009 hingga 2023, mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mendorong perubahan tersebut, dan memproyeksikan kondisi tutupan lahan pada tahun 2030 dengan menggunakan pendekatan model *Cellular Automata–Markov Chain (CA–Markov)*.

Analisis dilakukan menggunakan data citra satelit Landsat dengan metode klasifikasi *Maximum Likelihood*, serta validasi akurasi menggunakan nilai *Kappa*, yang menunjukkan nilai lebih dari 0,79, menandakan keandalan tinggi hasil klasifikasi. Hasil studi menunjukkan bahwa area berhutan tetap mendominasi kawasan, namun mengalami penurunan secara bertahap. Sebaliknya, area semak belukar dan lahan terbuka menunjukkan tren peningkatan, khususnya di wilayah dengan akses jalan mudah dan kemiringan yang relatif rendah. Faktor aksesibilitas, terutama jarak dari jalan, terbukti menjadi pendorong utama perubahan di HL Gunung Klabat dan HL Gunung Wiau, sementara faktor kelerengan dominan di HL Gunung Saoan I.

Proyeksi tutupan lahan tahun 2030 menunjukkan bahwa luas lahan terbuka diperkirakan akan meningkat sebesar 59,15%, sementara area semak belukar akan menurun sebesar 12,87%. Areal berhutan diperkirakan tetap relatif stabil, dengan penurunan yang sangat kecil yaitu 0,01%. Temuan ini menunjukkan adanya potensi terjadinya degradasi ekosistem hutan apabila tidak disertai dengan upaya pengelolaan yang tepat dan berkelanjutan. Penggunaan model *CA–Markov* terbukti mampu menggambarkan perubahan tutupan lahan secara spasial dan kuantitatif, serta dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan dalam upaya konservasi hutan dan pengendalian pemanfaatan lahan yang tidak sesuai di masa mendatang.

Kata kunci: tutupan lahan, hutan lindung, *CA–Markov*, proyeksi spasial, perubahan penggunaan lahan, Sulawesi Utara



ABSTRACT

The Protected Forest (HL) areas in the core zone of the Forest Management Unit (FMU) VI in North Sulawesi Province serve a vital function in maintaining ecological balance, hydrological services, and biodiversity conservation. However, increasing anthropogenic pressures such as agricultural expansion, road development, and tourism-related activities have led to significant land cover changes over time. This study aims to analyze the dynamics of land cover change between 2009 and 2023, identify the primary driving factors, and project land cover conditions for the year 2030 using the Cellular Automata–Markov Chain (CA–Markov) modeling approach.

The study utilized Landsat satellite imagery, which was classified using the Maximum Likelihood method. The classification accuracy was validated using Kappa statistics, all exceeding 0.79, indicating a high level of reliability. The findings reveal a gradual decline in forested areas, while shrublands and open lands showed increasing trends—particularly in regions with easy access and gentle slopes. Road accessibility was identified as the dominant factor influencing land cover change in Mount Klabat and Mount Wiau protected forests, while slope was more influential in Mount Saoan I.

The land cover projection for 2030 shows a 59.15% increase in open land, a 12.87% decrease in shrubland, and a relatively stable forest area with only a 0.01% reduction. These findings suggest a risk of forest ecosystem degradation if proper and sustainable management is not applied. The CA–Markov model has proven effective in illustrating spatial and quantitative changes in land cover and can serve as a useful tool for planning forest conservation and controlling unregulated land use in the future.

Keywords: land cover, protected forest, CA–Markov, spatial projection, land use change, North Sulawesi