



Transformasi Lanskap dan Layanan Ekosistem Budaya di Area Peri-Urban: Wisata Alam dan Permukiman di Bandung Selatan

Transformation of Landscape and Cultural Ecosystem Services in Peri-Urban: Nature-based Tourism and Settlement Areas in South Bandung

Medria Shekar Rani

Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan
Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

Artikel Masuk : 6 Juli 2020

Artikel Diterima : 23 Maret 2021

Tersedia Online : 30 April 2021

Abstrak: Area peri-urban menyediakan layanan ekosistem saat semakin berkurangnya luas lahan terbuka hijau di dalam kota karena densifikasi lahan terbangun. Namun, perubahan tutupan lahan dari lanskap alami menjadi perkebunan dan perumahan berpengaruh terhadap kapasitas ekosistem untuk menyediakan layanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi transformasi lanskap dengan menggunakan model dan menganalisis pengaruhnya pada layanan ekosistem budaya pada area wisata alam Kawah Putih di peri-urban Bandung Selatan, Indonesia. Selain itu, kajian ini menganalisis bagaimana perubahan kondisi layanan ekosistem budaya dan bertambahnya kebutuhan permukiman baru di sekitar area wisata alam berpengaruh terhadap kunjungan wisatawan. Perubahan lanskap di area (1989-2019) diidentifikasi dari peta yang telah dibuat dari gambar satelit Landsat menggunakan modul *Land Change Modeler* (LCM) dari Terrset. Selanjutnya, kajian spasial terhadap layanan ekosistem budaya dilakukan dengan menggunakan tiga indikator berdasarkan perubahan tutupan lahan di dekat Kawah Putih. Studi ini menemukan bahwa komposisi area terbangun di kecamatan tersebut meningkat dari 6.09% menjadi 10.79% dalam 30 tahun. Kualitas dari layanan budaya telah menurun, yang disebabkan oleh adanya perubahan lanskap di kawasan studi. Meskipun demikian, jumlah wisatawan memiliki kecenderungan naik (2016-2019) walaupun terdapat penurunan kualitas lanskap. Hasil ini dipengaruhi oleh persepsi pengunjung terhadap visual lanskap di area studi. Perubahan lanskap yang cepat pada area tersebut dipengaruhi oleh pertumbuhan kota terdekat dan industri pariwisata merupakan bagian dari elemen transformasi tersebut.

Kata Kunci: layanan ekosistem budaya; pariwisata; peri-urban; transformasi lanskap

Abstract: Peri-urban provides complementary urban ecosystem services when green areas in cities are decreasing due to densification. However, land cover change in the area from natural landscapes to agriculture and settlements affects the ecosystem's capacity to provide services. This study aims to identify landscape transformation using a model and analyze its

Korespondensi Penulis: Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan
Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia
Email: medriarsr@ar.itb.ac.id

How to Cite:

Rani, M. S. (2021). Transformasi lanskap dan layanan ekosistem budaya di area peri-urban: Wisata alam dan permukiman di Bandung Selatan. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 9(1), 63-78. doi:10.14710/jwl.9.1.63-78.

© 2021 LAREDEM

effects on cultural ecosystem services at Kawah Putih (White Crater) nature-based tourism destination area in the peri-urban in South Bandung, Indonesia. This study also analyzes how cultural ecosystem services and the increasing demand for new settlements in the area have influenced tourist visitation. Landscape change in the area (1989-2019) was identified from maps developed from Landsat imagery, using the Land Change Modeler (LCM) module in Terrset. A spatial assessment of offered cultural ecosystem services was then conducted using three indicators based on the land cover change near Kawah Putih. It is found that the composition of developed areas in the district has increased from 6.09% to 10.79% in 30 years. The quality of cultural ecosystem service has decreased, which is arguably influenced by the landscape alteration in the area. However, there was an increasing trend in the number of tourists (2016-2019) despite the deterioration of landscape quality. It is argued that the result is influenced by the visitors' perception of the landscape in the case study area. The rapid land cover change in the area was affected by the nearby city's growth, in which the tourism industry is one of the elements of such transformation.

Keywords: *cultural ecosystem services; landscape transformation; peri-urban; tourism*

Pendahuluan

Area *peri-urban* terletak pada zona transisi antara wilayah perdesaan dan perkotaan yang menyediakan layanan ekosistem saat berkurangnya luas lahan terbuka hijau di dalam kota karena densifikasi permukiman (Hedblom et al., 2017). Namun, dengan semakin pesatnya pertumbuhan kota, area *peri-urban* mengalami transformasi lanskap yang lebih cepat dibandingkan dengan area lain, seperti perkebunan atau hutan (de la Barrera et al., 2018), sehingga berdampak pada degradasi kualitas lingkungan, termasuk layanan ekosistem (Douglas, 2012). Layanan ekosistem (*ecosystem services*) dapat diartikan sebagai manfaat yang diberikan ekosistem bagi kesejahteraan manusia (MEA, 2005). Empat kategori dari layanan ekosistem dalam *Millennium Ecosystem Assessment/MEA* (2005) yaitu *provisioning services*, *regulating services*, *cultural services*, dan *supporting services*. *Provisioning services* merupakan layanan ekosistem yang dapat diekstraksi langsung dari alam, seperti bahan makanan, air, dan kayu. *Regulating services* berkaitan dengan proses ekosistem, yang mencakup di antaranya kontrol terhadap banjir dan erosi tanah. *Cultural services* adalah manfaat nonmaterial dari ekosistem yang didapatkan melalui pengalaman spiritual, refleksi, dan rekreasi. *Supporting services* berpengaruh terhadap ketiga layanan ekosistem lain dan tidak dapat langsung digunakan oleh manusia.

Klasifikasi layanan ekosistem lain di antaranya *Common International Classification of Ecosystem* (CICES), dengan pembagian layanan yaitu *provisioning*, *regulation and maintenance*, dan *cultural* (Haines-Young & Potschin, 2018), serta klasifikasi dari *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB) yaitu *provisioning services*, *regulating services*, *habitat services*, dan *cultural and amenity services*. Perbandingan klasifikasi dari TEEB dengan sistem lain serta daftar indikator penilaian kondisi layanan ekosistem tercantum dalam dokumen TEEB (2010).

Salah satu bentuk *cultural services* yang diberikan area *peri-urban* yaitu berupa komponen biotik untuk menunjang aktivitas rekreasi dan ekowisata. Rekreasi dan wisata alam memberikan sarana pengelolaan, pelestarian alam, dan interaksi langsung antara manusia dan ekosistem, terutama bagi masyarakat perkotaan yang kontakannya dengan ekosistem alami atau semi-alami sudah terbatas (Daniel et al., 2012). Keindahan lanskap merupakan salah satu atraksi dari area wisata alam. Analisis keindahan lanskap (*landscape aesthetics*) dapat dilakukan baik secara objektif maupun subjektif (Le et al., 2019). Le et al. (2019) lebih lanjut menuliskan bahwa studi keindahan lanskap dalam paradigma objektivisme dapat memberikan gambaran umum preferensi manusia terhadap keindahan lanskap. Di sisi lain, perbedaan preferensi keindahan terhadap objek lanskap yang sama

dari setiap individu dapat dikaji dalam paradigma subjektivisme. Perbedaan persepsi terhadap daya tarik objek wisata dapat memengaruhi kepuasan wisatawan dan keinginan berkunjung kembali (Mat-Som & Bader-Badarneh, 2011).

Identifikasi hubungan timbal balik (*trade-off*) antara pemenuhan *cultural services* dengan *provisioning services* di area *peri-urban* telah dibahas sebelumnya (Spyra et al., 2020). Beberapa studi menunjukkan bahwa aktivitas wisata dapat memberikan dampak negatif terhadap ekosistem (Gerhard et al., 2005). Di sisi lain, perubahan tutupan lahan, seperti dari lanskap alami menjadi area pertanian dan permukiman dapat berpengaruh pada kapasitas ekosistem untuk memberikan layanan (Kangas et al., 2018). Di antara seluruh komponen layanan ekosistem yang ada, layanan budaya telah diakui secara luas, tetapi belum cukup terdefinisi atau diintegrasikan ke dalam kerangka layanan ekosistem (Daniel et al., 2012), termasuk manfaatnya terhadap kesejahteraan manusia (*well-being*) (Kosanic & Petzold, 2020).

Penelitian-penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menganalisis layanan ekosistem budaya dan *peri-urban*. Slámová et al. (2018) menganalisis kualitas lanskap hutan dengan menggunakan pendekatan *multi-criteria*, dan keterjangkauannya dari pusat kota Zvolen di Slovakia. Mngumi (2019) menjabarkan bahwa industri pariwisata, termasuk di dalamnya wisata alam, merupakan bagian dari adaptasi perubahan iklim dari sistem sosio-ekologi di *peri-urban* Dar es Salaam, Tanzania. Menurunnya kualitas layanan ekosistem di kawasan ini diakibatkan oleh berkurangnya kawasan hutan dan meningkatnya kebutuhan area untuk permukiman dan perkebunan. Ekowisata merupakan salah satu pilihan pemanfaatan layanan ekosistem selain kegiatan perkebunan, yang dapat meningkatkan ketahanan komunitas (*community resilience*) terhadap perubahan iklim.

Dalam ranah studi layanan ekosistem budaya di *peri-urban*, kajian yang mengintegrasikan analisis menggunakan model masih terbatas. Tieskens et al. (2018) menggunakan foto-foto dari media sosial dan *generalized linear modeling* (GLM) untuk melihat korelasi antara atribut lanskap dengan preferensi wisatawan di Kromme Rijn, area perkebunan di *peri-urban* Utrecht, Belanda. Studi tersebut menemukan bahwa visual lanskap bukan merupakan satu-satunya faktor yang mendorong pengunjung datang ke kawasan wisata. Sehingga metode tambahan diperlukan untuk mengetahui motivasi pengunjung tersebut. Penelitian dari Putt et al. (2019) membahas dampak kegiatan wisata di sekitar danau Cultus, British Columbia, Kanada terhadap terjadinya eutrofikasi dan degradasi kualitas air, yang kemudian dapat menurunkan nilai dari *cultural services* danau tersebut. Penelitian ini menggunakan model untuk mengukur kualitas air dan membangun proyeksi kondisi di masa depan berdasarkan skenario. Namun, hubungan antara kondisi lingkungan dengan kunjungan wisatawan tidak dibahas dalam riset ini. Oleh karena itu, penelitian pada studi ini berfokus pada kajian layanan ekosistem budaya pada area wisata alam di *peri-urban* menggunakan model lanskap dan melihat keterkaitannya dengan kunjungan wisatawan.

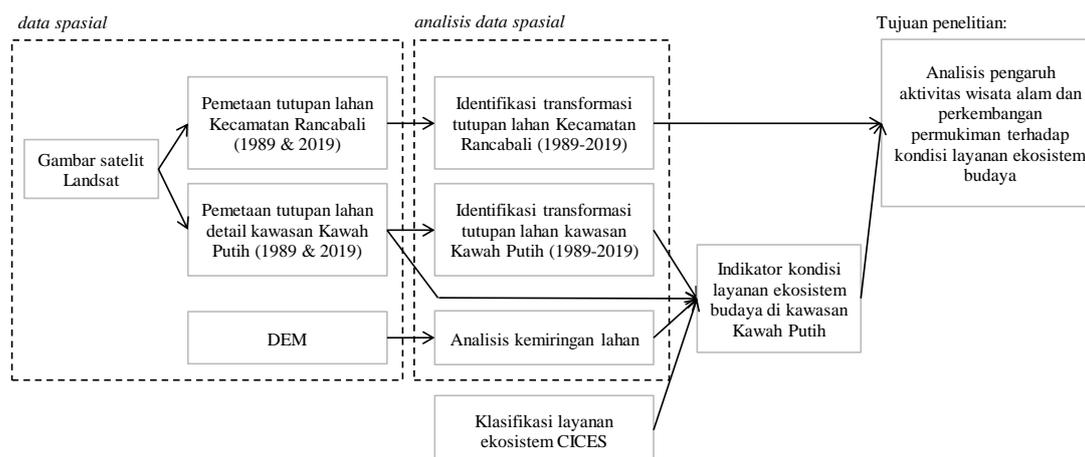
Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi transformasi lanskap dengan menggunakan model dan menganalisis pengaruhnya pada layanan ekosistem budaya pada area wisata alam Kawah Putih di area *peri-urban* Bandung Selatan. Dalam studi ini, model digunakan sebagai alat untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi bentuk lanskap, yaitu dengan melakukan simulasi terhadap perubahan lanskap pada periode waktu tertentu (Urban & Wallin, 2017). Selain itu, kajian ini menganalisis bagaimana perubahan kondisi layanan ekosistem budaya dan bertambahnya kebutuhan permukiman baru di sekitar area wisata alam berpengaruh terhadap kunjungan wisatawan. Kawah Putih di dalam area studi dikembangkan sebagai area wisata alam pada tahun 1987 dan dikelola oleh Kesatuan Bisnis Mandiri (KBM) *Ecotourism* Jawa Barat dan Banten dari Perhutani, dengan kolaborasi bersama warga sekitar. Terdapat peningkatan jumlah total kunjungan wisatawan sebanyak

283.934 wisatawan di tahun 2016, 374.931 wisatawan di tahun 2017, dan 497.189 wisatawan di tahun 2018 (PT Perhutani Unit III Jawa Barat, 2019).

Metode Penelitian

Diagram alur kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap pekerjaan, meliputi: (1) pemetaan tutupan lahan Kecamatan Rancabali dan kawasan Kawah putih secara khusus, (2) identifikasi perubahan tutupan untuk melihat transformasi lanskap *peri-urban* Kecamatan Rancabali (1989-2019), dan (3) indentifikasi kondisi layanan ekosistem budaya di area wisata alam Kawah Putih dan sekitarnya berdasarkan transformasi lanskap yang terjadi dalam kurun waktu 30 tahun.

Data spasial terdiri dari gambar satelit Landsat dan *Digital Elevation Model* (DEM). Gambar Landsat diunduh dari laman EROS (*Earth Resources Observation and Science*) yang dikelola oleh USGS (*United States Geological Survey*) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Sedangkan gambar DEM bersumber dari DEMNAS dan diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) (<http://tides.big.go.id/DEMNAS/>). Selain itu, data nonspasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kunjungan wisatawan ke area Kawah Putih tahun 2016-2020 dari PT Perhutani Unit III Jawa Barat. Foto-foto kawasan diakses dari *Google Street* sebagai data urun daya (*crowdsourcing*) yang digunakan karena tidak dapat dilakukannya pengamatan langsung saat pandemi.



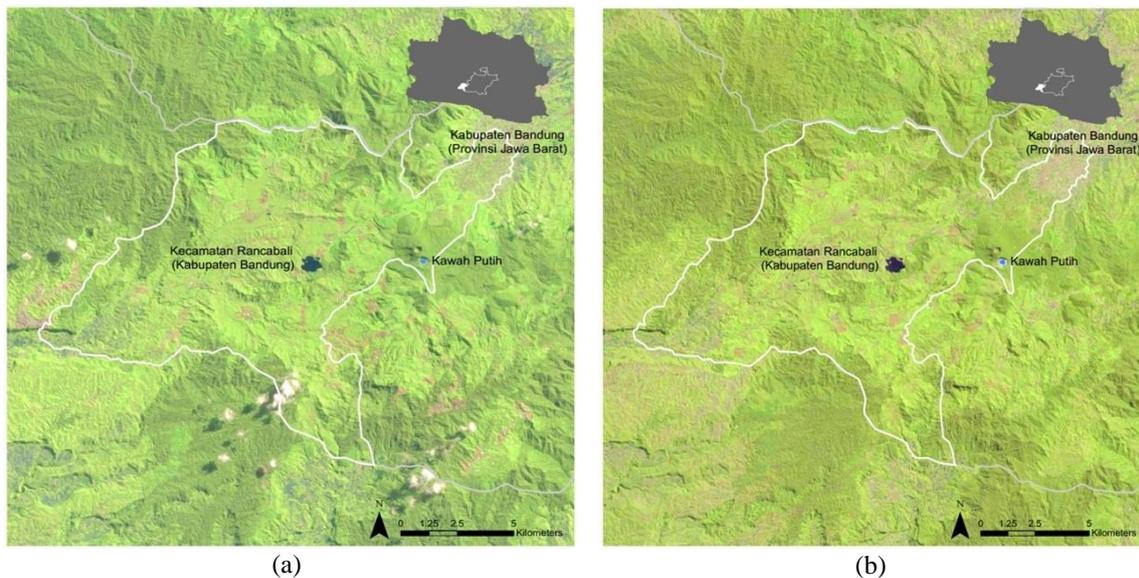
Gambar 1. Diagram Alur Kerja Penelitian

Pemetaan Tutupan Lahan

Gambar satelit Landsat Kecamatan Rancabali (148,37 km²), yang diambil pada tanggal 6 Juli 1989 dan 25 Juli 2019 (Gambar 2), digunakan dalam proses pembuatan peta tutupan lahan dengan metode *unsupervised classification* dengan ArcGIS. Proses klasifikasi pada metode ini tidak membutuhkan pengetahuan terhadap area studi sebelumnya dan dapat dilakukan secara otomatis dengan perangkat lunak (Champbell & Wynne, 2011). Piksel dengan nilai reflektansi objek badan air, awan, dan bayangan awan pada gambar satelit sebelumnya telah dipetakan dan dipisahkan dari bagian gambar lainnya (*water, cloud and cloud shadow masking*) dengan menggunakan fungsi *Fmask* pada *plugin CloudMasking* di QGIS (<https://plugins.qgis.org/plugins/CloudMasking/>).

Tutupan lahan (*land cover*) untuk peta Kecamatan Rancabali diklasifikasikan menjadi tiga kelas besar, yaitu area terbangun, area tidak terbangun, dan badan air. Area terbangun mencakup area permukiman dan area perkerasan lainnya. Contoh area tidak terbangun di antaranya yaitu tanah kosong, perkebunan, dan hutan. Sedangkan badan air pada kawasan yaitu danau dan kawah.

Peta tutupan (1989 dan 2019) yang lebih rinci juga dibuat untuk kawasan wisata Kawah Putih dan area di sekitarnya (elevasi lebih dari 1.775 mdpl) untuk proses analisis kondisi layanan ekosistem budaya. Dengan cakupan wilayah analisis yang lebih kecil dari kecamatan (14,15 km²), maka kelas tutupan lahan area tidak terbangun dapat dipecah menjadi dua subkelas, yaitu subkelas hutan, dan subkelas perkebunan dan tanah kosong. Sehingga terdapat total empat kelas tutupan lahan untuk area ini.



Sumber: diolah dari gambar Landsat United States Geological Survey tahun 1989 dan 2019

Gambar 2. Gambar Satelit Kecamatan Rancabali Tahun (a) 1989 dan (b) 2019

Transformasi Tutupan Lahan

Transformasi tutupan lahan Kecamatan Rancabali diidentifikasi dari gambar satelit Landsat tahun 1989 dan 2019 dengan menggunakan modul *Land Change Modeler* (LCM) dari perangkat lunak Terrset. Prosedur analisis meliputi evaluasi penambahan dan pengurangan persentase tutupan lahan yang berubah dan pemetaan lokasi lanskap yang mengalami perubahan dalam satu periode waktu (Eastman, 2006). Dalam penelitian ini, transformasi tutupan lahan pada skala lebih detail di kawasan Kawah Putih dan sekitarnya juga dipetakan untuk selanjutnya digunakan dalam proses identifikasi layanan ekosistem budaya di tahun 1989 dan 2019.

Identifikasi Kondisi Layanan Ekosistem Budaya

Tabel 1 memperlihatkan kelas CICES terkait dengan identifikasi layanan ekosistem budaya di kawasan wisata Kawah Putih. Kaitan komponen biotik dan abiotik dalam kelas CICES dengan kelas layanan ekosistem dari MEA, (2005) dan TEEB (2010) kemudian dijabarkan. Indikator untuk mengidentifikasi kondisi layanan ekosistem pada tahun 1989 dan 2019 (Tabel 2) ditetapkan dengan merujuk pada Tabel 1 dan ketersediaan data spasial.

Penyusunan indikator juga merujuk pada studi literatur tentang kajian layanan ekosistem budaya, seperti Thiele et al. (2020). Pemetaan dilakukan dengan menggunakan ArcGIS dalam rentang nilai 0-1 untuk tiap piksel berukuran 30 m, mengikuti resolusi gambar satelit Landsat.

Tabel 1. Kelas CICES Terkait Penetapan Indikator Penilaian Kondisi Layanan Ekosistem Budaya di Wilayah Studi

Kelas CICES	Ekuivalensi dengan kelas MA	Ekuivalensi dengan Kelas TEEB	Aplikasi Penilaian Kondisi Layanan Ekosistem Budaya
Karakteristik komponen biotik untuk menunjang aktivitas yang bermanfaat bagi kesehatan dan memberikan kesenangan melalui interaksi aktif dan pasif (kode 3.1.1.1 dan 3.1.1.2)	Rekreasi dan ekowisata	Rekreasi dan ekowisata.	Kondisi biodiversitas: penilaian ekosistem dan spesies tertentu
Karakteristik komponen biotik untuk menunjang pendidikan dan pelatihan (kode 3.1.2.2)	Sistem pendidikan, nilai edukasi, keberagaman budaya, dan nilai estetis	Informasi dan perkembangan kognitif	Kondisi ekosistem: penilaian tingkat layanan ekosistem dan perubahan
Karakteristik komponen biotik untuk menunjang pengalaman estetis (kode 3.1.2.4)	Sistem pendidikan, nilai edukasi, keberagaman budaya, dan nilai estetis	Inspirasi untuk aktivitas terkait budaya, seni dan desain, informasi estetis	
Karakteristik alami komponen abiotik untuk kegiatan aktif dan pasif serta interaksi yang menunjang pengalaman dan intelektual (kode 6.1.1.1 dan 6.1.2.1)	t/a	t/a	t/a

Sumber: MEA, 2005; TEEB, 2010

Tabel 2. Indikator, Jenis dan Sumber Data untuk Proses Identifikasi Kondisi Layanan Ekosistem Budaya

Kode kelas CICES	Indikator	Jenis data	Sumber data
Kode 3.1.1.1; 3.1.1.2; 3.1.2.2; 3.1.2.4	Tutupan lahan di sekitar	Peta tutupan lahan tahun 1989 dan 2019	<i>Unsupervised classification</i> dari gambar satelit Landsat (USGS)
	Kawah Putih	Peta perubahan tutupan lahan (1989-2019)	Hasil analisis
Kode 6.1.1.1; 6.1.2.1	Keberadaan kawah	Gambar satelit	Landsat (USGS)
Kode 6.1.1.1; 6.1.2.1	Pengalaman ruang terkait bentukan lahan	<i>Digital Elevation Model</i> (DEM)	DEMNAS dari Badan Informasi Geospasial (BIG)

Sumber: Haines-Young & Potschin, 2018

Indikator pertama yaitu tutupan lahan di sekitar Kawah Putih terkait dengan fungsi kawasan untuk mengakomodasi kegiatan yang bermanfaat bagi kesehatan dan memberikan kesenangan melalui interaksi alam secara aktif dan pasif. Pemetaan kondisi layanan dengan indikator pertama dilakukan dengan menggunakan peta tutupan lahan tahun 1989 dan 2019. Hutan di tahun 1989 diasumsikan adalah hutan alami. Sedangkan lokasi hutan alami di tahun 2019 diidentifikasi dari analisis perubahan tutupan lahan (1989-2019). Piksel dengan tutupan hutan alami memiliki nilai tertinggi yaitu 1, dan piksel dengan tutupan lahan terbangun (seperti perumahan) memiliki nilai terendah yaitu 0. Nilai 0,3 untuk piksel dengan tutupan lahan, lahan kosong dan perkebunan, dan nilai 0,7 untuk hutan baru di tahun 2019, ditentukan berdasarkan studi literatur dari Thiele et al. (2020) dengan penyesuaian.

Indikator kedua yaitu keberadaan kawah di kawasan studi. Nilai 1 diberikan pada piksel dengan tutupan lahan berupa kawah, dan nilai 0 untuk piksel jenis lainnya. Indikator ketiga yaitu pengalaman ruang terkait bentukan lahan yang disusun dari data *Digital Elevation Model* (DEM). Rentang nilai 0 hingga 1 ditetapkan berdasarkan tingkat kerapatan garis kontur atau kemiringan lahan. Akumulasi nilai dari tiga indikator dihitung untuk setiap piksel pada kondisi di tahun 1989 dan 2019. Nilai tertinggi menandakan area dengan kualitas layanan ekosistem budaya yang paling baik di kawasan studi.

Di dalam studi ini, analisis regresi linear digunakan untuk melihat kecenderungan tingkat kunjungan wisatawan di dalam kawasan Kawah Putih. Kajian transformasi tutupan lahan di Kecamatan Rancabali secara keseluruhan, bersama dengan perbandingan hasil pemetaan indikator tahun 1989 dan 2019 dan hasil analisis regresi linear kemudian dianalisis lebih lanjut untuk melihat efek perubahan lanskap dan aktivitas wisata terhadap kondisi layanan ekosistem budaya (rekreasi) di area studi.

Hasil dan Pembahasan

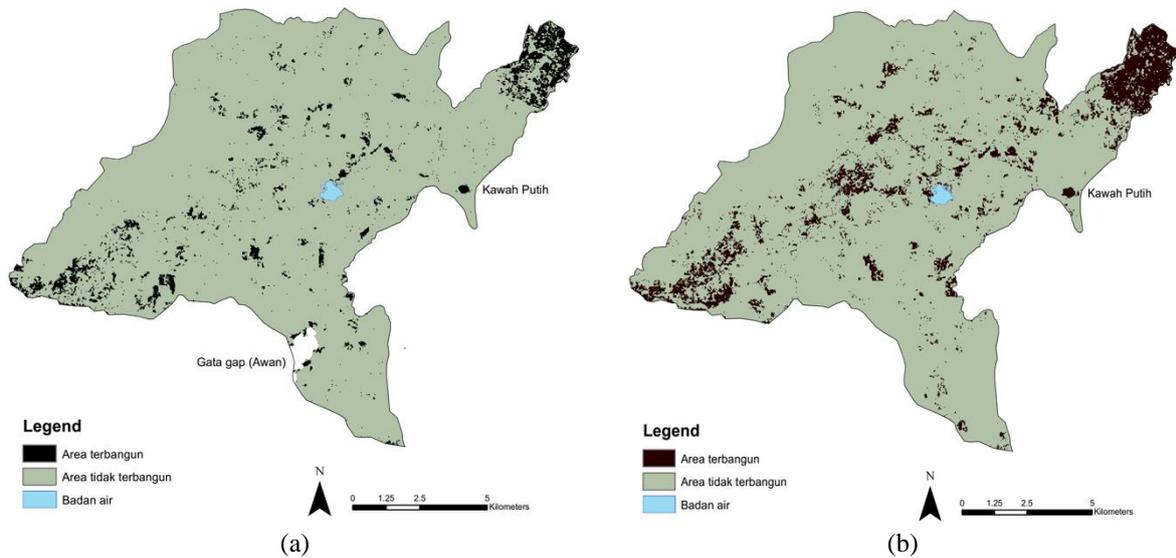
Pemetaan Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Rancabali tahun 1989 dan 2019 dilakukan terhadap piksel selain yang telah diidentifikasi sebagai badan air, awan dan bayangan awan melalui proses *masking*. Oleh karena itu, peta tutupan lahan yang dihasilkan tidak meliputi keseluruhan area dari Kecamatan Rancabali (Gambar 3). Keterbatasan data satelit tanpa tutupan awan menjadi kendala pada pengerjaan klasifikasi tutupan lahan di wilayah tropis (Toure et al., 2018). Area kawah secara otomatis diidentifikasi ke dalam kelas area terbangun karena kesamaan rentang reflektansi piksel. Namun, area ini diklasifikasikan kembali sebagai kawah atau badan air pada proses analisis selanjutnya.

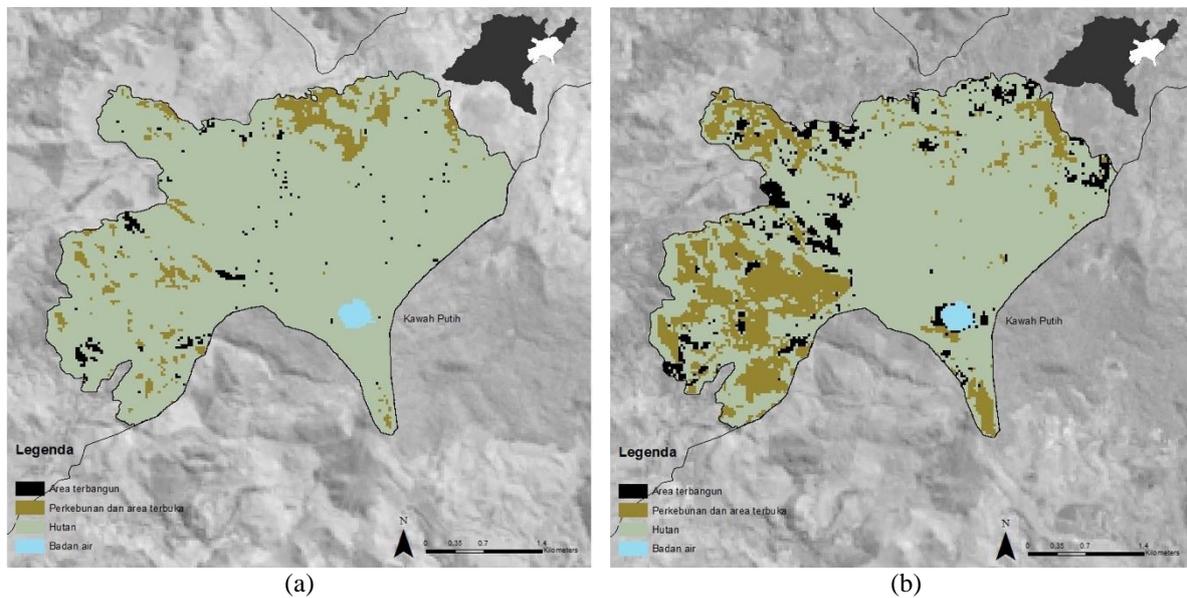
Dalam penelitian ini, pemetaan tutupan lahan Kecamatan Rancabali terbatas pada tiga kelas besar (area terbangun, area tidak terbangun, dan badan air) sebagai data untuk proses analisis perubahan tutupan lahan dengan LCM. Sedangkan klasifikasi tutupan lahan yang lebih detail dibutuhkan untuk proses analisis kondisi layanan ekosistem budaya di kawasan Kawah Putih, sehingga terdapat empat kelas tutupan lahan pada area ini (area terbangun, perkebunan dan area terbuka, hutan, dan badan air). Peta ini dapat dilihat pada Gambar 4 dengan tingkat akurasi peta 86.80% untuk peta tahun 2019.

Proses klasifikasi dibantu dengan interpretasi visual gambar *WorldView-2* (resolusi 0,5 m), sebagai peta dasar *World Imagery* di ArcGIS. Pemilihan metode *unsupervised classification* dan interpretasi gambar dilakukan karena adanya keterbatasan akses untuk melakukan survei lapangan selama proses analisis. Perlu diperhatikan bahwa proses identifikasi tutupan lahan dilakukan langsung dari data penginderaan jauh. Tidak ada prosedur koreksi gambar satelit untuk menyesuaikan nilai reflektansi yang telah berubah

karena kondisi atmosfer dan efek topografi lahan (*atmospheric and topographic corrections*).



Gambar 3. Hasil Klasifikasi Peta Tutupan Lahan Kecamatan Rancabali Tahun (a) 1989 dan (b) 2019



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Peta Tutupan Lahan Detail untuk Kawasan Wisata Kawah Putih dan Sekitarnya Tahun (a) 1989 dan (b) 2019

Penggunaan gambar satelit Landsat dalam pemetaan perubahan tutupan lahan di studi kasus mendemonstrasikan bagaimana riset serupa dapat dilakukan di area lain ketika terdapat kendala keterbatasan data spasial. Gambar satelit ini dapat diunduh langsung pada laman USGS, yang datanya selalu diperbarui secara berkala, sehingga memudahkan peneliti mengakses kebutuhan gambar pada waktu yang diperlukan. Salah satu limitasi dari

pendekatan ini adalah resolusi gambar yaitu 30 meter, sehingga terdapat kemungkinan adanya nilai piksel yang bercampur (*mixed pixels*). Kendala lain yaitu kurangnya informasi tutupan lahan (*data gap*) pada beberapa piksel karena keberadaan awan dan bayangan awan, seperti yang terlihat pada hasil pemetaan tutupan lahan di studi kasus tahun 1989 (Gambar 3). Tutupan awan pada gambar satelit merupakan permasalahan dalam proses klasifikasi tutupan lahan termasuk vegetasi, terutama di area tropis (Helmer et al., 2012; Toure et al., 2018).

Transformasi Tutupan Lahan

Keluaran dari proses *masking* awan dan bayangan awan dari gambar tahun 1989 digunakan untuk prosedur *masking* piksel di lokasi yang sama pada gambar tahun 2019, sehingga kedua gambar memiliki lokasi *data gap* (piksel tanpa data) yang sama dan proses identifikasi perubahan lanskap dapat dilakukan. Analisis terhadap peta tutupan lahan Kecamatan Rancabali (Gambar 3) menunjukkan peningkatan komposisi lahan terbangun dari 6,09% di tahun 1989 menjadi 10,79% di tahun 2019. Persentase luas tutupan lahan dilakukan terhadap peta dari gambar satelit dengan piksel tanpa data di tahun 1989, sehingga komposisi ini tidak dapat mewakili kondisi sebenarnya di lapangan. Alternatif pembuatan peta tutupan lahan dengan piksel tanpa data pada gambar satelit adalah dengan teknik *updating* dan *backdating* (Linke et al., 2009). Teknik ini membutuhkan beberapa gambar satelit yang diambil pada waktu yang berdekatan sehingga piksel tanpa data pada satu gambar dapat diisi dengan data pada gambar lainnya.

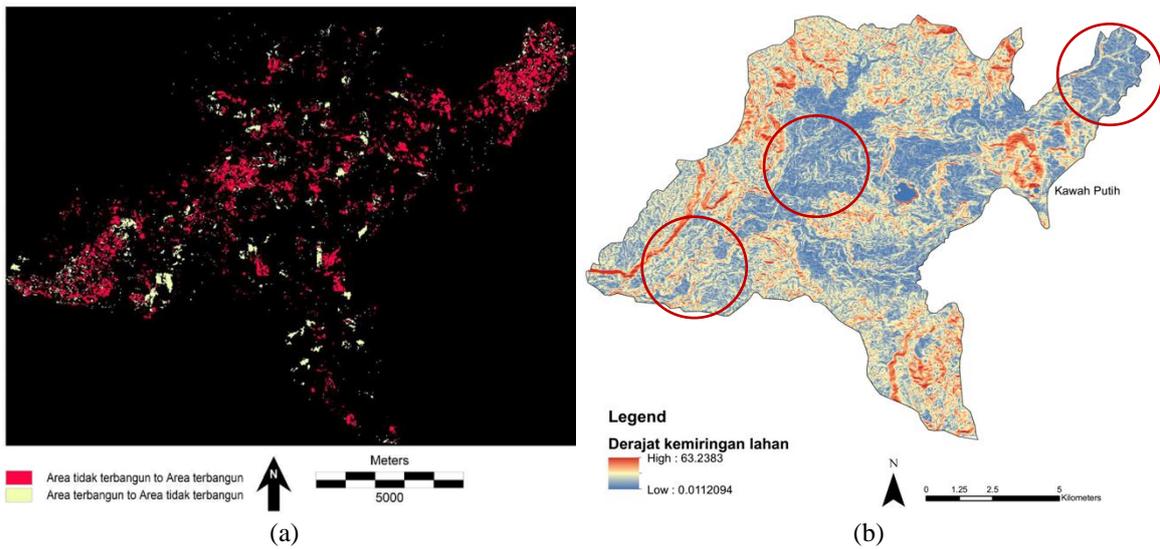
Hasil LCM memperlihatkan terdapat perubahan tutupan di Kecamatan Rancabali dalam periode 30 tahun dari tidak terbangun menjadi terbangun seluas 6,91 km², terutama di bagian timur laut, tengah, dan barat daya lahan (Gambar 5a). Salah satu faktor yang dapat memengaruhi distribusi perubahan tutupan lahan adalah derajat kemiringan lahan (Gambar 5b). Terdapat kecenderungan untuk membangun permukiman baru pada area dengan kemiringan kurang dari 10° (lingkaran merah pada Gambar 5b) dan hampir tidak ada pembangunan pada lahan miring (>20°). Faktor lain yang berpengaruh pada lokasi permukiman baru, seperti kedekatan dengan eksisting jaringan jalan, elevasi lahan, dan jumlah penduduk pada satu area, dapat dianalisis lebih lanjut. Namun, konteks pembahasan tersebut di luar ranah fokus penelitian ini.

Perkembangan pembangunan di *peri-urban* juga dapat dipengaruhi oleh lokasi objek wisata, seperti yang terjadi di sekitar Situ Cileunca, Kabupaten Bandung (Pratiwi et al., 2019). Dalam studi kasus di Kawah Putih, transformasi lanskap yang diamati terjadi dari tutupan hutan menjadi area terbuka dan terbangun di sekitar kawah pada tahun 2019. Area Kawah Putih masuk ke dalam kawasan hutan lindung, sehingga tidak banyak perubahan lanskap di luar batas kawah hingga pada radius sekitar 1-2 km dari kawah (Gambar 4). Studi de la Barrera et al. (2018) memperlihatkan transformasi lanskap vegetasi asli bernilai tinggi menjadi area terbangun di *peri-urban* Santiago Metropolitan (1989-2015) dapat berpengaruh pada aktivitas wisata dan pembentukan *sense of place*, sebagai bagian dari layanan budaya. Perubahan tutupan lahan yang cepat pada area *peri-urban* didorong oleh tingginya investasi untuk pembangunan dan kapasitas area memberikan layanan ekosistem yang dapat diakses secara mudah dari kota di dekatnya (de la Barrera et al., 2018).

Identifikasi Kondisi Layanan Ekosistem Budaya

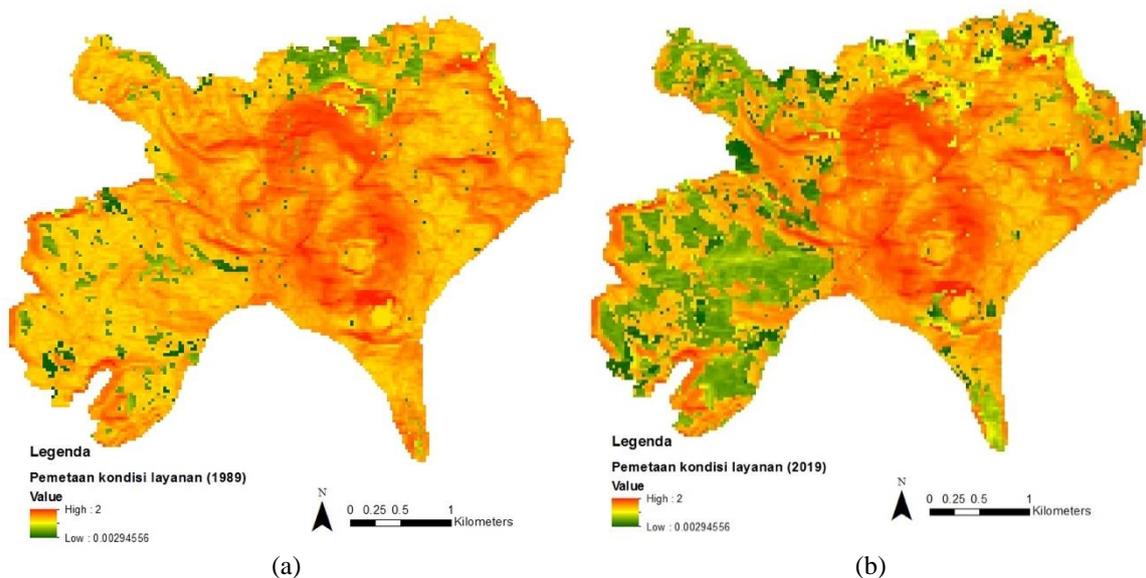
Tahap selanjutnya dari proses analisis adalah kajian kondisi layanan ekosistem budaya kawasan wisata alam Kawah Putih dan sekitarnya. Hasil pemetaan kondisi layanan ekosistem tahun 1989 dan 2019 berdasarkan tiga indikator yang ditetapkan (tutupan lahan di sekitar Kawah Putih, keberadaan kawah, dan pengalaman ruang terkait bentukan lahan) ditampilkan dalam Gambar 6.

Hutan alami yang terletak pada lahan yang curam ($>30^\circ$) memiliki akumulasi nilai tertinggi yaitu 2. Terdapat penurunan nilai rata-rata (*mean*) piksel, yaitu 1,19 untuk kondisi layanan di tahun 1989 menjadi 1,04 di tahun 2019. Selain itu, jumlah piksel dengan nilai yang rendah di bawah 1 meningkat dari 1.235 (1,11 km²) menjadi 4.526 (4,07 km²) (Gambar 7). Hal ini mengindikasikan adanya penurunan kualitas layanan ekosistem budaya (rekreasi) karena semakin luasnya area dengan kondisi lingkungan yang tidak dapat mendukung kegiatan wisata alam.



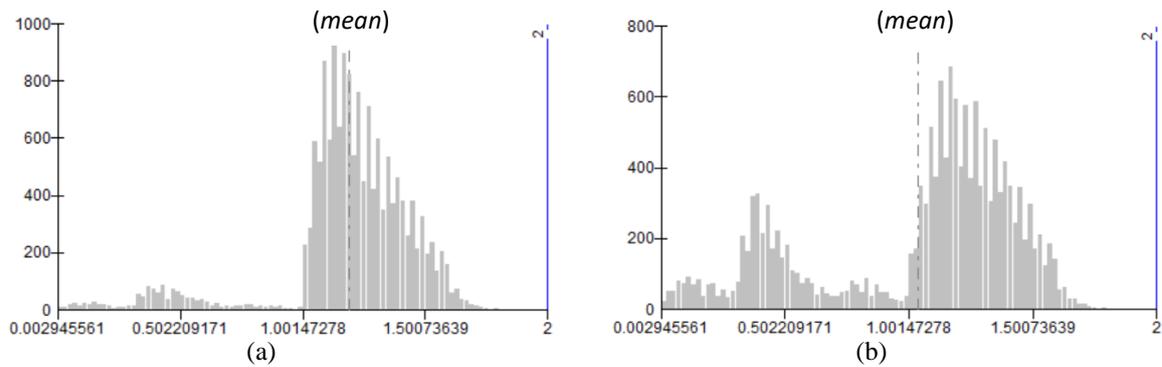
Sumber : DEM dari DEMNAS BIG 2018 dan Analisis LCM

Gambar 5. (a) Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Rancabali (1989-2019) dan (b) Peta Kemiringan Lahan (dalam derajat) Kecamatan Rancabali

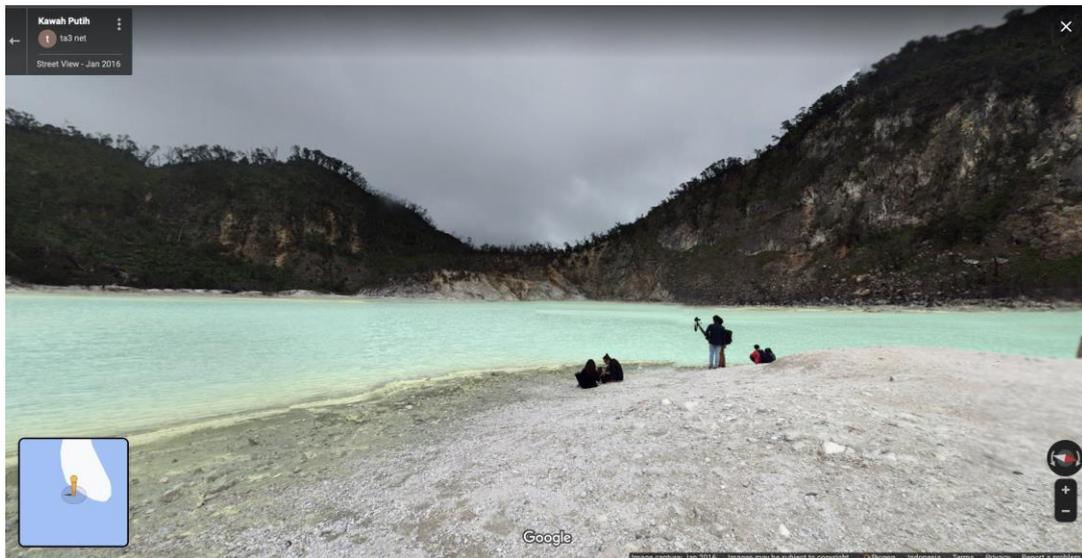


Gambar 6. Hasil Pemetaan Kondisi Layanan Ekosistem Budaya (Rekreasi) Tahun (a) 1989 dan (b) 2019

Analisis lebih lanjut dari dua peta tata guna lahan (1989 dan 2019) menunjukkan tutupan hutan telah mengalami penurunan dari 91,35% menjadi 72,89% dalam 30 tahun. Hutan di bagian barat dan selatan kawasan mengalami perubahan menjadi area perkebunan. Selain itu, terdapat penambahan area terbuka (batu kapur) di bagian barat dan selatan Kawah Putih (Gambar 8). Hal ini menunjukkan adanya transformasi lanskap yang dapat langsung dilihat oleh wisatawan saat berkunjung ke area Kawah Putih.



Gambar 7. Distribusi Nilai Pixel untuk Pemetaan Kondisi Layanan Ekosistem Budaya (Rekreasi) Tahun (a) 1989 dan (b) 2019



Sumber: Google Street View, 2016

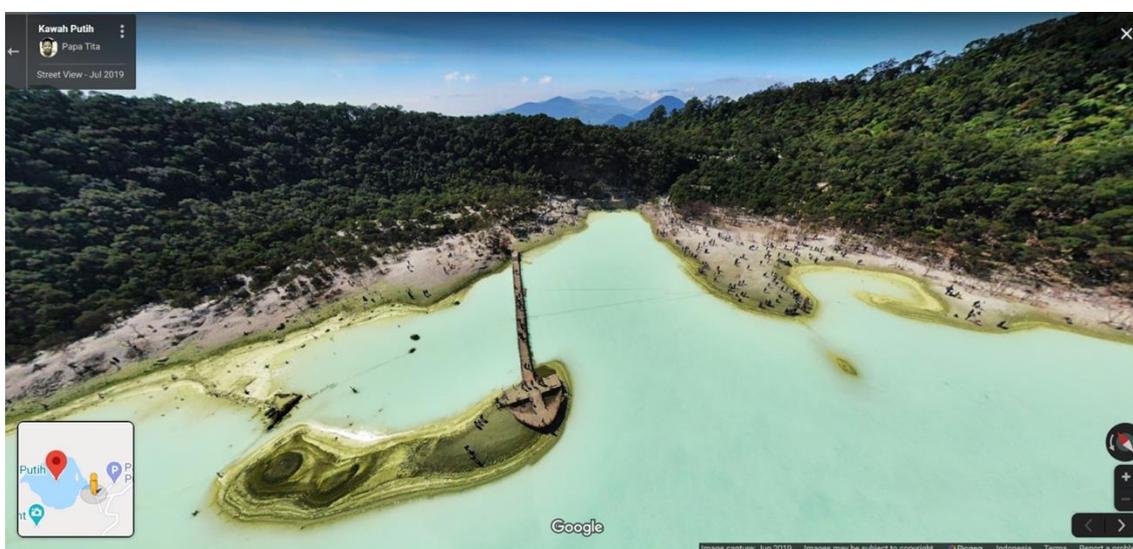
Gambar 8. Pemandangan ke Arah Barat Kawah Sebelum Dibangun Dek (2019)

Riset ini menggunakan model simulasi LCM untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan kondisi layanan ekosistem budaya di kawasan studi berdasarkan indikator-indikator. Penelitian serupa, seperti studi dari Thiele et al. (2020) pada lanskap sungai di Jerman, juga menggunakan indikator dalam pemetaan layanan ekosistem budaya. Proses identifikasi transformasi lanskap menggunakan model pada studi di area Kawah Putih dapat secara cepat

memperlihatkan lokasi transformasi dan kedekatannya dengan objek wisata yang dikaji. Hal ini dapat melengkapi studi sebelumnya terkait dengan perubahan kualitas layanan ekosistem budaya pada rentang waktu tertentu.

Pengaruh Wisata dan Perkembangan Permukiman Terhadap Kondisi Layanan Ekosistem Budaya

Kawah Putih telah berkembang menjadi area wisata alam dengan pembangunan fasilitas penunjang di sekitar kawasan. Fasilitas yang dibangun di antaranya dek kayu yang menjorok ke tengah kawah (Gambar 9) dan *Skywalk* Cantigi. Penambahan fasilitas ini dapat dilihat sebagai bagian dari proses perubahan lingkungan alami kawasan Kawah Putih. Gerhard et al. (2005) menyatakan bahwa penambahan infrastruktur baru untuk wisata secara ekstrim dapat berakibat pada hilangnya habitat dan banyaknya pembuangan sampah dan penggunaan sumber air, yang pada akhirnya mengubah kondisi ekosistem alami. Berubahnya kondisi lingkungan alami kemudian dapat menurunkan layanan ekosistem budaya dari kawasan wisata.



Sumber: Google Street View, 2019

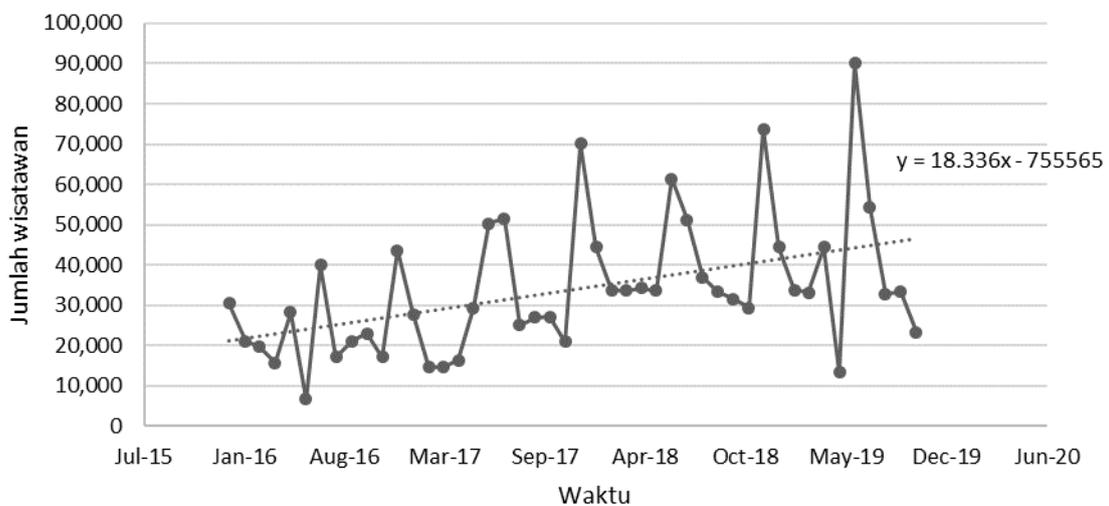
Gambar 9. Dek Kayu untuk Pengunjung

Perkembangan area terbangun dapat terdeteksi dari gambar Landsat tahun 2019 di bagian timur Kawah Putih, yaitu area parkir (Gambar 4). Selain itu, permukiman baru terdapat di sebelah barat laut dari kawasan wisata tepatnya di sepanjang Jalan Raya Ciwidey – Patengan. Keberadaan objek wisata Kawah Putih berpengaruh terhadap perkembangan warung-warung yang dikelola oleh masyarakat sekitar. Kecenderungan perkembangan fasilitas pendukung yang mendekati objek wisata ini juga terlihat pada studi kasus lain, seperti di area wisata sejarah Bukittinggi (Arianti, 2014).

Jumlah kunjungan kawasan wisata Kawah Putih memiliki kecenderungan naik dari Januari 2016 sampai dengan Oktober 2019 ($y = 18.336x - 755565$) (Gambar 10), walaupun terdapat perubahan kondisi alami lanskapnya, dari hutan alami menjadi area terbuka (1989-2019). Gambar 8 menunjukkan batuan kapur sebagai area terbuka yang dimaksud berlatarkan hutan. Hasil dari analisis ini mengindikasikan bahwa penurunan kualitas lanskap di kawasan Kawah Putih (Gambar 6) tidak memberikan pengaruh terhadap kunjungan wisatawan (2016-2019). Namun demikian, hasil analisis tersebut didapatkan dari

pemetaan tiga indikator dari kondisi layanan ekosistem budaya pada kawasan studi. Sehingga perubahan jenis dan penambahan jumlah indikator dapat memengaruhi hasil dari analisis.

Layanan ekosistem bergantung pada persepsi dan ekspektasi dari pengguna dan pemangku kepentingan (Daniel et al., 2012). Studi yang dilakukan Gatri (2018) mengenai produk wisata di Kawah Putih melalui kuesioner menunjukkan bahwa atraksi, amenities dan aksesibilitas yang ada dalam area studi secara umum berkontribusi terhadap kepuasan bagi pengunjung. Walaupun terdapat perubahan tutupan lahan pada bagian barat dan selatan kawah yang teridentifikasi dari gambar satelit (1989-2019) (Gambar 4), keberadaan hutan mati di sekitar kawah masih dianggap menjadi area berfoto yang menarik bagi 88% dari 100 responden pada studi yang dilakukan oleh Gatri (2018). Hal ini menunjukkan bahwa penurunan layanan ekosistem budaya (rekreasi) kawasan Kawah Putih yang diidentifikasi melalui simulasi LCM dan SIG (Gambar 6 dan Gambar 7) tidak berpengaruh terhadap kepuasan pengunjung, yang lebih lanjut dapat terkait dengan fluktuasi jumlah kunjungan (Gambar 10).



Sumber: diolah dari PT Perhutani Unit III Jawa Barat, 2019

Gambar 10. Grafik Perkembangan Total Jumlah Wisatawan Nusantara dan Asing ke Kawah Putih (Januari 2016- Oktober 2019)

Kawasan *peri-urban* mengalami transformasi tutupan lahan secara dinamis yang dipengaruhi oleh pertumbuhan kota di dekatnya (Spyra et al., 2020; Woltjer, 2014). Kondisi tersebut dapat terlihat pada Kecamatan Rancabali di Bandung Selatan, berdasarkan hasil analisis menggunakan simulasi LCM. Komposisi area terbangun meningkat dari 6.09% menjadi 10.79% dalam waktu 30 tahun di wilayah studi. Hubungan timbal balik (*trade-off*) antara *cultural services* dan *provisioning services* seperti yang dijelaskan oleh Spyra et al. (2020) dapat terlihat pada kawasan tersebut. Terdapat pertumbuhan lahan terbangun menjadi permukiman baru dan intensifikasi kegiatan pertanian di sekitar Kawah Putih. Hal ini dapat mereduksi layanan ekosistem dari lanskap alami, yaitu berupa nilai estetis dan penggunaan lanskap untuk kegiatan rekreasi. Argumentasi dari riset ini yaitu lokasi studi di *peri-urban* dapat menjadi salah satu faktor pendorong untuk percepatan perubahan tutupan lahan, dibandingkan dengan lokasi yang dikaji terletak pada area lain (de la Barrera et al., 2018), seperti di perdesaan.

Menurut Woltjer (2014), perubahan sistem perekonomian masyarakat menjadi bagian dari industri pariwisata merupakan elemen transformasi kawasan *peri-urban*. Fenomena ini dapat terlihat dari pemberdayaan masyarakat mitra usaha Wana Wisata Kawah Putih, beberapa di antaranya sebagai pengemudi ontang-anting, pedagang di kios, dan pegawai (Soepomo et al., 2018). Terdapat kebutuhan rekreasi masyarakat perkotaan yang mendatangi kawasan *peri-urban* karena minimnya area terbuka untuk berekreasi di dalam kota (Hedblom et al., 2017). Kondisi ini dapat berpengaruh pada kecenderungan tingginya kunjungan wisatawan dari kota menuju area *peri-urban*, termasuk di kawasan Kawah Putih yang sudah terdapat akses kendaraan yang baik menuju area wisata.

Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi transformasi lanskap (1989-2019) di kawasan Kawah Putih yang terletak di *peri-urban* dengan mengintegrasikan model dalam proses analisis. Perubahan kondisi layanan ekosistem budaya (rekreasi) di area studi serta pengaruh kegiatan wisata dan perkembangan permukiman terhadap kondisi layanan kemudian dianalisis. Hasil kajian memperlihatkan adanya penurunan layanan kondisi layanan melalui transformasi lanskap terutama pada bagian barat dan selatan kawasan. Area yang berbatasan langsung dengan kawah di bagian barat daya juga mengalami transformasi dari tutupan hutan menjadi kapur. Walaupun demikian, perubahan kualitas estetis lanskap ini tidak memberikan dampak signifikan terhadap kunjungan wisatawan untuk mengunjungi objek wisata Kawah Putih. Persepsi pengunjung terhadap visual lanskap di area studi merupakan faktor yang berpengaruh terhadap hasil tersebut. Adanya transformasi tutupan lahan secara cepat dipengaruhi oleh pertumbuhan kota terdekat, di mana industri pariwisata merupakan bagian dari elemen transformasi.

Kontribusi dari penelitian ini yaitu mengisi keterbatasan studi terkait layanan ekosistem budaya di kawasan *peri-urban* dengan menggunakan model. Selain itu, studi ini memperlihatkan kerangka analisis untuk mengkaji transformasi lanskap dan kaitannya dengan perubahan kondisi layanan ekosistem budaya (rekreasi), yang dapat diaplikasikan pada kawasan wisata lainnya. Limitasi dari studi mencakup penggunaan data satelit dengan resolusi spasial medium (30 meter) untuk memetakan tutupan lahan di area studi. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan memanfaatkan data satelit dengan resolusi spasial yang lebih tinggi. Selain itu, nilai reflektansi piksel yang telah berubah karena kondisi atmosfer dan efek topografi lahan selanjutnya dapat dikoreksi, sehingga menghasilkan peta tutupan lahan yang lebih akurat untuk mencapai hasil analisis yang lebih baik.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari riset berjudul “Tipologi Permukiman dan Hunian di *Peri-urban*: Transformasi akibat Pariwisata”. Penulis berterimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas dana riset yang sudah dikelola dalam Sistem Informasi Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (simlitabmas) untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Arianti, D. (2014). Pengaruh sektor pariwisata terhadap perekonomian dan keruangan Kota Bukittinggi (pendekatan analisis input output). *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 2(4), 183–196. doi:10.14710/pwk.v12i4.13502.

- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2018). *DEMNAS*. Retrieved from <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>.
- Champbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing* (5th ed.). New York: The Guilford Press.
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M. A., ... Von Der Dunk, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *109*(23), 8812–8819. doi:10.1073/pnas.1114773109.
- de la Barrera, F., Henríquez, C., Coulombié, F., Dobbs, C., & Salazar, A. (2018). Periurbanization and conservation pressures over remnants of native vegetation: impact on ecosystem services for a Latin-American capital city. *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems*, *4*(1), 21–32. doi:10.1515/cass-2018-0003.
- Douglas, I. (2012). Peri-urban ecosystems and societies: Transitional zones and contrasting values. In D. McGregor & D. Simon (Eds.), *The peri-urban interface: Approaches to sustainable natural and human resource use* (pp. 18–29). London: Routledge. doi:10.4324/9781849775878.
- Eastman, J. R. (2006). *Guide to GIS and image processing*. Worcester: Clark University.
- Gatri, G. S. (2018). *Pengaruh produk wisata terhadap kepuasan wisatawan: Studi pada wisatawan Wana Wisata Kawah Putih Bandung*. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Gerhard, P. H., Lasco, R., Bohensky, E., Domingos, T., Guhl, A., Lundberg, J., & Zurek, M. (2005). Chapter 7: Drivers of ecosystem change. In *The Millenium Ecosystems Assessment Series (MEA). Ecosystems and Human Well-being: Scenarios. Volume 2*.
- Google Street View. (2016). Google Street View pada kawasan Kawah Putih. Diakses 5 Juli 2020.
- Google Street View. (2019). Google Street View pada kawasan Kawah Putih. Diakses 5 Juli 2020.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). CICES V5. 1. guidance on the application of the revised structure. In *Fabis Consulting*. Nottingham.
- Hedblom, M., Andersson, E., & Borgström, S. (2017). Flexible land-use and undefined governance: From threats to potentials in peri-urban landscape planning. *Land Use Policy*, *63*, 523–527. doi:10.1016/j.landusepol.2017.02.022.
- Helmer, E. H., Ruzycki, T. S., Benner, J., Voggeser, S. M., Scobie, B. P., Park, C., ... Ramnarine, S. (2012). Detailed maps of tropical forest types are within reach: Forest tree communities for Trinidad and Tobago mapped with multiseason Landsat and multiseason fine-resolution imagery. *Forest Ecology and Management*, *279*, 147–166. doi:10.1016/j.foreco.2012.05.016.
- Kangas, A., Korhonen, K. T., Packalen, T., & Vauhkonen, J. (2018). Sources and types of uncertainties in the information on forest-related ecosystem services. *Forest Ecology and Management*, *427*, 7–16. doi:10.1016/j.foreco.2018.05.056.
- Kosanic, A., & Petzold, J. (2020). A systematic review of cultural ecosystem services and human wellbeing. *Ecosystem Services*, *45*. doi:10.1016/j.ecoser.2020.101168.
- Le, D., Scott, N., Becken, S., & Connolly, R. M. (2019). Tourists' aesthetic assessment of environmental changes, linking conservation planning to sustainable tourism development. *Journal of Sustainable Tourism*, *27*(10), 1477–1494. doi:10.1080/09669582.2019.1632869.
- Linke, J., McDermid, G. J., Pape, A. D., McLane, A. J., Laskin, D. N., Hall-Beyer, M., & Franklin, S. E. (2009). The influence of patch-delineation mismatches on multi-temporal landscape pattern analysis. *Landscape Ecology*, *24*(2), 157–170. doi:10.1007/s10980-008-9290-z.
- Mat-Som, A. P., & Bader-Badarnah, M. (2011). Tourist satisfaction and repeat visitation; toward a new comprehensive model. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, *50*, 1106–1113. doi:10.5281/zenodo.1076526.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well being: synthesis*. Washington: Island Press.
- Mngumi, L. E. (2019). Socio-ecological resilience to climate change effects in peri-urban areas: insights from the Pugu and Kazimzumbwi forest reserves of Dar es Salaam, Tanzania. *GeoJournal*, *86*(1), 339–355. doi:10.1007/s10708-019-10071-9.

- Pratiwi, W. D., Nagari, B. K., & Jamalianuri, J. (2019). Sustainable settlement development: Land use change in Lakeside Tourism of Bandung. *KnE Social Sciences*, 883–897. doi:10.18502/kss.v3i21.5019.
- PT Perhutani Unit III Jawa Barat. (2019). *Laporan Harian Kawah Putih PT Perhutani Unit III Jawa Barat*.
- Putt, A. E., MacIsaac, E. A., Herunter, H. E., Cooper, A. B., & Selbie, D. T. (2019). Eutrophication forcings on a peri-urban lake ecosystem: Context for integrated watershed to airshed management. *PLoS ONE*, 14(7), 1–21. doi:10.1371/journal.pone.0219241.
- Slámová, M., Jancura, P., & Modranský, J. (2018). The quality assessment of forests in the cadastral district of zvolen (Slovakia). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(1), 183–194. doi:10.11118/actaun201866010183.
- Soepomo, S. R. F., Rahmafritra, F., & Daluarti, M. H. C. (2018). Pengembangan program pelibatan masyarakat di Wana Wisata Kawah Putih. *Journal of Indonesian Tourism, Hospitality and Recreation*, 1(1), 80–94.
- Spyra, M., La Rosa, D., Zasada, I., Sylla, M., & Shkaruba, A. (2020). Governance of ecosystem services trade-offs in peri-urban landscapes. *Land Use Policy*, 95(October 2019), 104617. doi:10.1016/j.landusepol.2020.104617.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). (2010). The economics of ecosystems and biodiversity ecological and economic foundations. In P. Kumar (Ed.), *Management of Environmental Quality: An International Journal*. London and Washington: Earthscan. doi:10.1108/meq.2011.08322bae.003.
- Thiele, J., Albert, C., Hermes, J., & von Haaren, C. (2020). Assessing and quantifying offered cultural ecosystem services of German river landscapes. *Ecosystem Services*, 42(February), 101080. doi:10.1016/j.ecoser.2020.101080.
- Tieskens, K. F., Van Zanten, B. T., Schulp, C. J. E., & Verburg, P. H. (2018). Aesthetic appreciation of the cultural landscape through social media: An analysis of revealed preference in the Dutch river landscape. *Landscape and Urban Planning*, 177(June 2017), 128–137. doi:10.1016/j.landurbplan.2018.05.002.
- Toure, S. I., Stow, D. A., Shih, H., Weeks, J., & Lopez-Carr, D. (2018). Land cover and land use change analysis using multi-spatial resolution data and object-based image analysis. *Remote Sensing of Environment*, 210, 259–268. doi:10.1016/j.rse.2018.03.023.
- United States Geological Survey. (1989). LANDSAT 4-5 TM. Scene ID: LT05_L2SP_122065_19890706_20200916_02_T1. (6 Juli 1989). Retrieved from USGS Explorer <http://earthexplorer.usgs.gov>.
- United States Geological Survey. (2019). LANDSAT 8 OLI/TIRS. Scene ID: LC08_L2SP_122065_20190911_20200826_02_T1. (11 September 2019). Retrieved from USGS Explorer <http://earthexplorer.usgs.gov>.
- Urban, D. L., & Wallin, D. (2017). Introduction to Markov models. In S. E. Gergel & M. G. Turner (Eds.), *Learning landscape ecology: A practical guide to concepts and techniques* (Second). Springer-Verlag New York.
- Woltjer, J. (2014). A global review on peri-urban development and planning. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 25(1), 1–16. doi:10.5614/jpwk.2014.25.1.1.