

I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan lahan merupakan upaya manusia dalam memanfaatkan sumber daya lahan yang tersedia untuk memenuhi kebutuhannya secara berkelanjutan. Perkembangan teknologi, sosial, dan ekonomi, menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan yang disebabkan oleh adanya konversi lahan pertanian dan multifungsi lahan pertanian. Perubahan penggunaan lahan dapat bersifat ke arah positif dan negatif. Bersifat ke arah positif seperti pembangunan dengan perencanaan yang sesuai daya dukung lahan, dan bersifat ke arah negatif seperti menyebabkan terjadinya bencana alam, pencemaran lingkungan, erosi, dan lainnya.

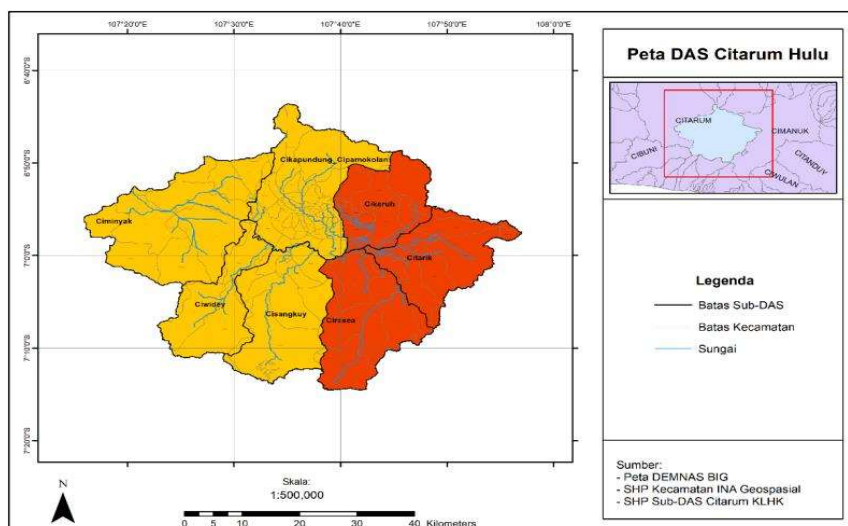
Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) tahun 2015-2019 terdapat 15 DAS Prioritas dari 108 DAS Prioritas menurut SK.328/Menhut-II/2009 yang disebabkan oleh kondisi sumber daya lahan maupun kondisi hidrologi yang menurun (Kehutanan, 2020). Kerusakan DAS secara umum diakibatkan oleh kebijakan pengelolaan lahan yang tidak sesuai dengan prinsip konservasi tanah dan air (Sunarti dkk., 2022). Salah satu aspek pengelolaan DAS adalah manusia yang melakukan pemanfaatan dan penggunaan lahan. Di mana saat penggunaan lahan, akan terjadi pengolahan tanah dan pengelolaan tanaman yang dapat mengakibatkan erosi. Lanyala dkk. (2016), menyatakan bahwa pengolahan tanah akan menjadi lebih intensif pada saat pergantian tanaman di setiap musim tanam, sehingga mengakibatkan tanah menjadi lebih padat karena terjadinya perombakan struktur tanah. Hal ini menyebabkan laju permeabilitas menjadi sangat lambat dan menghasilkan aliran permukaan pada saat musim hujan (Lanyala dkk., 2016).

DAS Citarum merupakan DAS yang terletak di Jawa Barat, dengan luas + 6.540 km² dengan panjang sungai utama mencapai 300 km. Sungai Citarum berperan dalam pembangunan waduk-waduk besar, salah satunya waduk Saguling yang terletak di Kabupaten Bandung Barat dengan ketinggian berada di 643 m dpl dengan topografi berupa perbukitan. PT. Indonesia Power merupakan perusahaan yang mengelola waduk Saguling sebagai penyuplai listrik untuk PLN. Pembangunan waduk Saguling dilakukan untuk berbagai kepentingan, seperti: irigasi untuk pertanian dan perkebunan, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), rekreasi (pariwisata), dan pengendalian banjir. PLTA Saguling memiliki fungsi sebagai pengatur frekuensi sistem energi listrik yang diinterkoneksi pada sistem Jawa-Bali. Peningkatan populasi penduduk di sekitar waduk menyebabkan berkurangnya lahan pertanian sehingga terjadi pembabatan hutan.

Akibatnya bencana longsor dan banjir terjadi di musim hujan karena berkurangnya wilayah tangkapan air di kawasan hulu (Prawiranegara, 2020).

Menurut Siswanto & Frances (2019) perubahan penggunaan/tutupan lahan di DAS Citarum Hulu disebabkan oleh aktivitas manusia dengan peningkatan populasi di daerah perkotaan sebesar 141%. Faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan proses hidrologi dan sedimentologi di DAS Citarum Hulu adalah deforestasi dan urbanisasi. Analisis *Land Use/Land Cover* (LULC) pada tahun 1994-2014 dengan menggunakan *Land Change Modeler* (LCM) menunjukkan bahwa terjadi alih fungsi lahan hutan menjadi lahan budidaya akibat semakin meningkatnya kebutuhan pangan. Pemukiman meningkat sebesar 11,11% akibat konversi kawasan budidaya. Pada tahun 2014-2029 perubahan LULC menurunkan evapotranspirasi sehingga terjadi kenaikan hasil air sebesar 40%. Hal ini disebabkan oleh naiknya aliran di atas permukaan tanah (*overland flow*), aliran antara (*interflow*), dan aliran dasar (*base flow*) sebagai tiga komponen dari limpasan. Selain itu, area erosi meningkat hingga 87 km² pada tahun 1994-2029 dengan adanya peningkatan sedimen rata-rata sebesar 3,6 Mton/tahun. Tentunya hal ini akan menjadi bencana untuk pengoperasian waduk Saguling (Siswanto & Frances, 2019).

DAS Citarum merupakan wilayah DAS yang termasuk ke dalam Perencanaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai (PSDWS) Citarum dengan tujuan untuk mengembangkan kapasitas dan kapabilitas sumber daya air serta mempersiapkan rencana wilayah sungai (Indriatmoko dkk., 2011). DAS Citarum Hulu memiliki fungsi utama yaitu sebagai daerah tangkapan air dengan luas 343.087 ha, termasuk daerah yang strategis sehingga pembangunan berkembang dengan pesat. Pertumbuhan jumlah industri tekstil mencapai 75% dari 484 industri yang sudah ada. DAS Citarum Hulu terdiri dari tujuh Sub-DAS seperti pada gambar 1 yaitu Sub-DAS Cikapundung (65.175 ha), Sub-DAS Cirasea (47.968 ha), Sub-DAS Cihaur (27.410 ha), Sub-DAS Ciwidey (46.445 ha), Sub-DAS Cisangkuy (42.638 ha), Sub-DAS Ciminyak (45.684 ha), dan Sub-DAS Citarik (67.764 ha).



Sumber: (Rahman, 2022).

Gambar 1. DAS Citarum Hulu

Menurut LAPAN (2017) salah satu DAS di Provinsi Jawa Barat yang mempunyai permasalahan kompleks dengan jumlah penduduknya yang semakin meningkat sehingga menyebabkan alih fungsi lahan terjadi di kawasan DAS Citarum Hulu. Adanya lahan terbangun dan penyusutan lahan sebagai daerah resapan air menjadi faktor masalah dalam perubahan penggunaan lahan atau tutupan lahan. Masalah tersebut mengakibatkan terjadinya *run off* dan bencana banjir. Kendala dalam upaya untuk mempelajari karakteristik dan memprediksi suatu wilayah di waktu yang akan datang yaitu karena kurangnya data secara historis dan informasi yang tersedia dalam pola perubahan parameter geobiofisik wilayahnya. Melalui pemanfaatan teknologi dan pengembangan suatu model, keterbatasan dan alih fungsi lahan dapat diprediksi sesuai dengan aspek keberlanjutan untuk penggunaan lahan dan kelestarian lingkungan di kawasan wilayah DAS Citarum.

Land Change Modeler (LCM) merupakan suatu model yang dapat menganalisis dan membandingkan perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah pada masa lalu dan memprediksi perubahan penggunaan lahan di masa yang akan datang (Saifullah, 2017). Kelebihan dari LCM diantaranya mampu menganalisis perubahan penggunaan lahan secara spasial dan temporal secara rinci termasuk prediksi perubahan di masa depan, mampu memodelkan dinamika lingkungan, sosial, ekonomi, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan, serta menyediakan berbagai metode untuk menggabungkan data dari berbagai jenis dan resolusi, seperti data citra satelit yang akan digunakan dalam penelitian (Hasan *et al.*, 2020).

Komponen penyusun dalam perubahan penggunaan lahan terdiri dari beberapa faktor seperti kepadatan penduduk yang dapat dilihat dari kedekatan terhadap lokasi yang strategis, tingkat aksesibilitas yang tinggi, pertumbuhan industri, dan pertumbuhan penduduk yang dapat dilihat dari sebaran pemukiman. Sehingga, semakin dekat dengan faktor-faktor dari komponen tersebut maka potensi terjadinya perubahan akan semakin tinggi (Pramadihano, 2011).

Melalui pemodelan LCM, dapat diketahui prediksi perkembangan perubahan penggunaan lahan di masa depan berdasarkan faktor yang mempengaruhinya seperti jarak dari jalan, jarak dari pemukiman, kepadatan penduduk, elevasi dan kemiringan lereng, yang akan dianalisis pada penelitian ini. Hasil pemodelan LCM telah terbukti dapat digunakan sebagai acuan dasar evaluasi dan rekomendasi perencanaan tata guna lahan di masa yang akan datang. Oleh karena itu, diharapkan rancangan tata guna lahan yang berkelanjutan dapat diterapkan pada daerah sekitar DAS sehingga meminimalisir aspek kerugian dan bencana yang akan terjadi.

Penggunaan pemodelan LCM sudah pernah dilakukan untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan, identifikasi faktor alih fungsi lahan, maupun analisis alih fungsi lahan di berbagai wilayah DAS Citrarum (Ridwan dkk., 2017; Siswanto, S.Y., & Frances, F, 2019; Rahman, 2022; Rani *et al.*, 2022). Analisis alih fungsi lahan, analisis faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan, dan analisis kesesuaian penggunaan lahan merupakan rangkaian penelitian yang belum pernah dilakukan di wilayah Sub-DAS Cihaur dan Ciminyak. Oleh sebab itu, pemilihan wilayah penelitian yang relatif lebih kecil diharapkan dapat menghasilkan analisis yang lebih fokus dan lebih detail.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka dapat dihasilkan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pola perubahan penggunaan lahan yang paling intensif dan berapa persentase dari masing-masing perubahan penggunaan lahan, dengan menggunakan LCM di wilayah Sub-DAS Cihaur dan Ciminyak?
2. Apa saja faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan di wilayah Sub-DAS Cihaur dan Ciminyak ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Mengetahui pola perubahan penggunaan lahan yang paling intensif dan persentase dari masing-masing perubahan penggunaan lahan, dengan menggunakan LCM di wilayah Sub-DAS Cihaur dan Ciminyak
2. Mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan di wilayah Sub-DAS Cihaur dan Ciminyak.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menambah wawasan keilmuan bagi pengembangan Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan khususnya bidang Evaluasi Lahan maupun Konservasi dan Fisika Tanah. Mampu memberikan informasi pemodelan mengenai prediksi perubahan penggunaan lahan di masa yang akan datang serta menjadi bahan pertimbangan dalam pelaksanaan dan pengembangan Daerah Aliran Sungai (DAS) pada Sub-DAS Cihaur dan Ciminyak.

1.5. Kerangka Pemikiran

Alih fungsi lahan (konversi lahan) adalah perubahan fungsi sebagian atau seluruh kawasan lahan dari penggunaan semula menjadi penggunaan lain yang sifatnya sementara atau permanen. Alih fungsi lahan ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah penduduk yang mengakibatkan pemenuhan kebutuhan semakin meningkat dan tuntutan akan mutu kehidupan yang lebih baik (Fitrianingsih, 2017). Indikator parameter alih fungsi lahan dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor manusia dan faktor alami, seperti: tanah, air, iklim, *landform*, dan kemiringan lahan (Asteriana, 2020).

Pemantauan perubahan penggunaan lahan memerlukan informasi dan kajian secara tidak langsung yang dapat dilakukan dengan penggunaan suatu model. Model adalah representasi dari pendekatan sistem yang disederhanakan pada kenyataan untuk mengetahui dinamika permasalahan seperti penggunaan lahan. Model perubahan penggunaan lahan dirancang dengan pendekatan *top-down* berdasarkan kondisi daerah penelitian dengan pemanfaatan data penginderaan jauh dan pendekatan *bottom-up* berdasarkan pelaku yang menjadi objek terjadinya perubahan (Pimenta, 2008).

Land Change Modeler (LCM) mampu mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan pada berbagai kelas selama transisi dengan menggunakan variabel sebagai *driver variable* pada saat perubahan terjadi. Melalui analisis model, variabel dapat ditambahkan

untuk menentukan perubahan penggunaan lahan sebagai variabel dinamis dan statis. Variabel yang memerlukan rekomputasi luas lahan dari waktu ke waktu selama masa prediksi dan bergantung pada waktu, seperti jalan dan pemukiman disebut dengan variabel dinamis, sedangkan variabel yang tidak mengalami perubahan dari waktu ke waktu, seperti kemiringan lahan dan elevasi disebut variabel statis (Mishra *et al.*, 2014).

Tahapan utama dalam menganalisis model perubahan penggunaan lahan menggunakan *Land Change Modeler* (LCM) yaitu *change analysis*, *transition potential*, dan *change prediction*. Tahapan pertama yaitu *change analysis* menggunakan dua peta penggunaan lahan yang berfungsi sebagai analisis kuantitatif terhadap perubahan penggunaan lahan dengan tujuan memperoleh grafik kelas penggunaan lahan dan kelas perubahan lahan yang dihasilkan pada model sebagai fungsi *dependent variable*. Tahapan kedua yaitu *transition potential*, proses yang dilakukan adalah mengolah hasil tahapan pertama (*change analysis*) menggunakan pendekatan *Logistic Regression*, *Multi Layer Perceptron* (MLP) atau *Artificial Neural Network* (ANN) yang menghasilkan *independent variable* sebagai transisi penggunaan lahan. Tahapan ketiga yaitu *change prediction* merupakan tahapan akhir LCM yang menghasilkan prediksi penggunaan lahan berupa matriks peluang perubahan berdasarkan perubahan lahan sebelumnya menggunakan pendekatan *Markov Chain* (Eastman & Toledano, 2018).

Driver variable yang dapat digunakan dalam analisis perubahan penggunaan lahan yaitu elevasi, kemiringan lahan, kepadatan penduduk, jarak dari pemukiman, dan jarak dari jalan raya (Reddy *et al.*, 2017). Faktor-faktor dari variabel perubahan penggunaan lahan dapat diidentifikasi dalam bentuk peta kemiringan lahan, peta elevasi, peta jarak dari pusat pemukiman, peta jarak dari jalan sebagai asumsi faktor aksesibilitas, dan peta sebaran kepadatan penduduk. Tingkat pengaruh sebelum digunakan dalam variabel prediksi perubahan penggunaan lahan dapat dilakukan dengan uji *Cramer's V*, jika variabel memiliki keterkaitan dalam mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan maka akan bernilai di atas 0,1 yang artinya variabel dapat digunakan dalam model (Murtadho dkk., 2018).

Menurut Hapsary dkk. (2021) pada tahap *Celular Automata Simulation* yang merupakan tahap pembuatan model *landuse* untuk tahun prediksi dilakukan dengan menjumlahkan tahun awal dengan rentang tahun yang digunakan saat penelitian. Dalam penelitian ini, 2017 menjadi tahun awal, 2020 menjadi tahun akhir, sehingga rentang

tahunnya adalah 3 tahun. Oleh karena itu, tahun prediksi yang dihasilkan adalah tahun 2023, dengan iterasi sebanyak 1 kali. Tahun prediksi yang akan dilakukan pada penelitian yaitu tahun 2026 dengan jumlah iterasi sebanyak 2 kali (Hapsary dkk., 2021). Prediksi perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan *Markov Chain* mengasumsikan bahwa laju perubahan tetap konstan dari waktu ke waktu (bukan kuantitas perubahan). Menurut Eastman (2014) hasil perhitungan peta prediksi adalah menghitung rentang tahun (x) dari 2 penggunaan lahan yang dijadikan sebagai peta histori. Apabila tahun yang diproyeksikan memiliki kelipatan ganjil, maka prediksi baru dihitung dari rentang tahun awal. Dalam penelitian ini, 2017 sampai dengan 2020 memiliki rentang 3 tahun, maka diperoleh peta prediksi untuk tahun 2023 adalah (x.1) artinya $(2020 + (3 \times 1)) = 2023$, untuk prediksi tahun 2026 adalah (x.2) artinya $(2023 + (3 \times 2)) = 2026$, dan seterusnya (Eastman & Toledano, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Nofrizal dkk. (2019) prediksi perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kota Solok pada tahun 2030 meliputi hutan sebesar 38,42% (2.339 ha), kebun campuran 22,83% (1.390 ha), sawah 15,68% (955 ha), lahan terbangun 14,25% (868 ha), semak belukar 8,08% (492 ha), dan tanah terbuka seluas 0,7% (43 ha). Prediksi perubahan penggunaan lahan didapatkan dari nilai kekuatan *driving factor* yaitu kedekatan terhadap jalan, pusat pelayanan pemerintah dan pendidikan, pasar, dan nilai DEM (*Digital Elevation Model*) (Nofrizal & Purwaningsih, 2019). Oleh karena itu, pengaplikasian model dapat diterapkan untuk memprediksi penggunaan lahan pada waktu yang akan datang.

Berdasarkan hasil penelitian Rahman (2022) alih fungsi lahan yang terjadi di kawasan DAS Citarum Hulu dengan menggunakan model LCM menunjukkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi terjadinya perubahan penggunaan lahan adalah elevasi dan kemiringan lahan. Hal ini disebabkan karena kondisi geomorfologi wilayah DAS Citarum Hulu memiliki elevasi dan lereng yang landai sampai curam. Selain itu, wilayah pegunungan dengan berbagai kemiringan lahan membatasi berbagai jenis pemanfaatan lahan yang terjadi, sehingga kondisi tersebut menjadi salah satu faktor antropogenik. Pada elevasi 1.000-1.500 m dpl alih fungsi lahan banyak terjadi pada lahan pertanian menjadi kawasan pemukiman. Sedangkan pada elevasi >1.500 m dpl alih fungsi lahan banyak didominasi oleh kawasan hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan.

Pada tahun 2012-2015 lahan sawah dan hutan mengalami penurunan penggunaan lahan masing-masing sebesar 8.754,12 ha dan 3.225,96 ha. Sedangkan pertanian lahan

kering dan lahan terbangun mengalami penambahan penggunaan lahan masing-masing sebesar 3.546,90 ha dan 4.595,85 ha. Pada tahun 2029 model LCM memprediksi kesesuaian lahan yaitu sebesar 36,36% lahan tidak sesuai, 16,71% lahan belum sesuai, dan 46,93% lahan sesuai. Sehingga dengan adanya informasi prediksi alih fungsi lahan tersebut dapat menjadi acuan dalam program revitalisasi DAS Citarum (Rahman, 2022).

Kesesuaian lahan untuk jenis penggunaan lahan pada suatu lokasi tertentu erat kaitannya dengan perubahan pola penggunaan lahan yang terjadi (Ariqint, 2013). Penelitian yang akan dilakukan menggunakan sebuah pendekatan tren dengan menggunakan jenis penggunaan lahan yang dinamis dan dominan. Secara dinamis yaitu bersifat dinamik dalam waktu sehingga dapat memprediksi kondisi penggunaan lahan pada waktu yang akan datang dan mampu memberikan informasi parameter yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan dari waktu ke waktu. Secara dominan yaitu penggunaan lahan tersebut memiliki peran yang dominan terhadap kegiatan yang terdapat di wilayah penelitian (Arifah, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Gharbia *et al.* (2016), pola pertumbuhan urban historis di Sungai Shannon dipengaruhi oleh jarak dari jalan, jarak dari pusat distrik, kemiringan lahan, kepadatan penduduk, serta lingkungan menjadi faktor dalam proses pertumbuhan perkotaan dan alih fungsi lahan yang terjadi. Variabel sosial-ekonomi dan variabel alam telah terbukti mampu memprediksi perubahan penggunaan lahan di masa depan untuk interval waktu 2020, 2050, dan 2080 (Gharbia *et al.*, 2016).

1.6. Hipotesis

Berdasarkan hasil uraian pengembangan kerangka pemikiran di atas, maka diperoleh hipotesis sebagai berikut.

1. Terdapat pola perubahan penggunaan lahan yang paling intensif dan persentase dari masing-masing perubahan penggunaan lahan, dengan menggunakan LCM di wilayah Sub-DAS Cihaur dan Ciminyak berupa pengurangan luas wilayah hutan dan sawah serta penambahan luas wilayah lahan terbangun dan pertanian lahan kering.
2. Faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan penggunaan lahan di wilayah Sub-DAS Cihaur dan Ciminyak adalah kondisi biofisik yaitu elevasi dan kemiringan lereng.