

Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indonesia

2012

Ketut Wikantika & Nissa Fajri



Pusat Penginderaan Jauh
Institut Teknologi Bandung

ISBN 978-602-19911-2-1

Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indonesia 2012

Diterbitkan di Bandung oleh Pusat Penginderaan Jauh,
Institut Teknologi Bandung
Gedung Labtek IX-C, lt. 3
Jl. Ganesha No. 10, Bandung 40132
<http://crs.itb.ac.id>
email: office@crs.itb.ac.id

Editor : Ketut Wikantika, Lissa Fajri Yayusman
Desain sampul : Achmad Ramadhani Wasil

Cetakan Pertama : April 2013

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang mengutip atau memperbanyak
sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa seizin penerbit

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).



Analisis Ekologi Bentanglahan dalam Telaah Potensi Air Permukaan Berbasis Data Spasial

Ika Puspita Sari, Boedi Tjahjono, Komarsa Gandasasmita,
Bambang H. Trisasongko

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor.

Jalan Meranti, Bogor 16680.

Email: ikapuspitasari18@gmail.com

Abstrak

Indonesia diprediksi akan mengalami krisis air pada tahun 2025 dalam *World Water Forum II* di Den Haag pada bulan Maret 2000, yang disebabkan oleh kelemahan dalam pengelolaan air. Kajian tentang air dan pemanfaatannya sangat terkait dengan bentuk dan karakteristik fisik suatu wilayah. Faktor topografi mempunyai peranan penting dalam menentukan pola spasial terhadap areal-areal jenuh air. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui pola sebaran spasial zona kejenuhan air permukaan adalah *Topographic Wetness Index* (TWI). Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimadur merupakan salah satu DAS utama di Kabupaten Lebak, Banten yang turut berkontribusi dalam kejadian-kejadian banjir. Kajian mengenai TWI di DAS Cimadur menjadi cukup penting karena dapat menunjukkan sebaran titik-titik dugaan konsentrasi air yang dapat digunakan untuk menentukan daerah-daerah yang berpotensi tergenang atau daerah-daerah yang berpotensi untuk menyimpan air di DAS tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengidentifikasi jenis-jenis bentuk lahan, penggunaan lahan, dan kemiringan lereng dengan menggunakan data penginderaan jauh (citra Google Earth, citra ALOS AVNIR-2, dan citra SRTM), (2) Melakukan analisis *Topographic Wetness Index* (TWI) untuk mengetahui pola sebaran spasial zona kejenuhan air permukaan, dan (3) Melakukan analisis ekologi bentanglahan (bentuklahan, penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan kelas TWI) dengan bentuklahan sebagai unit analisis untuk penentuan daerah yang potensial menyimpan air.

Hasil analisis ekologi bentanglahan menunjukkan bahwa DAS Cimadur didominasi oleh bentuklahan pegunungan denudasional vulkanik Tersier (DV1 dan DV2) seluas 10.046 Ha, penggunaan lahan kebun campuran seluas 8.952 Ha, kemiringan lereng 15-30% (curam) seluas 8.534 Ha, dan kelas TWI sedang (= kelas 2) seluas 20.987 Ha. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi ekologi daerah penelitian masih dalam ambang batas aman terkait dengan potensi menyimpan air, namun cukup rentan terhadap perubahan iklim atau penutupan/penggunaan lahan, karena dinamika aliran air di daerah penelitian cukup tinggi sehingga pada saat musim hujan air mudah untuk diloloskan namun pada saat musim kemarau akan berpotensi untuk mengalami kekeringan.



Kata kunci: Banten, Bentuklahan, Cimadur, Daerah Aliran Sungai, Ekologi Bentanglahan, *Topographic Wetness Index*.

Abstract

Indonesia was predicted would have water crisis in 2025 in the World Water Forum II in the Hague in March 2000. Most of the cause has been by the weaknesses in water management. Study of water and its high demand has been associated with shapes and physical characteristics of an area. Topographic factors play an important role in determining spatial pattern water resources. In this research, *Topographic Wetness Index (TWI)* is implemented to determine spatial pattern of surface water saturation zone. Cimadur watershed was selected as one of main watersheds in Lebak, Banten which has been contributing on flood hazard. Study on *TWI* in Cimadur watershed has become important because it could show distribution points containing concentration of water and therefore useful for determining potential inundation as well as areas potentially storing water in the watershed.

This research aims to: (1) Identify types of landform, land use, and slopes using remote sensing data (Google Earth imagery, ALOS AVNIR-2 imagery, and SRTM imagery), (2) Conduct analysis of *TWI* to obtain the distribution of spatial pattern of surface water saturation zones, and (3) Conduct an analysis of the landscape ecology (landform, land use, slope, and grade *TWI*) using landform as unit of analysis for determination of potential water storage.

Landscape ecological analysis shows that Cimadur watershed is dominated by Tertiary denudational volcanic landforms (DVI and DV2), which covers 10.046 Ha, mixed-use garden covers 8.952 Ha, the slope of 15-30% (steep) covers 8.534 Ha, and middle *TWI* class (= grade 2) covers 20.987 Ha. It shows that ecological conditions in test site are still at safe water saving, however, the area is fairly vulnerable to climate change or land cover/land use change. These are due to dynamics of water flow in the area during rainy and dry seasons.

Keywords: Banten, Cimadur, Landform, Landscape Ecology, *Topographic Wetness Index*, Watershed.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumberdaya alam yang sangat penting dan mutlak diperlukan bagi kehidupan manusia di muka bumi. Tingkat pemanfaatan sumberdaya air dari waktu ke waktu mengalami peningkatan, seiring dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya.

Indonesia diprediksi akan mengalami krisis air pada tahun 2025 dalam *World Water Forum II* di Den Haag pada bulan Maret 2000, yang disebabkan oleh kelemahan dalam pengelolaan air (Sosiawan dan Subagyono, 2007). Pemanfaatan air secara nasional telah mencapai sekitar 80 miliar m³/tahun,



dimana pemanfaatan tertinggi berada di Jawa dan Bali, yaitu sekitar 60% (Suara Pembaruan, 2006). Tingkat pemanfaatan air yang tinggi ini tidak diimbangi dengan pengelolaan air yang baik, sehingga menyebabkan meningkatnya potensi kekurangan air, terutama air bersih. Hal ini diperburuk dengan pencemaran air permukaan oleh kegiatan industri dan pertanian di berbagai wilayah.

Kajian tentang air dan pemanfaatannya sesungguhnya sangat terkait dengan bentuk dan karakteristik fisik suatu wilayah. Menurut Grabs *et al.* (2009), topografi berperan penting dalam menentukan pola spasial area jenuh air. Pola ini dapat menjadi kunci untuk memahami proses-proses hidrologi yang terjadi dalam sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS). Namun demikian, kajian proses hidrologi yang terkait dengan topografi masih belum banyak dilakukan.

Data turunan yang umum digunakan untuk memahami proses hidrologi yang terkait dengan topografi adalah kemiringan dan aspek lereng. *Topographic Wetness Index* (TWI) merupakan salah satu data turunan yang dihasilkan dari data ketinggian yang relatif permanen (*steady state*) dengan menggunakan fungsi akumulasi aliran dan kelerengan. Dengan demikian TWI bermanfaat untuk menilai kondisi kebasahan suatu lahan di dalam suatu DAS dengan asumsi bahwa tinggi muka air tanah mengikuti gradien permukaannya.

Kabupaten Lebak merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Banten yang banyak mengalami bencana banjir di antara kabupaten-kabupaten lain, seperti Pandeglang, Serang, Cilegon, dan Tangerang. DAS Cimadur merupakan salah satu DAS utama di Kabupaten Lebak yang turut berkontribusi terhadap kejadian-kejadian banjir. DAS merupakan suatu sistem hidrologis, sehingga kejadian-kejadian banjir atau permasalahan hidrologis lainnya dapat ditelaah melalui analisis bentanglahan dan kondisi ekologis yang terjadi secara aktual di dalam DAS. Dalam kaitannya dengan analisis ekologi bentanglahan (*landscape ecology*), telaah TWI dapat dimanfaatkan untuk identifikasi terhadap titik-titik dugaan konsentrasi air yang dapat digunakan untuk menentukan wilayah-wilayah yang berpotensi tergenang atau berpotensi untuk menyimpan air di dalam DAS tersebut. Berkaitan dengan itu, maka metode TWI diharapkan dapat memberikan hasil untuk mengetahui pola sebaran spasial zona kejenuhan air permukaan di DAS Cimadur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis bentuklahan, penggunaan lahan, dan kemiringan lereng dengan menggunakan data penginderaan jauh (citra Google Earth, citra ALOS AVNIR-2, dan citra SRTM), menganalisis TWI untuk mengetahui pola sebaran spasial zona kejenuhan air permukaan, serta menganalisis ekologi bentanglahan (bentuklahan, penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan kelas TWI) dengan bentuklahan sebagai unit analisis untuk penentuan daerah yang potensial menyimpan air.



2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian dan Data

DAS Cimadur, Banten merupakan wilayah yang diambil sebagai daerah penelitian. DAS tersebut mengalir dari kompleks Gunung Salak-Halimun ke Saraundera Hindia. DAS tersebut memiliki potensi banjir bandang yang cukup besar, namun sangat jarang diteliti oleh masyarakat ilmiah.

Data yang digunakan adalah data spasial berupa kontur dan jaringan sungai yang diperoleh dari peta digital RBI (Rupa Bumi Indonesia) digital skala 1:25.000, peta geologi digital skala 1:100.000, citra Google Earth tahun 2011, citra ALOS AVNIR-2 tahun 2009, dan citra SRTM tahun 2000. Adapun peralatan yang digunakan adalah GPS, kamera digital, seperangkat komputer dengan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG).

2.2 Analisis Data Pendahuluan

Pada tahap persiapan dilakukan studi pustaka dan pengumpulan data, baik yang berasal dari penelitian sebelumnya maupun data penunjang untuk memahami metode yang telah berkembang berkaitan dengan penelitian ini.

2.2.1 Pembuatan Peta Batas DAS Cimadur

Peta batas DAS Cimadur dibuat dengan mempertimbangkan garis-garis kontur dan sungai utama serta anak-anak sungainya yang mengalir pada wilayah DAS Cimadur. Melalui pola-pola garis kontur, diperhatikan batas-batas topografi yang terdapat di sekitar sungai utama tersebut. Hal tersebut dilakukan sesuai dengan definisi DAS yang merupakan suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama ke laut atau danau (Asdak, 2010).

Peta batas dari tiap sub-DAS yang ada di dalam DAS Cimadur juga dibuat dengan terlebih dahulu dilakukan klasifikasi terhadap order sungai yang mengalir di DAS tersebut, yaitu dimulai dari order 3, 4, dan seterusnya hingga order terbesar untuk Sungai Cimadur. Klasifikasi order sungai yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada klasifikasi Strahler. Selanjutnya, peta batas sub-DAS yang dihasilkan digunakan untuk analisis hubungan antara order sungai dan kelas TWI.

2.2.2 Pembuatan Peta Penggunaan Lahan DAS Cimadur

Peta penggunaan lahan dibuat dengan melakukan interpretasi visual dan digitasi terhadap citra Google Earth, sedangkan citra ALOS AVNIR-2 berfungsi sebagai citra komposit apabila kenampakan pada citra Google Earth tertutup awan. Hasil klasifikasi yang dilakukan dari digitasi citra tersebut kemudian dicek di lapang agar memberikan ketepatan antara kenampakan yang ada pada citra dan kondisi yang sebenarnya di lapangan.



2.2.3 Pembuatan Peta Bentuklahan DAS Cimadur

Peta bentuklahan (*landform*) DAS Cimadur dibuat melalui interpretasi secara visual pada citra (SRTM) dimana perangkat lunak SIG digunakan untuk menampilkan citra secara 3 dimensi, sehingga morfologi permukaan bumi dapat terlihat dengan jelas agar interpretasi bentuklahan bisa lebih mudah. Sebelum memulai identifikasi bentuklahan, hal yang harus diperhatikan adalah melihat keadaan di sekitar wilayah penelitian, baik dari aspek morfologi, morfogenesis, morfokronologi, maupun litologinya. Kondisi morfologi wilayah penelitian yang tampak pada citra, kemudian didelineasi sesuai dengan bentuk morfologi termasuk kerapatan kontur, serta kondisi geologi yang menyusun wilayah penelitian. Klasifikasi umum bentuklahan ditentukan berdasarkan kriteria geomorfologi yang dikemukakan oleh van Zuidam (1985).

2.2.4 Pembuatan Peta Kemiringan Lereng DAS Cimadur

Peta kemiringan lereng DAS Cimadur dibuat berdasarkan peta kontur digital RBI skala 1:25.000 yang dikonversi ke TIN (*Triangulated Irregular Network*). TIN adalah struktur data vektor tiga dimensi yang mempresentasikan permukaan bumi dengan membangun jejaring segitiga. Selanjutnya, data TIN dikonversi ke data raster. Data yang dihasilkan dari proses ini adalah data elevasi digital dalam format raster yang berisi sel-sel dengan ukuran tertentu dimana setiap nilai sel menunjukkan angka ketinggian. Setelah itu, dilakukan konversi dari data ketinggian menjadi data kemiringan lereng yang ada pada menu *3D Analyst*. Data yang dihasilkan dari proses ini adalah data dalam format raster yang belum diklasifikasi. Peta kemiringan lereng biasanya dinyatakan dalam interval kelas, sehingga langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi kelas lereng.

2.3 Tahap Pengecekan Lapang

Tahap pengecekan lapang dilakukan 2 kali, yakni di bulan Februari dan Juli tahun 2011. Pada tahap ini dilakukan pengambilan beberapa lokasi piksel/titik (x,y) untuk menentukan daerah kajian penelitian dengan menggunakan perangkat GPS. Pengamatan lapang difokuskan pada observasi terhadap jenis-jenis bentuklahan dan obyek-obyek di atasnya, yakni penggunaan lahan dan lereng.

2.4 Analisis Data Lanjutan

2.4.1 Analisis *Topographic Wetness Index* (TWI) DAS Cimadur

Analisis TWI dibuat dengan menggunakan perangkat lunak ArcView 3.3 dengan *tools* tambahan *Terrain Analysis*. Data dasar untuk analisis TWI adalah Peta kontur digital RBI skala 1:25.000. Peta ini kemudian dipotong dengan peta batas DAS Cimadur dan diubah menjadi titik-titik ketinggian untuk selanjutnya dilakukan interpolasi. Interpolasi merupakan proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak diukur, sehingga dapat dihasilkan sebaran nilai pada seluruh wilayah. Dalam penelitian ini digunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metode IDW merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah bahwa



nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linier sesuai dengan jaraknya terhadap data sampel. Dalam proses ini data yang dihasilkan merupakan data baru dalam bentuk grid (raster), sehingga data ini dapat digunakan untuk analisis TWI.

Data dalam bentuk grid ini menghasilkan 9 data TWI yang bersifat kontinu (*continuous*). Selanjutnya, data TWI direklasifikasi menjadi 3 kelas dengan interval nilai 5 untuk masing-masing kelas, yakni kelas TWI rendah (= kelas 1) dengan selang kelas nilai <5, kelas TWI sedang (= kelas 2) dengan selang kelas nilai 5-10, dan kelas TWI tinggi (= kelas 3) dengan selang kelas nilai >10. Sistem pengkelasan ini dilakukan secara *arbitrer* tanpa referensi awal mengingat terbatasnya acuan baku yang dapat digunakan. Pengkelasan ini digunakan untuk memudahkan mengetahui titik-titik dugaan konsentrasi air. Langkah selanjutnya adalah dengan melakukan delineasi masing-masing kelas TWI yang sudah diklasifikasi agar keluaran akhir yang dihasilkan berbentuk data vektor.

2.4.2 Analisis Ekologi Bentanglahan DAS Cimadur

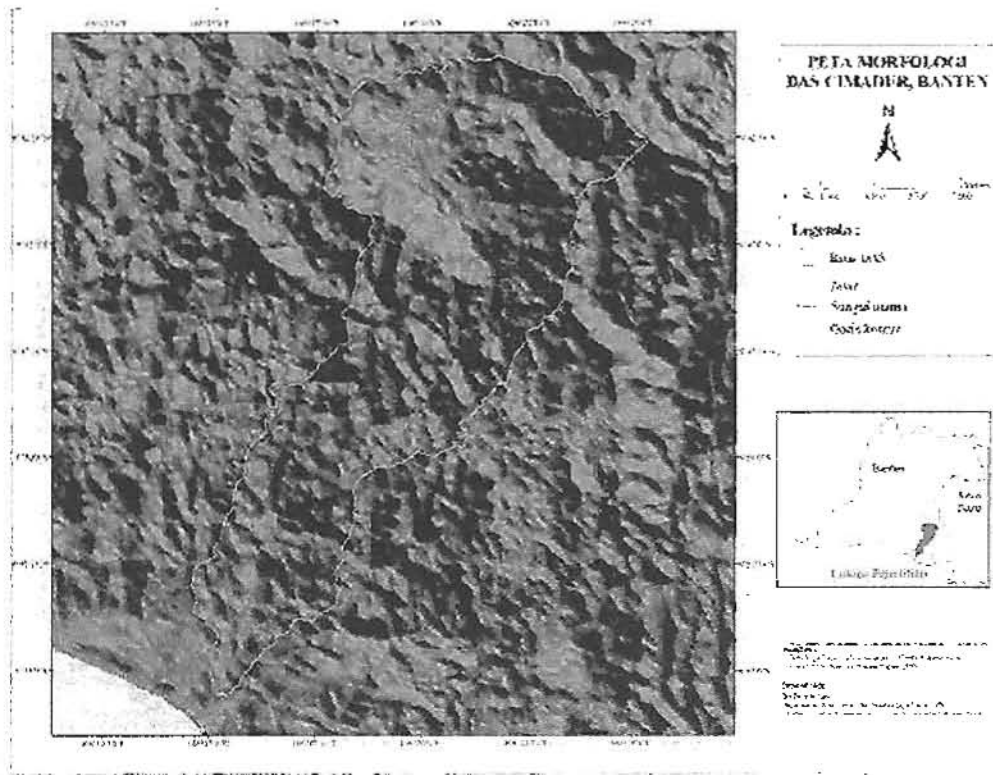
Analisis ekologi bentanglahan dimulai dengan melihat hubungan antara komponen-komponen bentanglahan, seperti penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan kelas TWI yang kemudian dianalisis berdasarkan bentuklahan sebagai unit analisisnya untuk menentukan daerah yang berpotensi menyimpan air. Analisis dilakukan dengan metode tumpangtindih (*overlay*) dengan perangkat lunak SIG.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

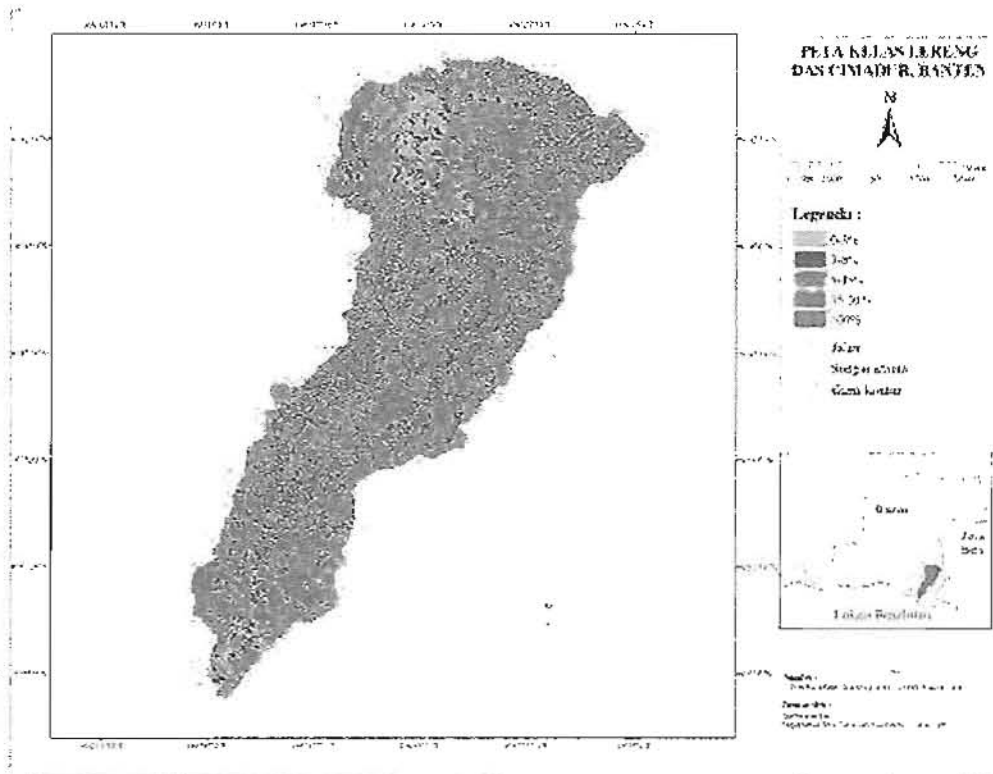
3.1 Analisis Geomorfologi

Kondisi geomorfologi daerah penelitian berkaitan erat dengan sejarah geologi yang berkembang di wilayah tersebut, dimana proses-proses geomorfologis endogen dan eksogen seperti proses-proses tektonik, vulkanisme, dan denudasional mendominasi kenampakan geomorfologi di daerah penelitian. Hal ini dapat merujuk pada jenis batuan yang menyusun daerah penelitian dan kenampakan morfologi yang ada secara aktual.

Dalam analisis morfologi terdapat dua aspek, yakni aspek morfografi dan morfometri. Morfografi merupakan aspek deskriptif dari suatu bentuklahan yang ada di permukaan bumi, sedangkan morfometri merupakan aspek kuantitatif dari suatu bentuklahan, seperti kemiringan lereng. Morfografi daerah penelitian terdiri atas dataran, perbukitan, pegunungan, tebing, dan lembah sungai seperti tersaji pada citra SRTM (Gambar 1.a), sedangkan gambaran morfometrinya disajikan dalam bentuk peta kemiringan lereng (Gambar 1.b).



(a)



(b)

Gambar 1. Citra SRTM (resolusi 90 m) (a), Peta Kemiringan Lereng (b) di DAS Cimadur



Secara spasial (Gambar 1.a) morfologi dataran di daerah penelitian lebih banyak tersebar di bagian Utara daripada di Selatan DAS, hal ini sangat menarik karena terletak di daerah hulu yang seharusnya lebih banyak mempunyai lereng yang curam. Jika dilihat lebih detail morfologinya, pada daerah ini dijumpai suatu cekungan dengan bentuk melingkar, berdiameter 8000 meter dan dibatasi oleh tebing, tersusun oleh endapan abu dan batuapung. Seperti diketahui bahwa endapan abu-batu apung (*ignimbrite*) merupakan hasil letusan vulkanik tipe Plinian atau letusan besar yang seringkali menghasilkan kaldera seperti kaldera Bromo-Tengger, kaldera Tambora, kaldera Sunda-Tangkuban Perahu dan sebagainya. Kaldera adalah kawah besar berdiameter lebih dari 2000 meter sebagai hasil proses runtuhnya tubuh puncak gunungapi akibat kekosongan dapur magma, sehingga secara morfologis kaldera dibatasi oleh dinding yang terjal berbentuk melingkar. Berdasarkan karakteristik kaldera ini, maka dapat diduga bahwa bentuklahan tebing berbentuk hampir melingkar atau berbentuk huruf "U" ini dapat diinterpretasikan sebagai tebing kaldera dari hasil letusan gunungapi pada zaman Tersier. Hipotesis ini diperkuat oleh adanya endapan abu-batuapung di sekitarnya atau di tengah kaldera yang membentuk morfologi dataran. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kompleks pegunungan di wilayah ini dahulunya merupakan suatu kompleks gunungapi meskipun pada saat sekarang morfologi vulkanik seperti bentuk-bentuk kerucut sudah tidak ditemui lagi akibat adanya proses eksogenik denudasional yang telah berjalan sejak jaman Tersier dan juga terhentinya aktivitas vulkanik di wilayah ini.

Berdasarkan uraian di atas, maka morfologi perbukitan yang terletak di bagian tengah DAS diperkirakan merupakan bagian lereng bawah dari kompleks gunungapi dimaksud, sedangkan perbukitan struktural berbatuan sedimen merupakan batuan dasar (*basement rock*) dari tubuh-tubuh gunungapi yang tumbuh di atasnya pada zaman Tersier tersebut.

Untuk morfologi dataran di bagian Selatan luasannya relatif sangat kecil berupa bentuklahan hasil proses fluvial (deposisi) dan merupakan bentuklahan termuda yang terbentuk pada zaman Kuartar dibandingkan umur morfologi-morfologi lain yang telah disebutkan sebelumnya.

Berdasarkan Gambar 1.b di atas, terlihat bahwa kemiringan lereng 0-3% (datar) dan 3-8% (landai) tersebar di bagian Utara dan sedikit di bagian Selatan DAS, kemiringan lereng 8-15% (agak curam) tersebar juga sedikit di bagian Utara dan Selatan DAS, sedangkan kemiringan lereng 15-30% (curam) tersebar hampir di seluruh wilayah DAS, dan kemiringan lereng >30% (sangat curam) tersebar di bagian tengah dan sedikit di bagian Utara DAS. Melihat persebaran kelas lereng ini dan luasannya (Tabel 1) memastikan bahwa daerah penelitian terletak di daerah atas (*upland areas*) yang berupa perbukitan dan pegunungan, sehingga cukup wajar jika proses denudasi menjadi lebih dominan. Oleh karena itu dari sisi morfogenesis, nama-nama bentuklahan sebagian besar akan berupa bentuklahan denudasional vulkanik dan sebagian yang lain berupa denudasional struktural dan fluvial.



Tabel 1. Luas masing-masing kemiringan lereng di DAS Cimadur

No	Kemiringan Lereng	Keterangan	Luas Area	
			Ha	%
1	0-3%	Datar	1822	8,67
2	3-8%	Landai	3359	15,98
3	8-15%	Agak curam	2640	12,56
4	15-30%	Curam	8534	40,59
5	>30%	Sangat curam	4667	22,20
Luas Total			21022	100

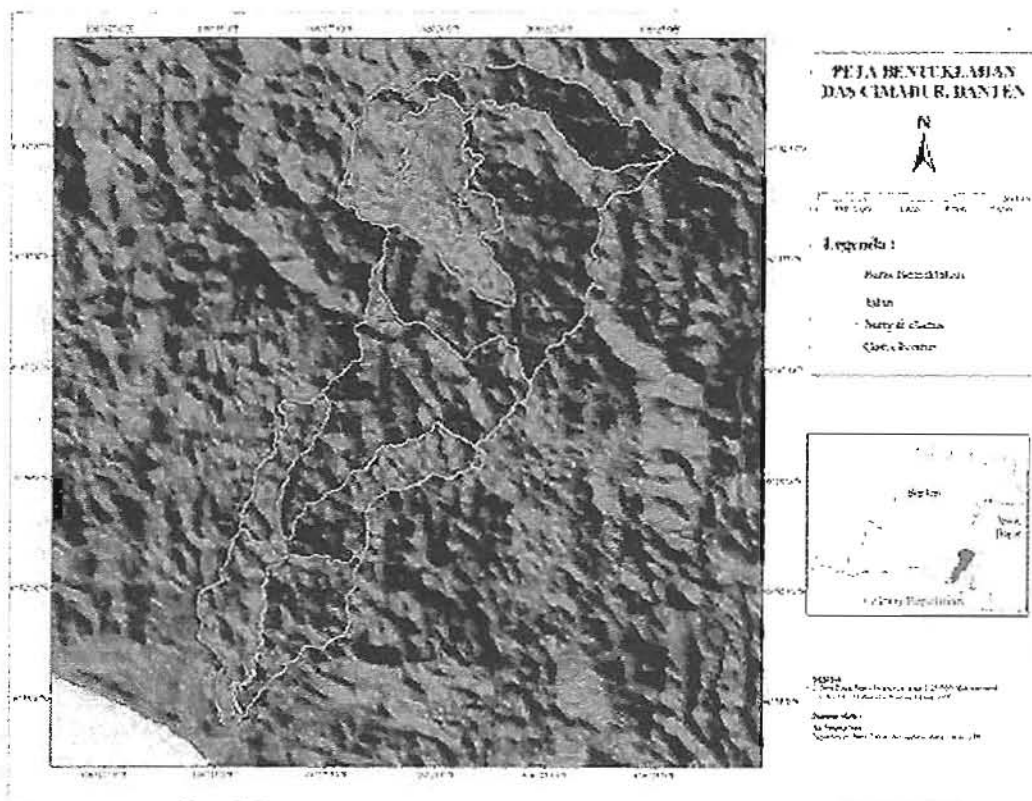
Bentuklahan asal proses denudasional vulkanik tersebar dari bagian tengah ke hulu daerah penelitian, sedangkan bentuklahan asal proses denudasional struktural tersebar di bagian Selatan daerah penelitian, seperti perbukitan lipatan yang telah mengalami erosi lanjut, hal ini dicirikan dengan batuan-batuan yang menyusun bentuklahan tersebut, yang terdiri dari batupasir, konglomerat, batukapur, dan batulempung (Formasi Cimanceuri). Batupasir dan konglomerat umumnya lebih resisten terhadap erosi sehingga menghasilkan bentuklahan igir-igir perbukitan, sedangkan batukapur sebagian berbentuk igir-igir atau bukit namun sebagian yang lain terlarut membentuk lembah/cekungan. Sedangkan batulempung karena lebih lunak maka cenderung membentuk morfologi lembah-lembah. Bentuklahan asal proses fluvial terdapat di bagian Selatan daerah penelitian, memiliki relief datar dengan batuan penyusun utama Aluvium, dan menempati elevasi terendah (0-300 m dpl) sebagai wilayah yang lebih didominasi oleh proses-proses deposisi.

Morfokronologi daerah penelitian di bagian Utara tersusun oleh batuan vulkanik yang terbentuk pada zaman Tersier: Miosen-Pliosen, di bagian tengah disusun oleh batuan vulkanik dan sedimen Tersier lebih tua: Eosen-Miosen, sedangkan di bagian selatan mempunyai batuan penyusun Kuartar: Holosen sebagai hasil proses pengendapan sungai. Dengan demikian, berdasarkan morfokronologinya dapat disimpulkan bahwa secara umum morfokronologi bentuklahan di daerah penelitian mempunyai umur lebih muda ke arah Utara. Jenis batuan induk di daerah penelitian menurut Peta Geologi digital (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung) skala 1:100.000 terdiri dari 11 Formasi, yakni: Formasi Cimapag (Tmc), Tufa Citorek (Tpv), Formasi Cikotok (Tmv), Anggota Batugamping (Tojl), Formasi Cicarucup (Tet), Anggota Batupasir (Toj), Formasi Cimanceuri (Tpm), Limestone Member (Tebm), Anggota Batugamping (Tmtl), Anggota Konglomerat (Teb), dan Aluvial (Qa).

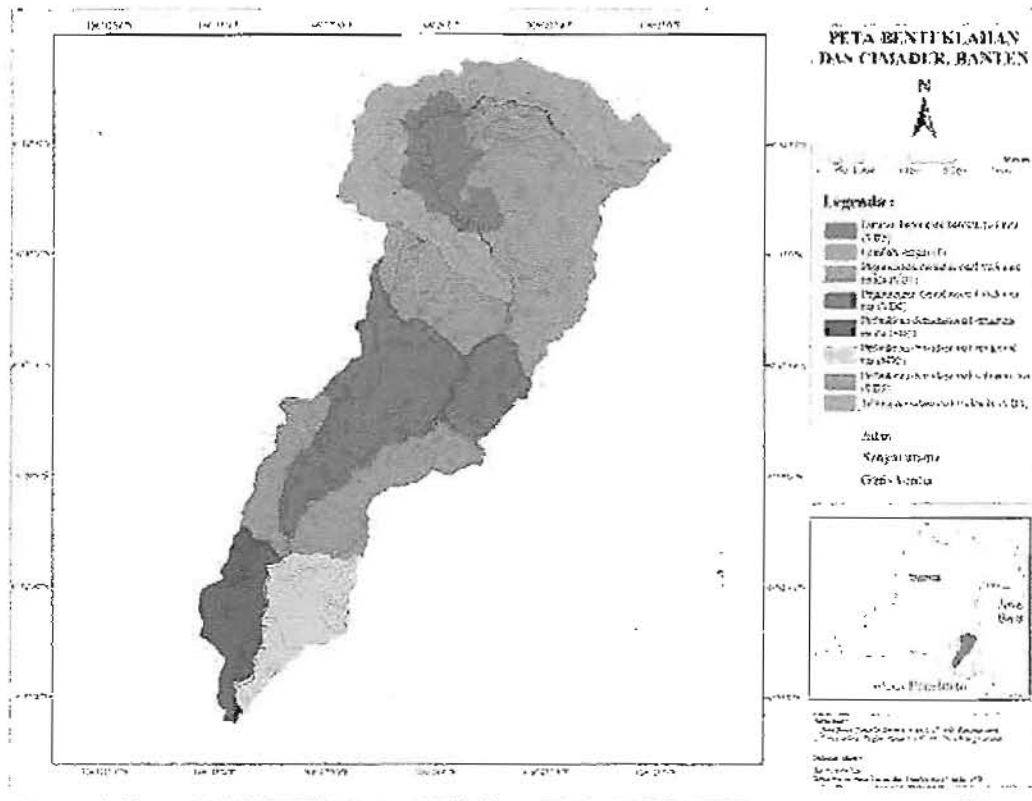


3.2 Identifikasi Bentuklahan

Berdasarkan hasil analisis geomorfologi yang telah dikemukakan di atas dan hasil interpretasi citra, maka bentuklahan-bentuklahan di daerah penelitian dapat diklasifikasikan menjadi 8 macam, yakni: Lembah Sungai (F), Pegunungan denudasional vulkanik Tersier muda (DV1), Pegunungan denudasional vulkanik Tersier tua (DV2), Perbukitan denudasional vulkanik Tersier tua (DV3), Tebing denudasional vulkanik Tersier muda (DV4), Dataran vulkanik bermaterial tufa Tersier muda (DV5), Perbukitan denudasional struktural Tersier muda (DS1), dan Perbukitan denudasional struktural Tersier tua (DS2) seperti yang disajikan pada Gambar 2.a, sedangkan untuk kenampakan bentuklahan di Citra SRTM dapat dilihat pada Gambar 2.b dengan luas dari masing-masing bentuklahan pada Tabel 2.



(a)



(b)

Gambar 2. Gambaran dan interpretasi bentuklahan dari citra SRTM (a), Peta Bentuklahan SRTM (b) di DAS Cimadur

Tabel 2. Luas masing-masing bentuklahan di DAS Cimadur

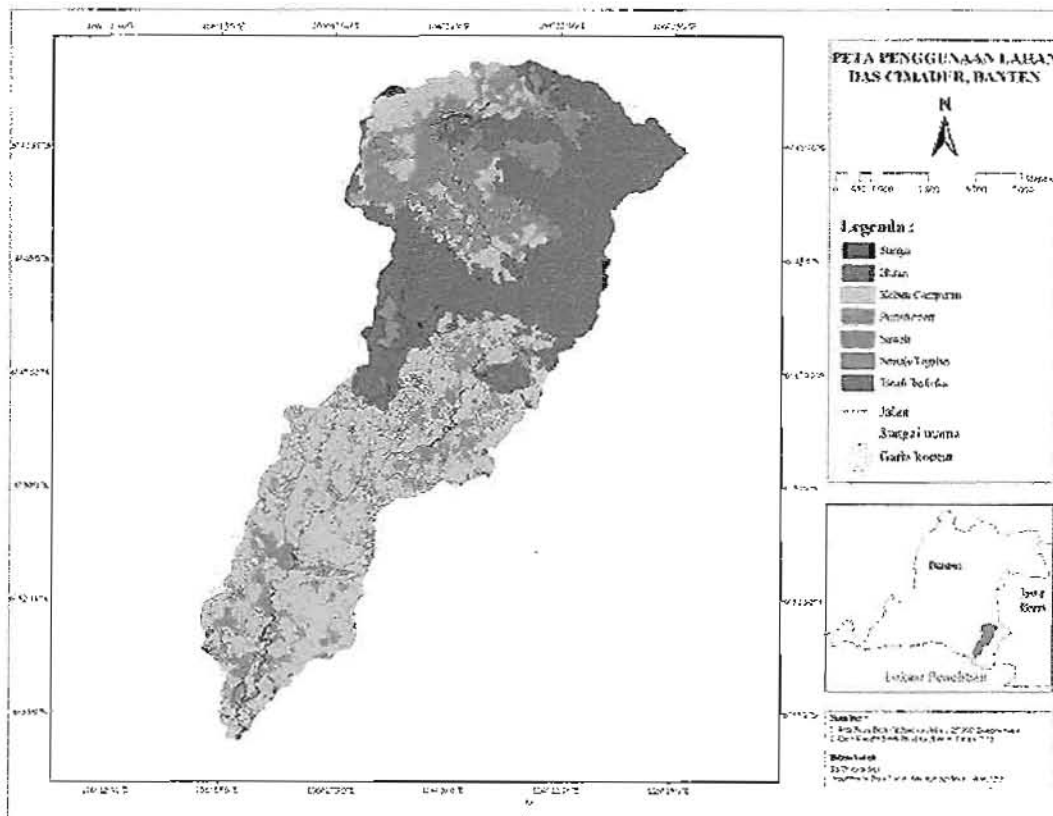
No	Simbol	Bentuklahan	Luas Area	
			Ha	%
1	F	Lembah sungai	61	0,29
2	DV1	Pegunungan denudasional vulkanik Tersier muda	5837	27,76
3	DV2	Pegunungan denudasional vulkanik Tersier tua	4209	20,02
4	DV3	Perbukitan denudasional vulkanik Tersier tua	2641	12,56
5	DV4	Tebing denudasional vulkanik Tersier muda	3941	18,75
6	DV5	Dataran vulkanik bermaterial tufa Tersier muda	1406	6,69
7	DS1	Perbukitan denudasional struktural Tersier muda	1334	6,35
8	DS2	Perbukitan denudasional struktural Tersier tua	1593	7,58
Luas Total			21022	100



Dalam Tabel 2. terlihat bahwa bentuklahan Pegunungan vulkanik denudasional muda (DV1) dan tua (DV2) merupakan bentuklahan yang mempunyai luasan terbesar di daerah penelitian, dengan luasan masing-masing 5.837 Ha dan 4.209 Ha. Hal ini sangat wajar disebabkan daerah penelitian sebelumnya merupakan kawasan kompleks gunungapi. Adapun bentuklahan Lembah sungai (F) merupakan bentuklahan dengan luasan terendah, yakni 61 Ha karena terbentuk setelah proses denudasi berlangsung.

3.3 Identifikasi Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil interpretasi citra GeoEye dari Google Earth dan citra ALOS AVNIR-2, penggunaan lahan di daerah penelitian dapat diklasifikasikan menjadi 6 macam, yakni: sawah, permukiman, semak/tegalan, kebun campuran, hutan, dan tanah terbuka, serta selebihnya adalah sungai. Peta penggunaan lahan yang dihasilkan disajikan pada Gambar 3, sedangkan luasan masing-masing dapat dilihat dalam Tabel 3.



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan di DAS Cimadur



Tabel 3. Luas masing-masing penggunaan lahan di DAS Cimadur

No	Simbol	Penggunaan Lahan	Luas Area	
			Ha	%
1	Su	Sungai	90	0,43
2	H	Hutan	7284	34,65
3	Kc	Kebun campuran	8952	42,58
4	P	Pemukiman	221	1,05
5	Sa	Sawah	3691	17,56
6	Se	Semak/tegalan	744	3,54
7	Tb	Tanah terbuka	40	0,19
Luas Total			21022	100

Berdasarkan Tabel 3. di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan lahan kebun campuran merupakan penggunaan lahan yang paling dominan di DAS Cimadur dengan total luas sebesar 8.952 Ha. Fenomena ini dapat dipahami mengingat penggunaan lahan kebun campuran tidak mempunyai kendala terhadap morfologi, sehingga dapat berkembang pada berbagai bentuklahan dan kemiringan lereng, dan akses jalan yang ada di daerah penelitian memungkinkan manusia untuk mengintervensi lahan. Sebaliknya penggunaan lahan tanah terbuka merupakan penggunaan lahan terkecil atau sebesar 40 Ha, dikarenakan sebagian kawasan DAS Cimadur masuk ke dalam kawasan Taman Nasional yang dilindungi oleh Pemerintah.

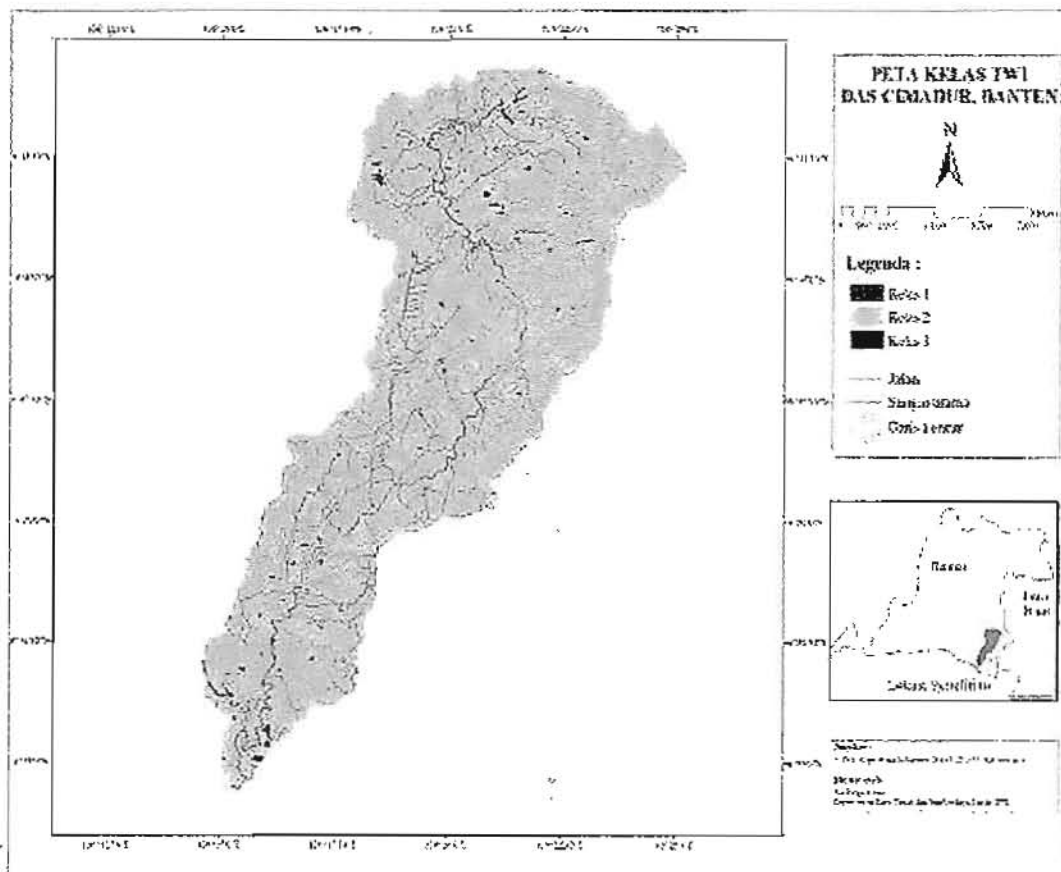
3.4 Analisis TWI

Analisis TWI dalam penelitian ini menghasilkan data TWI yang bersifat kontinu (*continuous*). Selanjutnya, data TWI direklasifikasi menjadi 3 kelas dengan interval nilai 5 untuk masing-masing kelas, yakni kelas 1 atau nilai TWI rendah (<5), kelas 2 atau nilai TWI sedang (antara 5 hingga 10), dan kelas 3 atau nilai TWI tinggi (>10). Sistem pengkelasan ini dilakukan secara *arbitrer* tanpa ada referensi awal. Hal ini disebabkan masih sangat terbatasnya acuan baku yang dapat digunakan untuk reklasifikasi. Adapun reklasifikasi ini sendiri dimaksudkan untuk memudahkan mengetahui titik-titik dugaan yang mempunyai konsentrasi air di permukaan lahan. Dalam hal ini kelas TWI rendah (= kelas 1) menggambarkan suatu wilayah dengan potensi simpanan air yang rendah, sehingga dapat diasumsikan bahwa pada wilayah ini potensi untuk menggenangkan air juga rendah. Sebaliknya kelas TWI tinggi (= kelas 3), menggambarkan suatu wilayah dengan potensi simpanan air yang tinggi, sehingga dapat diasumsikan bahwa wilayah ini memiliki peluang tinggi untuk terjadinya genangan air ditinjau dari variasi topografi lokal. Adapun untuk kelas TWI sedang (= kelas 2) menggambarkan suatu potensi yang berada di antaranya, atau mengindikasikan suatu wilayah dengan potensi genangan air yang sedang

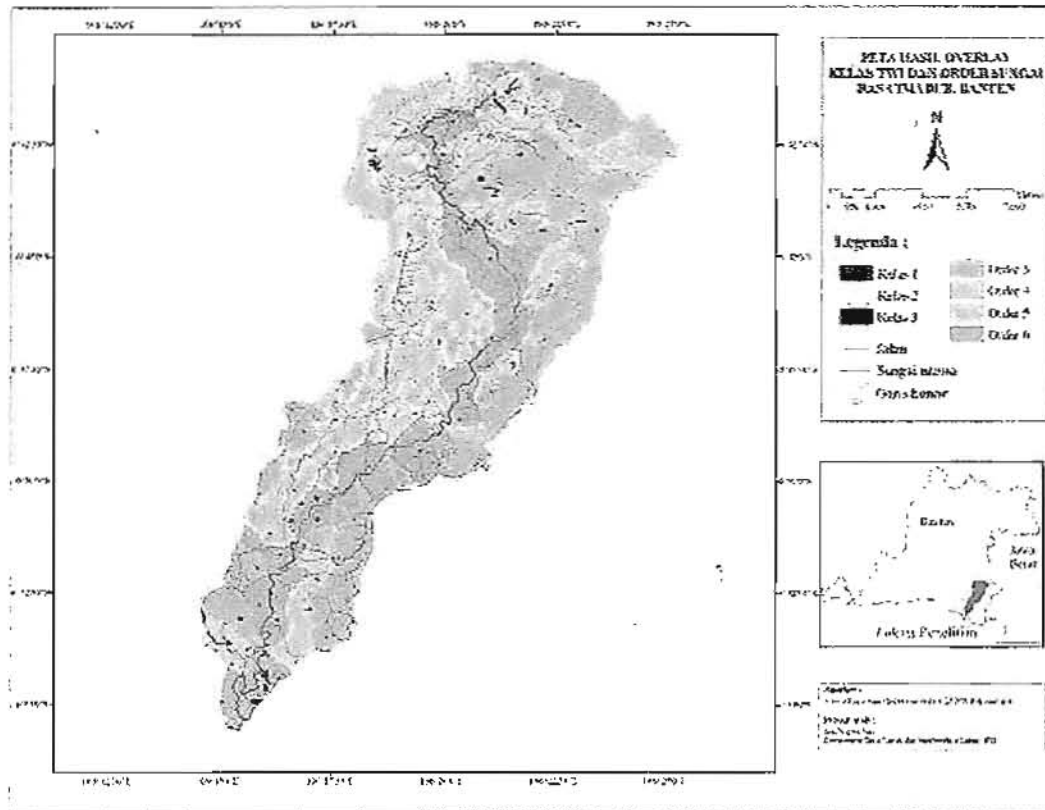


atau dapat diasumsikan memiliki potensi yang masih dapat diharapkan untuk menyimpan air.

Pada Gambar 4.a terlihat bahwa kelas TWI tinggi (= kelas 3) tersebar di bagian Utara dan Selatan DAS meskipun relatif kecil. Hal ini disebabkan pada DAS bagian Utara didominasi oleh bentuklahan Dataran vulkanik bermaterial tufa Tersier muda (DV5) dengan kemiringan lereng dominan 0-3% (datar), sedangkan pada DAS bagian Selatan didominasi oleh bentuklahan Perbukitan denudasional struktural Tersier muda (DS1) dengan kemiringan lereng dominan 8-15% (agak curam). Kelas TWI rendah (= kelas 1) memiliki penyebaran sangat sedikit juga, yakni di DAS bagian tengah, tepatnya pada bentuklahan Pegunungan denudasional vulkanik Tersier muda (DV1) dengan kemiringan lereng dominan 15-30% (curam). Adapun kelas TWI sedang (= kelas 2) merupakan kelas yang paling mendominasi daerah penelitian, terutama di atas bentuklahan Pegunungan denudasional vulkanik Tersier muda (DV1) dengan kemiringan lereng 15-30% (curam).



(a)



(b)

Gambar 4. Peta Kelas TWI (a), Peta Hasil Tumpang-tindih Kelas TWI dan Order Sungai (b) di DAS Cimadur

Mengingat bahwa ketersediaan air sangat erat kaitannya dengan aliran permukaan (sungai), maka keterkaitan kelas TWI perlu dikaji hubungannya dengan order sungai. Dalam tulisan ini klasifikasi order sungai akan mengacu pada metode klasifikasi Strahler. Hasil klasifikasi order sungai DAS Cimadur dengan metode Strahler menunjukkan bahwa order sungai tertinggi dari Sungai Cimadur adalah order 6, sedangkan dalam penelitian ini order 3 ditetapkan sebagai order terendah (untuk penyederhanaan) karena banyaknya order-order yang lebih kecil di dalam DAS Cimadur. Seperti disebutkan di atas, order 6 ditetapkan sebagai order tertinggi, artinya bahwa aliran sungai yang mengalir pada order 6 merupakan aliran sungai terbesar di dalam DAS Cimadur. Dalam Gambar 4.b terlihat bahwa kelas TWI yang paling dominan adalah kelas TWI sedang (= kelas 2) di semua order sungai mulai dari order 3, 4, 5, dan 6. Kelas TWI tinggi (= kelas 3) menyebar di bagian Utara dan Selatan DAS dengan order sungai yang paling dominan adalah order 3. Selanjutnya, untuk kelas TWI rendah (= kelas 1) sedikit sekali penyebarannya, hanya di beberapa titik di bagian tengah DAS yang dapat dijumpai pada order sungai 3 dan 4. Tabel 4 menunjukkan total panjang segmen sungai yang berada dalam kelas TWI dan order sungai yang telah diklasifikasi.



(DVI), penggunaan lahan kebun campuran, dan kemiringan lereng 15-30% (curam) ternyata mempunyai TWI dominan kelas sedang (= kelas 2). Hal ini menyiratkan bahwa wilayah DAS Cimadur yang dicerminkan oleh kondisi bentanglahan saat ini memiliki potensi aman untuk ekologi bentanglahan DAS, meskipun kapasitas untuk menahan/menyimpan airnya berdasarkan karakteristik bentuklahan sesungguhnya rendah dikarenakan bentanglahan tersusun oleh bentuklahan-bentuklahan pegunungan mempunyai kemiringan lereng yang curam, dan bermaterial vulkanik, sehingga pada saat musim hujan air mudah untuk diloloskan dan saat musim kemarau rentan terhadap kekeringan.

4. KESIMPULAN

1. Geomorfologi daerah penelitian didominasi oleh morfologi pegunungan dengan total luas 10.046 Ha atau 47,78% berbatuan vulkanik tua (Tersier). Dengan morfologi ini maka dinamika hidrologi atau pergerakan air (permukaan dan bawah tanah) di daerah penelitian menjadi sangat besar akibat besarnya nilai elevasi bentuklahan, kemiringan lereng, dan gravitasi bumi.
2. Kebun campuran merupakan penggunaan lahan yang paling dominan di daerah penelitian dengan total luas 8.952 Ha atau 42,58% dan persebarannya melintas di seluruh bentuklahan. Fenomena ini mengindikasikan bahwa intervensi manusia terhadap bentuklahan cukup dominan. Sehingga kegiatan manusia di daerah penelitian yang terkait perubahan penggunaan lahan perlu mendapat pengawasan yang baik agar tidak merusak kondisi ekologi yang sudah ada.
3. TWI kelas sedang sangat dominan di daerah penelitian (total luas 20.987 Ha atau 99,83%), dimana persebarannya melintas di berbagai bentuklahan dan berbagai sub-DAS order sungai. Namun demikian wilayah sub-DAS order 3 di daerah penelitian terindikasi berpotensi menyimpan air paling besar sehingga perlu mendapat perhatian/pengelolaan tersendiri agar fungsi sub-DAS lebih optimal dalam menyimpan air dan untuk menjaga ekologi DAS.
4. Ekologi bentanglahan daerah penelitian didominasi oleh bentuklahan Pegunungan denudasional vulkanik Tersier (VD1 dan VD2), penggunaan lahan kebun campuran, kemiringan lereng 15-30% (curam), dan kelas TWI sedang (= kelas 2). Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi ekologi daerah penelitian masih dalam ambang batas aman terkait dengan potensi menyimpan air, namun cukup rentan terhadap perubahan iklim atau penutupan/penggunaan lahan, karena dinamika aliran air di daerah penelitian cukup tinggi sehingga pada saat musim hujan air mudah untuk diloloskan namun pada saat musim kemarau akan berpotensi untuk mengalami kekeringan.



DAFTAR REFERENSI

- Asdak C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Grabs T, Seibert J, Bishop K, Laudon H. 2009. *Modeling spatial patterns of saturated areas: A comparison of the topographic wetness index and a dynamic distributed model*. *Journal of Hydrology* 373, 15-23.
- Sosiawan H, Subagyono K. 2007. *Pembagian Air Secara Proporsional untuk Keberlanjutan Pemanfaatan Air*. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 1, 17-18.
- Suara Pembaruan. 2006. *Benarkah Indonesia krisis air tawar?* tanggal terbit 27 Februari 2006). www.suara.pembaruan.com. [8 Januari 2012].
- Zuidam R A V. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Netherlands: Smith Publisher Hague.

BIOGRAFI PENULIS

Ika Puspita Sari



Ika Puspita Sari, alumnus Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan (DITSL), Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, tahun 2012.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif sebagai asisten praktikum mata kuliah Geomorfologi dan Analisis Lanskap, Sistem Informasi Geografis dan Kartografi, Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra, serta Pengantar Ilmu Tanah.

Bambang H. Trisasongko



Bambang H. Trisasongko merupakan staf pengajar di Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, IPB, sejak tahun 2009. Bidang minat yang ditekuni adalah aplikasi penginderaan jauh aktif untuk pertanian dan lingkungan.

***Boedi Tjahjono***

Boedi Tjahjono menjadi staf pengajar (1989) di Bagian Penginderaan Jauh dan Informasi Spasial, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian-IPB. Menekuni bidang geomorfologi, kebencanaan alam, dan aplikasi penginderaan jauh untuk geomorfologi.

Komarsa Gandasmita

Komarsa Gandasmita merupakan staf pengajar di Bagian Penginderaan Jauh dan Informasi Spasial, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan-IPB, sejak tahun 1976. Bidang minat yang ditekuni penginderaan jauh dan GIS serta permodelan sumberdaya alam.