

## Interpretasi Visual dan Digital untuk Klasifikasi Tutupan Lahan di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat

### (Visual and Digital Interpretations for Land Cover Classification in Kuningan District, West Java)

Dede Kosasih<sup>1\*</sup>, Muhammad Buce Saleh<sup>2</sup>, Lilik Budi Prasetyo<sup>3</sup>

(Diterima Oktober 2018/Disetujui Januari 2019)

#### ABSTRAK

Informasi tutupan lahan diperlukan dalam upaya mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan sumber daya alam berbasis lahan. Satelit penginderaan jauh telah dapat menyediakan informasi dalam jumlah yang lebih besar mengenai distribusi geografis tutupan lahan pada berbagai skala spasial. Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) dapat digunakan untuk berbagai penelitian dan aplikasi, termasuk untuk klasifikasi tutupan lahan. Parameter-parameter yang digunakan untuk identifikasi kelas tutupan lahan dapat diekstraksi dari data citra Landsat 8 OLI. Penelitian ini menjelaskan klasifikasi tutupan lahan di Kabupaten Kuningan menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu interpretasi visual dan digital *maximum likelihood* menggunakan Landsat 8 OLI perekaman pada 5 Agustus 2014. Tujuan penelitian adalah memetakan dan menilai akurasi klasifikasi tutupan lahan pada dua metode yang berbeda. Penilaian akurasi klasifikasi didasarkan pada nilai akurasi total (*overall accuracy*) dan *Kappa* menggunakan matriks kekeliruan (*confusion matrix*). Hasil interpretasi visual menghasilkan 10 kelas tutupan lahan dengan *overall accuracy* 94,02% dan *Kappa* 0,93. Sementara itu, interpretasi digital *maximum likelihood* menghasilkan 10 kelas tutupan lahan dengan *overall accuracy* 93,17% dan nilai *Kappa* 0,92.

Kata kunci: akurasi, interpretasi digital, interpretasi visual, Landsat 8 OLI, tutupan lahan

#### ABSTRACT

Land cover information are needed to support decision making process on natural resource management. Remote sensing has been provideingr a huge distribution of geographical land cover information on various spatial scales. Landsat 8 OLI can be used on various applications and researches, including on land cover classification. Parameters used on land cover identification can be extracted from Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*). The research tried to explore land cover classification in Kuningan District by using two different classification methods, visual and digital maximum likelihood using Landsat 8 OLI acquired on August 5<sup>th</sup>2014. The main objectives of the research were to develop land cover map and assess the result accuracy on both different methods used. Confusion matrix using Overall accuracy and Kappa value was used as a reference on defining the accuracy. As a result, visual interpretation identified 10 land cover classes with Overall accuracy of 94.02% and Kappa value of 0.93. While digital maximum likelihood identified 10 land cover classes with Overall accuracy of 93.17% and Kappa value of 0.92.

Keywords: accuracy, digital interpretation, land cover, Landsat 8 OLI, visual interpretation

#### PENDAHULUAN

Sumber daya lahan sebagai media bagi setiap aktivitas kehidupan manusia telah mengalami peningkatan pemanfaatan sebagai akibat perkembangan penduduk dan perekonomian. Perkembangan perekonomian daerah dalam berbagai skala dan pola berlangsung dalam ruang lahan dan menggunakan sumber daya alam sebagai faktor produksi. Bentang alam Kabupaten Kuningan sebagian besar merupakan perbukitan dan pegunungan dengan puncak tertinggi

pada Gunung Ciremai dengan ketinggian 3.078 mdpl. Hanya sebagian kecil dari wilayah Kabupaten Kuningan yang merupakan dataran yang terkonsentrasi di bagian Tengah dan Timur yang terhubung dengan wilayah Kabupaten Cirebon dan Brebes. Kondisi geomorfologi dan lingkungan tersebut menempatkan Kabupaten Kuningan dalam posisi unik dari sisi perannya dalam pembangunan wilayah, tidak hanya sebagai penyokong tumbuh kembangnya perekonomian lokal tetapi juga di wilayah sekitarnya, sekaligus menjadi daerah sistem penyangga kehidupan di wilayah tersebut. Kondisi dan karakteristik alam yang khas juga telah memberi pembatas pada Kabupaten Kuningan dalam membangun daerahnya. Disisi lain, kondisi sumber daya alam Kabupaten Kuningan sangat dipengaruhi oleh perkembangan perekonomian daerah. Hal ini terjadi karena sumber daya alam merupakan media sekaligus masukan bagi pertumbuhan dan perkembangan perekonomian

<sup>1</sup> Sekolah Pascasarjana, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

<sup>2</sup> Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

<sup>3</sup> Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

\* Penulis Korespondensi: Email: dede.kosasih@uniku.ac.id

daerah yang berlangsung dalam ruang lahan dan menggunakan berbagai jenis sumber daya alam secara intensif sebagai faktor produksi. Pembangunan berkelanjutan di tingkat lokal terutama berlandaskan pada penggunaan lahan yang merupakan sumber utama kehidupan dan pendapatan masyarakat.

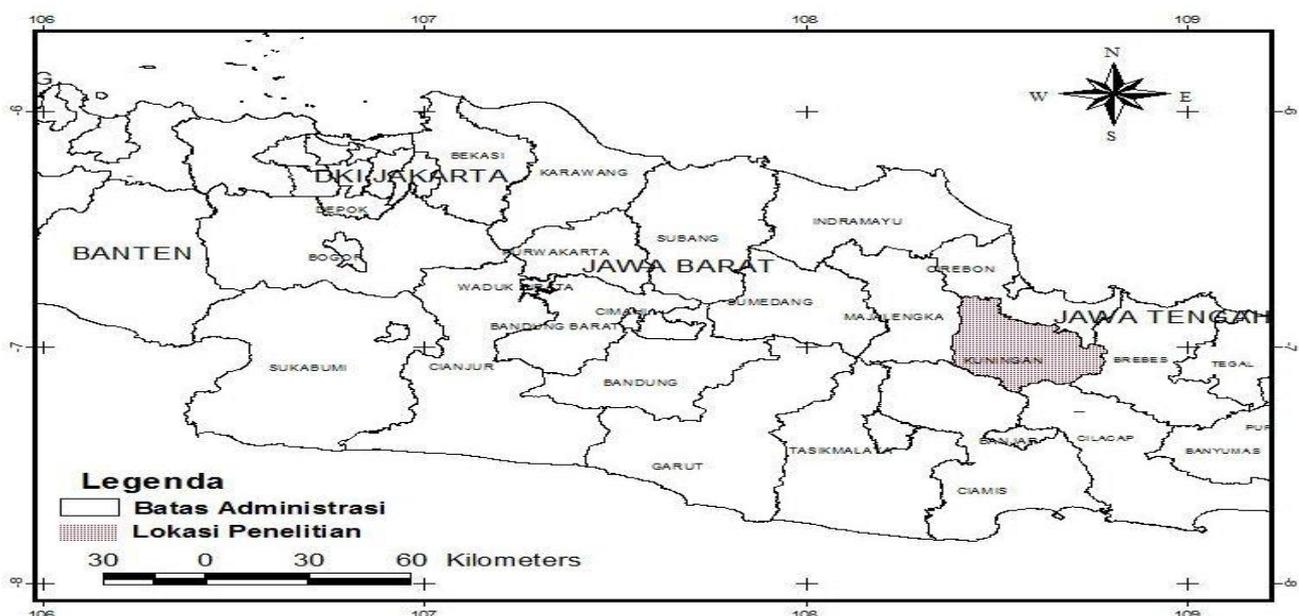
Karakteristik spesifik yang dimiliki oleh Kabupaten Kuningan ditinjau dari tutupan dan penggunaan lahannya meliputi hutan alam, hutan tanaman, lahan pertanian, dan kebun campuran (Prasetyo *et al.* 2012). Kondisi tutupan dan penggunaan lahan menjadi bagian dari kebijakan rencana pengelolaan ruang yang terintegrasi dengan memerhatikan kebutuhan dan ketersediaan ruang (Bappeda Kuningan 2005). Pengelolaan yang optimal berdasarkan fungsinya dapat menjadi penyeimbang pemanfaatan pada kawasan lain secara optimal dalam konteks lingkungan.

Informasi tutupan lahan yang akurat merupakan faktor penting dalam memahami fenomena-fenomena yang terjadi di permukaan bumi, menyediakan basis data yang diperlukan dalam berbagai penelitian dan menjadi dasar dalam rencana pengelolaan berbasis lahan. Meskipun informasi tutupan lahan dapat dipantau dengan inventarisasi dan survei tradisional, dibutuhkan suatu metode yang lebih representatif untuk ekstraksi informasi tutupan dan penggunaan lahan. Satelit penginderaan jauh telah dapat menyediakan informasi dalam jumlah yang lebih besar mengenai distribusi geografis tutupan lahan pada berbagai skala spasial, seperti halnya data Landsat yang telah menunjukkan kemampuan untuk pemetaan dan pemantauan tutupan lahan serta sifat biofisik dan geofisik lahan (Hansen & Lovelan 2012) dan program Landsat telah berkontribusi terhadap catatan temporal lebih dari 40 tahun dari observasi bumi yang menangkap kondisi lahan secara global dan dinamikanya (Loveland & Dwyer 2012). Akses yang mudah terhadap data penginderaan jauh, keuntungan dari peng-

hematan biaya dan waktu, serta peningkatan resolusi citra satelit telah meningkatkan peran dan pentingnya teknologi penginderaan jauh untuk mendukung penelitian, serta menunjang perencanaan dan pengelolaan berbasis lahan, peran yang membentang dari interpretasi visual sampai ekstraksi canggih informasi dengan analisis canggih citra dan algoritma statistik (Kohl *et al.* 2006). Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah menentukan klasifikasi tutupan lahan di Kabupaten Kuningan dengan interpretasi visual dan digital menggunakan data citra satelit Landsat 8. Penelitian bertujuan memetakan tutupan lahan dan menilai tingkat akurasi klasifikasi tutupan lahan di Kabupaten Kuningan menggunakan citra satelit Landsat 8 berdasarkan interpretasi visual dan digital.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di wilayah Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat yang terletak pada koordinat  $108^{\circ}23'$ – $108^{\circ}47'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}47'$ – $7^{\circ}12'$  Lintang Selatan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Data citra Landsat 8 OLI Level 1T kombinasi band 1234567 perekaman tanggal pada 5 Agustus 2014 *path/row* 121/65 digunakan untuk indentifikasi tutupan lahan di wilayah penelitian, Landsat 7 ETM+ orthorektifikasi pada tahun 2002 dan 2007 untuk referensi dalam koreksi geometrik, diperoleh dari *United State Geological Survey* (USGS) *Global Visualization View* (GloVis) melalui *website* <http://glovis.usgs.gov/>, dan data area contoh hasil survei lapangan untuk informasi tutupan lahan dan uji akurasi hasil klasifikasi tutupan lahan. Untuk pemrosesan data digunakan perangkat komputer, *global positioning system* (GPS), perangkat lunak pengolah data raster ENVI versi 4,5, dan pengolah data berbasis vektor ArcGis versi 10.



Gambar 1 Lokasi penelitian.

Tahapan prosedur analisis data citra terdiri atas pengolahan awal, klasifikasi, dan pengujian hasil klasifikasi. Pengolahan awal citra dilakukan untuk mengoreksi kesalahan-kesalahan yang terjadi pada proses perekaman citra yang diperoleh. Koreksi yang dilakukan meliputi koreksi geometrik dan koreksi radiometrik reflektansi ToA. Koreksi geometrik menggunakan 18 titik kontrol lapangan (GCP) dari citra Landsat 7 ETM+ orthorektifikasi untuk rektifikasi citra Landsat 8 dan RMSE rata-rata yang dihasilkan kurang dari 0,3 piksel. Citra direktifikasi pada proyeksi peta UTM 49S dan datum WGS 84. Koreksi ToA dilakukan dengan mengubah nomor digital (DN) citra satelit menjadi bagian reflektansi atas atmosfer atau radiasi spektral disensor (Guo *et al.* 2014; Rahayu & Candra 2014) dengan persamaan yang digunakan (USGS 2014), yaitu:

$$\rho\lambda' = (Mp.Qcal + Ap) / \cos\theta_{sz}$$

Keterangan:

- $\rho\lambda'$  : Reflektansi ToA, Mp, dan Ap masing-masing adalah Reflektansi-Mult-Band x dan Reflektansi Add-band x  
 x : Nomor band  
 Qcal : Nilai DN  
 $\theta_{sz}$  : Sudut zenith matahari

Klasifikasi tutupan lahan dengan interpretasi visual dilakukan berdasarkan pengenalan karakteristik objek secara spasial menggunakan unsur interpretasi, yaitu warna/rona, bentuk, ukuran, pola, bayangan, tekstur, situs, dan asosiasi (Kohl *et al.* 2006). Untuk memperoleh karakteristik objek dalam interpretasi visual, citra ditampilkan dalam format RGB (*Red Green Blue*) dari kombinasi 3 band untuk dapat menghasilkan warna komposit. Penentuan kombinasi band didasarkan pada nilai *Optimum Indeks Factor* (OIF), yaitu nilai yang menyatakan secara kuantitatif variasi informasi pada warna komposit, yang merupakan nilai perbandingan antara simpangan baku dan koefisien korelasi kombinasi band yang digunakan (Jaya 2010). Kombinasi band dalam komposit 3 band dengan nilai OIF tertinggi digunakan pada interpretasi citra secara visual.

Klasifikasi tutupan lahan secara visual dilakukan dengan deliniasi setiap kelas tutupan lahan di layar komputer menggunakan perangkat lunak ArcGis.10 pada skala 1:50.000. Deteksi kelas tutupan lahan dilakukan dengan mendelineasi batas luar pada kelompok yang mempunyai warna yang sama dan memisahkannya dari yang lain. Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi dan menganalisis kelas dengan menggunakan informasi spasial mengacu pada kunci interpretasi tutupan lahan (Departemen Kehutanan 2008).

Klasifikasi secara digital dilakukan dengan metode klasifikasi terbimbing *maximum likelihood*. Metode ini diawali dengan penentuan area contoh (*training area*) untuk memperoleh informasi sejumlah piksel, pada semua band untuk setiap tutupan lahan yang telah ditentukan (Kohl *et al.* 2006; Tso & Mather 2009).

Survei lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi dan menentukan area contoh tutupan lahan untuk proses diklasifikasi dan pengujian akurasi hasil klasifikasi menggunakan GPS. Pada setiap area contoh yang teridentifikasi dilakukan analisis separabilitas berdasarkan nilai-nilai statistik area contoh pada setiap band menggunakan metode transformasi divergen (Richard & Jia 2006; Tso & Mather 2009). Metode ini mengukur tingkat keterpisahan antar-kelas tutupan lahan dengan mengukur jarak antar-area contoh secara statistik pada setiap band yang digunakan. Jarak ini menggambarkan keseragaman area contoh yang ditunjukkan oleh nilai keragamannya yang rendah. Semakin besar jarak antar-area contoh, maka area contoh yang mewakili setiap kelas tutupan lahan yang diambil cukup homogen sehingga ragamnya menjadi kecil (Richard & Jia 2006; Tso & Mather 2009). Berdasarkan nilai separabilitas terbaik kemudian dilakukan klasifikasi tutupan lahan ke seluruh areal penelitian. Klasifikasi *maximum likelihood* mengklasifikasikan setiap piksel pada setiap kelas berdasarkan pada nilai probabilitas tertinggi. Dengan metode ini, setiap piksel diklasifikasikan ke dalam kelas yang memiliki kesamaan spektral terbesar dengan kelas pada area contoh (Kohl *et al.* 2006).

Pengujian akurasi klasifikasi dilakukan untuk mengetahui ketelitian hasil klasifikasi dengan menggunakan matriks kesalahan (*confusion matrix*) yang membandingkan hasil klasifikasi dengan data aktual hasil pengecekan lapangan. Nilai akurasi klasifikasi didasarkan pada *producer's accuracy*, *user's accuracy*, *overall accuracy*, dan nilai *Kappa* (Congalton & Green 1999).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelas tutupan lahan yang diidentifikasi mengacu pada hasil pengecekan lapangan dan klasifikasi tutupan lahan yang dikeluarkan oleh Departemen Kehutanan (2008) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Klasifikasi tutupan lahan dengan interpretasi visual dilakukan dengan digitasi pada layar komputer menggunakan tampilan komposit RGB band 654 yang memberikan variasi informasi yang lebih beragam berdasarkan nilai OIF dan mencakup band gelombang pendek inframerah, inframerah dekat, dan sinar tampak yang sesuai untuk mendeteksi tutupan lahan (Jaya 2010). Susunan kombinasi band 6 (SWIR-1) dengan panjang gelombang 1,57–1,65  $\mu\text{m}$  diletakkan pada *gun red*, band 5 (NIR) panjang gelombang 0,85–0,88  $\mu\text{m}$  diletakkan pada *gun Green*, dan band 4 (*red*) dengan panjang gelombang 0,64–0,67  $\mu\text{m}$  diletakkan pada *gun blue* menghasilkan kenampakan visual mendekati warna alami.

Klasifikasi setiap kelas tutupan lahan didasarkan pada kelompok piksel yang diidentifikasi mempunyai kesamaan/kemiripan warna, rona, serta unsur-unsur interpretasi lainnya. Setiap kelas tutupan lahan yang diidentifikasi terdiri atas piksel-piksel yang relatif homogen atau dengan berbagai tingkat variasi piksel.

Penentuan kelas tutupan lahan pada kelompok piksel yang bervariasi dilakukan berdasarkan piksel mayoritas yang mendominasi area tersebut. Pengenalan jenis tutupan lahan dari citra Landsat 8 OLI RGB band 654 secara visual dapat dilihat pada Tabel 2.

Keseluruhan tutupan lahan di wilayah Kabupaten Kuningan berdasarkan klasifikasi visual dapat dikelompokkan menjadi 10 kelas seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Komposisi tutupan lahan didominasi oleh kebun campuran seluas 32.810,42 ha (30,85%),

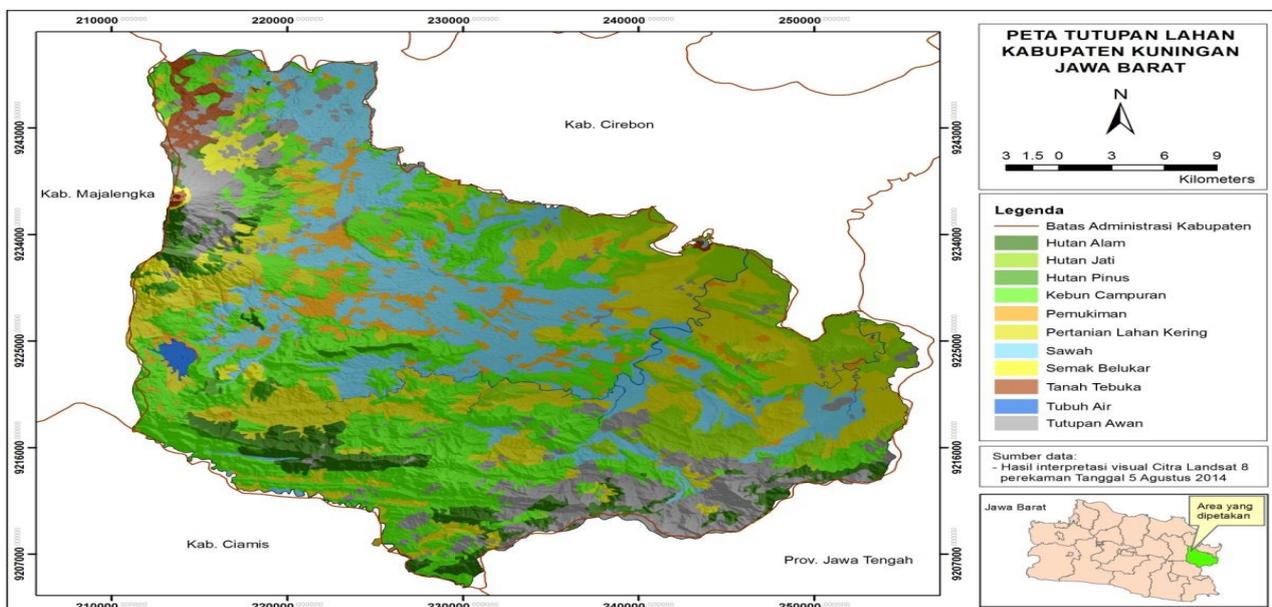
Tabel 1 Karakteristik kelas tutupan lahan di Kabupaten Kuningan pada Tahun 2014

Tutupan lahan	Keterangan
Hutan alam	Bentang lahan yang masih berupa hutan alam dataran rendah, perbukitan, dan pegunungan dengan tutupan berbagai jenis pohon
Hutan jati	Bentang lahan berupa hutan tanaman jenis Jati ( <i>Tectona grandis</i> )
Hutan pinus	Bentang lahan berupa hutan tanaman jenis Pinus ( <i>Pinus merkusii</i> )
Kebun campuran	Bentang lahan yang ditumbuhi tanaman keras berupa tanaman kayu dan buah-buahan
Permukiman	Lahan yang berupa perumahan, perkantoran, bangunan industri, dan jalan
Pertanian lahan kering	Lahan yang ditanami oleh jenis-jenis sayuran, umbi-umbian, jagung, dan tanaman pangan lainnya
Sawah	Bentang lahan yang ditanami padi meliputi sawah irigasi, sawah yang sedang diberakan, dan sawah tadah hujan
Semak belukar	Bentang lahan yang didominasi tumbuhan bawah berupa semak, belukar, dan rumput
Tanah terbuka	Lahan yang tidak ditumbuhi vegetasi dan bukan permukiman serta tidak ditutupi air
Tubuh air	Lahan yang seluruhnya ditutupi oleh air, berupa danau/waduk, dan sungai

Sumber: Hasil pengecekan lapangan dan interpretasi citra pada Tahun 2014.

Tabel 2 Pengenalan visual jenis tutupan lahan pada citra Landsat 8 OLI RGB 654

Tutupan lahan	Karakteristik pada citra			
	Warna/rona	Tekstur	Pola	Situs/asosiasi
Hutan alam	Hijau muda-tua	Kasar	Tidak teratur	Pegunungan
Hutan jati	Hijau kecokelatan	Sedang	Teratur	
Hutan pinus	Hijau tua	Halus	Teratur	
Kebun campuran	Hijau muda-tua dengan campuran warna merah muda-sedang	Kasar	Tidak teratur	Permukiman, perbukitan
Semak belukar	Kuning bercampur hijau muda	Kasar	Tidak teratur	
Pertanian lahan kering	Merah muda-sedang Kuning-hijau muda	Kasar	Tidak teratur	Sawah dan permukiman
Sawah	Biru bercampur dengan hijau muda	Halus	Teratur	Pertanian lahan kering dan permukiman
Permukiman	Merah muda-sedang	Kasar	Teratur	Jalan
Tanah terbuka	Merah sedang-tua	Halus	Tidak teratur	
Tubuh air	Biru muda-tua	Halus	Teratur	



Gambar 2 Tutupan lahan Kabupaten Kuningan hasil interpretasi visual pada Tahun 2014.

sawah seluas 23.861,36 ha (22,44%), pertanian lahan kering seluas 21.724,86 ha (20,43%), dan hutan seluas 17.859,39 ha (16,79%) yang terdiri atas hutan alam, hutan tanaman jati, dan hutan tanaman pinus (Tabel 3). Identifikasi lahan pertanian yang mencakup sawah, pertanian lahan kering dan kebun campuran dilakukan berdasarkan pengamatan lapangan dan karakteristik pada citra. Sawah adalah lahan yang ditanami padi yang dibudidayakan sepanjang musim (sawah irigasi) dan pada saat musim hujan (sawah tadah hujan) karena jenis kegiatannya memerlukan air yang banyak (tetap tergenang). Jenis penggunaan lahan sawah terdapat di sekitar aliran sungai (lembah). Lahan sawah tadah hujan pada saat musim kering banyak diusahakan untuk budi daya tanaman sayuran. Pada citra landsat, sawah berwarna hijau agak gelap bercampur dengan magenta dan biru, bertekstur halus, dan berasosiasi dengan pertanian lahan kering dan permukiman. Pertanian lahan kering adalah lahan yang ditanami tanaman yang pengairannya bergantung pada curah hujan. Tanaman yang diusahakan biasanya berumur pendek (tanaman palawija dan sayuran). Pertanian lahan kering pada citra landsat ditunjukkan dengan warna hijau muda bercampur

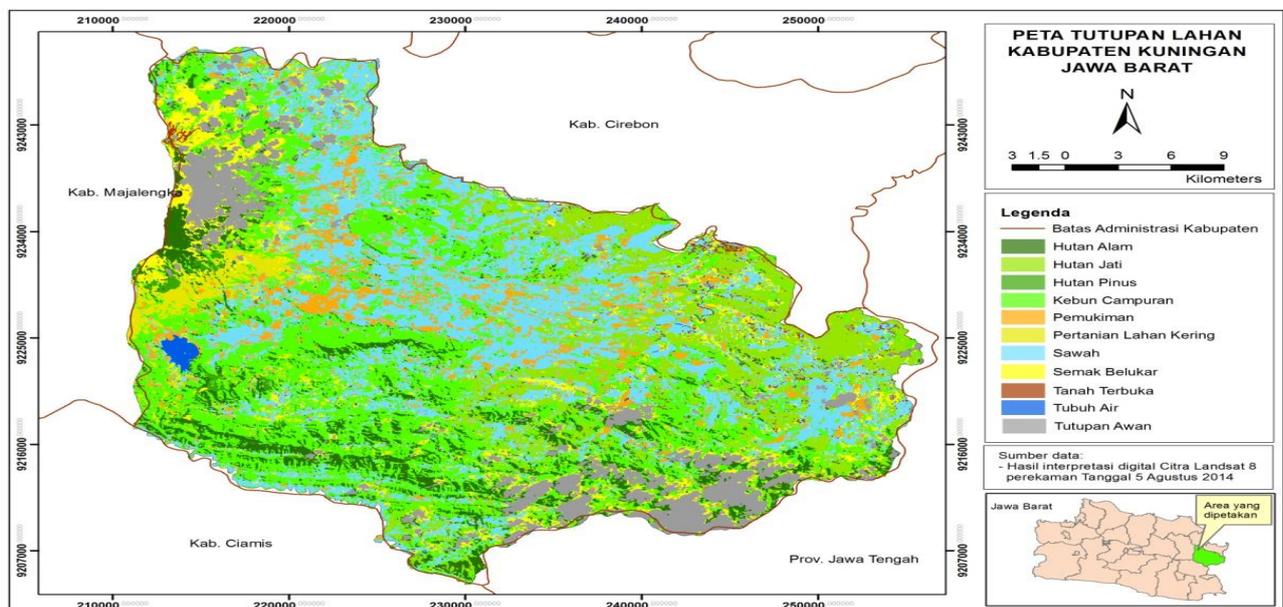
merah muda-sedang dan kuning, bertekstur kasar, dan berasosiasi dengan sawah dan permukiman. Kebun campuran adalah bentang lahan yang ditanami dengan berbagai macam tanaman kayu keras dan buah-buahan. Kenampakan pada citra landsat, kebun campuran berwarna hijau muda-tua bercampur dengan merah muda-sedang, memiliki tekstur yang relatif kasar, bentuk dan pola menyebar-bergerombol dijumpai pada lembah dan di sepanjang sungai, dan seringkali bercampur dengan permukiman.

Klasifikasi tutupan lahan dengan pendekatan interpretasi digital *maximum likelihood* menggunakan informasi spektral data citra satelit yang diperoleh dari area contoh tutupan lahan hasil pengecekan lapangan. Pada kombinasi band 1234567 dari setiap kelas yang dianalisis secara spektral, sebagian besar terpisah sempurna dengan nilai transformasi divergen 2,00, dan angka ini memiliki perkiraan nilai yang cukup besar dalam pencapaian akurasi klasifikasi untuk dataset kelas spektral (Richards & Jia 2006). Hanya satu nilai yang termasuk kategori cukup baik, yaitu antara kelas hutan alam dan kebun campuran dengan nilai transformasi divergen 1,40. Berdasarkan nilai transformasi divergen kombinasi band 1234567 cukup akurat untuk membedakan setiap kelas tutupan lahan sehingga digunakan sebagai input dalam proses klasifikasi.

Tutupan lahan di Kabupaten Kuningan berdasarkan klasifikasi digital *maximum likelihood* ditunjukkan pada Gambar 3. Pola tutupan lahan didominasi oleh kebun campuran, sawah, dan hutan (Tabel 4). Kebun campuran dan sawah terdistribusi di daerah dataran maupun berbukit, serta di antara permukiman. Hutan berada pada daerah dataran sampai pegunungan. Kelemahan utama klasifikasi citra digital berbasis piksel adalah pada citra hasil klasifikasi yang mengandung gangguan berupa efek “*salt and paper*”. Tabel 4 menunjukkan komposisi kelas tutupan lahan Kabupaten Kuningan yang dihasilkan dari klasifikasi digital.

Tabel 3 Luas tutupan lahan hasil interpretasi visual di Kabupaten Kuningan pada Tahun 2014

Tutupan lahan	Luas	
	(ha)	(%)
Hutan alam	6.317,05	5,94
Hutan jati	9.740,47	9,16
Hutan pinus	1.801,87	1,69
Kebun campuran	32.810,42	30,85
Permukiman	5.985,64	5,63
Pertanian lahan kering	21.724,83	20,43
Sawah	23.861,32	22,44
Semak belukar	1.810,33	1,70
Tanah terbuka	1.369,65	1,29
Tubuh air	932,87	0,88
Total	106.354,44	100



Gambar 3 Tutupan lahan Kabupaten Kuningan hasil interpretasi digital pada Tahun 2014.

Tutupan lahan didominasi kebun campuran dengan luas 34.394 ha (31,53%), sawah seluas 31.112,19 ha (28,53%), dan hutan seluas 23.242,56 ha (21,31%). Penggunaan seluruh band reflektif pada Landsat 8 OLI telah mampu mengidentifikasi kelas tutupan di wilayah penelitian dengan baik. Peningkatan resolusi radiometrik menjadi 16 bit dan resolusi spektral pada Landsat 8 OLI dibandingkan generasi Landsat sebelumnya telah dapat meningkatkan informasi tutupan lahan. Penelitian sebelumnya oleh Prasetyo *et al.* (2012) pada lokasi yang sama menggunakan Landsat 7 ETM+ kombinasi band 1–5 dan 7 dengan metode interpretasi digital yang sama menghasilkan 7 kelas tutupan lahan yang terdiri atas hutan, kebun campuran, semak dan rumput, pertanian lahan kering dan tanah terbuka, daerah terbangun, dan tubuh air dengan akurasi klasifikasi yang relatif sama.

Keberadaan awan dan bayangan awan tetap merupakan salah satu kendala dalam interpretasi baik secara visual maupun digital, yang menyebabkan luas tutupan lahan keseluruhan yang dihasilkan berbeda pada kedua metode. Adanya awan dan bayangan awan pada data citra menyebabkan informasi pada area yang tertutup awan tidak bisa diidentifikasi. Pada klasifikasi *maximum likelihood* selain tidak bisa mengidentifikasi area yang tertutup awan, beberapa bagian dari awan tipis terklasifikasi menjadi tutupan lahan lain yang memiliki karakteristik spektral yang mirip seperti badan air, permukiman, dan lahan pertanian kering, serta bayangan awan yang sebagian terklasifikasi menjadi tutupan lahan bervegetasi, ter-

Tabel 4 Luas tutupan lahan hasil interpretasi digital di Kabupaten Kuningan pada Tahun 2014

Tutupan lahan	Luas	
	(ha)	(%)
Hutan alam	9.782,15	8,97
Hutan jati	12.779,59	11,72
Hutan pinus	680,83	0,62
Kebun campuran	34.394,00	31,53
Permukiman	7.102,36	6,51
Pertanian lahan kering	3.670,35	3,37
Sawah	31.112,19	28,53
Semak belukar	8.148,49	7,47
Tanah terbuka	962,32	0,88
Tubuh air	436,95	0,40
Total	109.069,221	100

Tabel 5 Akurasi klasifikasi tutupan lahan (%) pada Tahun 2014

Kelas tutupan lahan	Akurasi klasifikasi visual		Akurasi klasifikasi digital	
	<i>Producer's</i>	<i>User's</i>	<i>Producer's</i>	<i>User's</i>
Hutan alam	89,29	83,79	81,21	89,84
Hutan jati	99,19	99,24	97,39	92,63
Hutan pinus	98,32	98,37	92,44	97,78
Kebun campuran	87,05	92,86	82,35	71,45
Permukiman	97,24	100,00	99,80	95,92
Pertanian lahan kering	100,00	78,95	99,08	94,38
Sawah	92,22	97,37	93,02	98,81
Semak belukar	86,94	100,00	89,29	94,17
Tanah terbuka	100,00	99,16	100,00	98,70
Tubuh air	100,00	100,00	98,73	100,00
<i>Overall accuracy</i>		94,08		93,17
<i>Kappa</i>		0,93		0,92

utama hutan alam dan sebaliknya. Kesalahan dalam pengklasifikasian ini menyebabkan perbedaan luas tutupan lahan yang dianalisis dan kesalahan identifikasi kelas tutupan lahan.

Penilaian akurasi menentukan kualitas informasi yang diperoleh dari data citra satelit. Tujuan penilaian akurasi secara kuantitatif adalah mengidentifikasi dan mengukur kesesuaian dan kesalahan hasil klasifikasi, membandingkan lokasi pada peta hasil klasifikasi dengan informasi referensi pada lokasi yang sama, dengan asumsi data referensi adalah benar (Congalton & Green 1999).

Penentuan tingkat akurasi klasifikasi dinilai berdasarkan akurasi produser (*producer's accuracy*), akurasi user (*user accuracy*), akurasi total (*overall accuracy*), dan nilai *Kappa*. *Producer's accuracy* menunjukkan persentase setiap objek di lapangan yang teridentifikasi atau diklasifikasikan dengan benar, sedangkan *user's accuracy* menunjukkan persentase hasil klasifikasi yang secara aktual sesuai atau mewakili kondisi di lapangan. *Producer's* dan *user's accuracy* merupakan penduga untuk *overall accuracy* yang menggambarkan nilai akurasi total hasil klasifikasi, sedangkan nilai *Kappa* selain ditentukan oleh objek yang diklasifikasikan dengan benar juga memperhitungkan kesalahan klasifikasi (Congalton & Green 1999).

Interpretasi visual menghasilkan klasifikasi tutupan lahan dengan nilai akurasi total 94,08% dengan nilai *Kappa* 0,93 (Tabel 5). Kedua nilai ini menunjukkan tingkat kebenaran suatu hasil klasifikasi dan telah memenuhi syarat ketelitian klasifikasi >85% dari USGS dan nilai *Kappa* >0,8 (Landis & Koch 1977 dalam Congalton & Green 1999), yang menunjukkan hasil klasifikasi dapat dipercaya karena nilai *Kappa* yang tergolong dalam kategori tinggi. Nilai akurasi klasifikasi sebesar 94,08%, menunjukkan bahwa 5,92% merupakan kesalahan klasifikasi. Kesalahan yang terjadi pada citra hasil klasifikasi terjadi jika area diklasifikasikan pada kelas yang salah (*commission error*) dan jika suatu area tidak diklasifikasikan pada kelas yang benar (*omission error*) secara aktual di lapangan.

Sebagian besar kelas tutupan lahan terklasifikasi secara baik dengan nilai *producer's* dan *user's accuracy* lebih besar dari 85% kecuali pada kelas pertanian lahan kering yang memiliki *user accuracy*

78,95%, yang menunjukkan bahwa hanya 78,95% dari pertanian lahan kering peta hasil klasifikasi yang secara aktual sesuai dengan kondisi di lapangan. Nilai *user's accuracy* yang rendah pada pertanian lahan kering disebabkan karena kelas lahan ini secara aktual di lapangan sebesar 21,05% merupakan sawah. Kesalahan klasifikasi pada pertanian lahan kering terutama disebabkan oleh lokasi pertanian lahan kering yang berada bersama/berasosiasi dengan sawah dan memungkinkan memiliki ciri spektral yang sama. Nilai akurasi pada kelas tersebut termasuk dalam kategori sedang-tinggi dan hal ini berarti bahwa akurasi hasil klasifikasi kelas-kelas tutupan lahan tersebut dapat dipercaya sepenuhnya. Adanya variasi piksel dan kemiripan antar-objek tutupan lahan secara visual, tetapi berbeda secara fakta di lapangan menghasilkan kesalahan atau akurasi yang kurang baik dalam interpretasi visual.

Pada klasifikasi digital *maximum likelihood* menggunakan band 1234567 mempunyai nilai *overall accuracy* 93,17% dengan *Kappa* 0,92 (Tabel 5), dengan tingkat kesalahan klasifikasi 6,83%. Nilai akurasi dan *Kappa* pada klasifikasi *maksimum likelihood* relatif lebih rendah dibandingkan dengan klasifikasi secara visual. Setiap kelas sebagian besar diklasifikasikan secara baik dengan nilai *user's* dan *producer's accuracy* lebih dari 80%, kecuali kelas kebun campuran yang memiliki nilai *user's accuracy* 71,45% menghasilkan *comission error* 28,55% tertinggi dibandingkan kelas lainnya. Nilai *comission error* yang tinggi pada kebun campuran terjadi karena beberapa bagian kelas ini secara aktual di lapangan merupakan hutan alam 11,06% dan hutan jati sebesar 5,09%. Hutan alam memiliki *user's accuracy* 89,84% dan *producer's accuracy* 81,21%, dengan *comission* dan *omission error* masing masing sebesar 10,16 dan 18,79%. *Omission error* pada hutan alam terjadi karena kelas ini diklasifikasikan terutama menjadi hutan tanaman jati dan kebun campuran masing masing sebesar 9,35 dan 7,5%. Kesamaan spektral menyebabkan nilai reflektansi kebun campuran mirip dengan hutan alam dan/atau hutan tanaman serta sebaliknya (Prasetyo *et al.* 2012).

Klasifikasi digital *maximum likelihood* merupakan klasifikasi berbasis nilai piksel. Citra Landsat 8 OLI merupakan citra optik resolusi menengah dengan resolusi spasial 30 m dan resolusi spektral 16 bit, yang pada prosesnya setiap piksel diklasifikasikan menjadi satu objek tunggal walaupun informasi yang terkandung dalam piksel tersebut lebih dari satu objek yang terekam citra (piksel campuran). Dalam kondisi ini piksel tunggal tidak memberikan informasi yang cukup tentang konten citra, sehingga kelas yang dihasilkan ditentukan berdasarkan objek yang dominan pada piksel tersebut. Adanya piksel campuran bisa menyebabkan ketidaksesuaian antara hasil klasifikasi dan kondisi objek sebenarnya di lapangan, yang menghasilkan kesalahan dalam klasifikasi. Selain hal tersebut kurang baiknya akurasi dapat disebabkan oleh proses pengambilan area contoh setiap kelas

tutupan lahan yang secara statistik kurang terpisahkan secara sempurna.

Untuk dapat memilih metode yang lebih baik digunakan di antara interpretasi visual dan interpretasi digital untuk analisis penutupan lahan, perlu diidentifikasi terlebih dahulu tujuan analisis dan dilakukan inventarisasi sumber daya yang dimiliki. Metode digital seringkali bermasalah dengan ketelitian hasil interpretasi, tetapi memiliki kelebihan terkait dengan efisiensi waktu dan tenaga untuk menganalisis citra digital dibandingkan dengan interpretasi visual. Interpretasi digital sangat bermanfaat untuk menafsirkan area yang luas dengan tenaga interpreter yang sangat terbatas. Faktor pembatas lain adalah kualitas citra yang dianalisis, dihubungkan dengan resolusi maupun gangguan-gangguan pada citra. Metode visual unggul dalam menganalisis citra-citra dengan resolusi spasial tinggi atau intensitas gangguan yang lebih banyak dan dengan pengetahuan yang baik terhadap kondisi aktual di lapangan, interpretasi visual akan semakin menguntungkan. Pengetahuan dan keahlian interpreter atas karakteristik spasial dan radiometrik tiap band penghasil citra sangat diperlukan untuk mengurangi terjadinya kesalahan dalam menafsirkan hasil analisis komputer.

## KESIMPULAN

Komposisi kelas tutupan lahan di Kabupaten Kuningan berdasarkan interpretasi visual dan digital dihasilkan 10 kelas tutupan lahan yang terdiri atas tutupan lahan hutan yang meliputi hutan alam, pinus, dan jati. Lahan pertanian meliputi pertanian lahan kering dan sawah, kebun campuran, semak belukar, permukiman, tanah terbuka, dan tubuh air. Klasifikasi dengan interpretasi visual dan digital *maximum likelihood* telah mampu mengidentifikasi tutupan lahan di wilayah penelitian dengan akurasi yang secara keseluruhan baik, akan tetapi berdasarkan nilai *producer* serta *user accuracy* setiap kelas tutupan lahan, klasifikasi secara visual mempunyai akurasi yang lebih baik untuk membedakan atau memisahkan kelas tutupan lahan dibandingkan klasifikasi digital.

## DAFTAR PUSTAKA

- [Bappeda] Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Kuningan. 2005. Rencana Pembangunan Jangka Panjang Kabupaten Kuningan Tahun 2005–2025.
- Congalton RG, Green K. 1999. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. Boca Raton, Florida (US): CRC Press, Inc.
- [Dephut] Departemen Kehutanan. 2008. Pemantauan Sumber Daya Hutan. Jakarta (ID).
- Guo Z, Wang N, Natalie M. Kehrwald, Mao R, Wu H, Wu Y, Jiang X. 2014. Temporal and spatial changes

- in Western Himalayan firn line altitudes from 1998 to 2009. *Global and Planetary Change*. 118: 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.03.012>
- Hansen MC, Loveland TR. 2012. A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data. *Remote Sensing of Environment*. 122: 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.024>
- Jaya INS. 2010. *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kohl M, Magnussen S, Marchetti M. 2006. *Sampling Methods, Remote Sensing and GIS Multiresource Forest Inventory*. Editor: Dieter Czeschlik. Berlin Heidelberg (EN): Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-32572-7>
- Landis J, Koch G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 33: 159–174.
- Loveland TR, Dwyer JL. 2012. Landsat: Building a strong future. *Remote Sensing of Environment*. 122: 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.09.022>
- Prasetyo LB, Damayanti EK, Masuda M. 2012. Land cover changes before and after implementation of the PHBM program in Kuningan District, West Java, Indonesia. *Tropics*. 21(2): 47–57. <https://doi.org/10.3759/tropics.21.47>
- Rahayu, Candra DS. 2014. Koreksi radiometrik citra landsat-8 kanal Multispektral menggunakan Top of Atmosphere (ToA) untuk mendukung klasifikasi penutup lahan. Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014.
- Richards JA and Jia X. 2006. *Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction*. 4<sup>th</sup> Edition. Berlin Heidelberg (EN): Springer-Verlag.
- Tso B, Mather PM. 2009. *Classification Methods for Remotely Sensed Data*. Second Edition. Taylor & Francis Group, LLC. Francis (FR): CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420090741>