

**PENGUJIAN MODEL PENDEKATAN PROBABILITAS BERBASIS
PERUBAHAN PENUTUP LAHAN CITRA LANDSAT TUNGGA
MULTIWAKTU UNTUK PEMETAAN LAHAN SAWAH
(THE TESTING OF RICE FIELD MAPPING MODEL BASED ON LAND
COVER CHANGES ON MULTITEMPORAL SINGLE LANDSAT IMAGE)**

I Made Parsa

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Jln. Kalisari No. 8 Pekayon, Pasar Rebo – Jakarta 13710, Indonesia

e-mail: parsa_lpn@yahoo.com

Diterima 8 April 2015; Direvisi 15 Mei 2015; Disetujui 22 Mei 2015

ABSTRACT

Tests on a model of probability approach to paddy field mapping based on land cover changes that has been done in several districts in West Java showed overall accuracy an average only 65.5%. It is thought to be related to the use of annual multitemporal Landsat mosaic results so often seem illogical because the image is derived from some of the data obtained at different seasons. In this regard has been done phase II trial of the model using multitemporal Landsat-8 singles data (not mosaic data). The objective of this research is to test the validity of the probability model based on multitemporal land cover changes for rice field mapping. The method used in this trial is unsupervised classification methods for mapping multitemporal land cover. Merging multitemporal land cover to see land cover change in the timeframe in accordance with the data acquisition date. Analysis of probability as a rice field area, where if the land observed a change of water, bare land and vegetation or otherwise classified as land with probability 1, if only observed once land cover change, bare land becomes water, water into vegetation or vegetation becomes bare land or otherwise then classified as land with a probability of 0.67 and if only observed just one type of land cover, a water course or vegetation or bare land the land is classified as a probability of 0.33. Accuracy tests conducted by confusion matrix between rice field probability image and rice field reference scale of 1: 5,000. The evaluation results show that the average accuracy of the mapping reached 79.7% with lowest accuracy 67.7% (Babelan Sub-districts) and the highest 86.7% (Sukawangi Sub-districts). Comparison of test results with previous test results showed a highly significant difference with an average increase of more than 600% accuracy. Based on these results it can be concluded that the probability model based on multitemporal land cover changes for rice field mapping has good accuracy.

Keywords: *Probability, Annual mosaic, Single image, Error matrix*

ABSTRAK

Pengujian terhadap model pendekatan probabilitas berbasis perubahan penutup lahan untuk pemetaan lahan sawah yang telah dilakukan di beberapa kabupaten di Jawa Barat menunjukkan ketelitian hasil pemetaan (*overall accuracy*) rata-rata hanya 65,5%. Rendahnya ketelitian ini diduga karena penggunaan data Landsat multiwaktu hasil mosaik tahunan. Seringkali citra nampak tidak logis karena berasal dari beberapa data yang diperoleh dari musim yang berbeda. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan penutup lahan yang sesungguhnya terjadi tidak dapat terpantau dari citra-citra mosaik tahunan ini. Berkaitan dengan hal tersebut telah dilakukan uji coba model tahap II dengan menggunakan data Landsat-8 tunggal multiwaktu. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji kesahihan model probabilitas berdasarkan perubahan penutup lahan multiwaktu untuk pemetaan lahan sawah. Metode yang digunakan adalah klasifikasi tidak terselia untuk memetakan penutup lahan multiwaktu. Penggabungan penutup lahan multiwaktu untuk melihat perubahan

penutup lahan dalam rentang waktu yang sesuai dengan tanggal perolehan data. Analisis probabilitas lahan sebagai lahan sawah, dengan kriteria jika lahan terpantau mengalami perubahan dari air, lahan terbuka dan vegetasi atau sebaliknya dikelaskan sebagai lahan dengan probabilitas 1, jika penutup lahan hanya mengalami sekali perubahan, lahan terbuka menjadi air, air menjadi vegetasi ataupun vegetasi menjadi lahan terbuka atau sebaliknya maka dikelaskan sebagai lahan dengan probabilitas 0,67 dan jika hanya terpantau satu jenis penutup lahan saja air atau lahan terbuka atau vegetasi saja maka dikelaskan sebagai lahan probabilitas 0,33. Pengujian ketelitian dilakukan dengan matrik kesalahan antara citra probabilitas lahan sawah dengan referensi luas baku lahan sawah skala 1:5.000. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata ketelitian pemetaan mencapai 79,7% dengan ketelitian terendah 67,7% (Kecamatan Babelan) dan tertinggi 86,7% (Kecamatan Sukawangi). Perbandingan hasil pengujian ini dengan hasil pengujian sebelumnya menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan yaitu terdapat peningkatan ketelitian lebih dari 600%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa model probabilitas berbasis perubahan penutup lahan multiwaktu untuk pemetaan lahan sawah ini yang cukup baik.

Kata kunci: *Probabilitas, Mosaik tahunan, Citra tunggal, Matrik kesalahan*

1 PENDAHULUAN

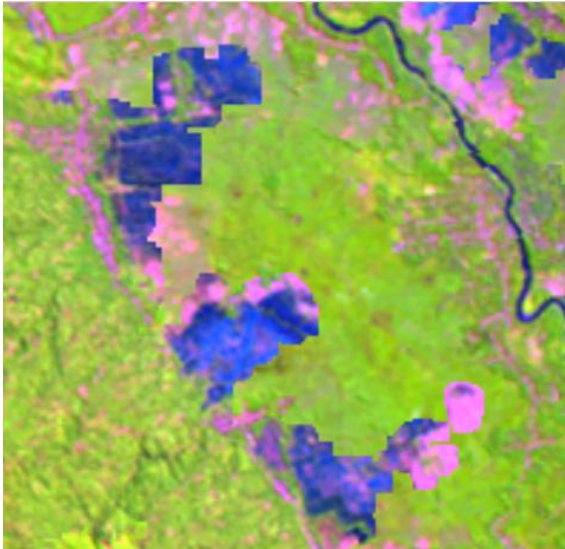
Penutup lahan atau tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati dapat didefinisikan sebagai suatu hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut [Badan Standarisasi Nasional (BSN) 7645:2010, 2010]. Contoh penutup lahan yaitu, air, pasir, tanaman panen, hutan, lahan basah, dan aspal (Jensen, 2005). Oleh karena terkait dengan perlakuan manusia, penutup lahan akan sering mengalami perubahan seiring berjalannya waktu, sehingga untuk dapat memetakannya dengan baik, penggunaan data multiwaktu akan sangat membantu untuk menghindari/ mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan.

Sebagaimana diketahui bahwa pemetaan hutan menggunakan data Landsat multiwaktu yang dilakukan LAPAN bekerjasama dengan CSIRO sejak 2009 menggunakan pendekatan probabilitas. Ini dilakukan, salah satunya disebabkan karena kondisi tutupan awan yang sangat tinggi sehingga data mosaik tahunan belum menjamin sepenuhnya untuk memperoleh citra yang bebas dari tutupan awan (Wallace, 2010; www.geointispasial.com, diakses 8 Juni

2015). Pendekatan ini sangat penting untuk memperkirakan tutupan lahan suatu waktu jika mosaik data Landsatnya berawan dengan syarat bahwa data terdekat sebelum dan atau setelahnya bebas awan.

Pendekatan probabilitas/teori peluang (Triatmoko, 2011; Suherman, 2012; (www.mulin10.files.wordpress.com, diakses 22 Juli 2013) (www.academic.emporia.edu/aberjame/student/banman5, diakses 15 Juli 2014) berbasis perubahan penutup lahan multiwaktu telah digunakan untuk membangun model pemetaan lahan sawah sejak 2012. Model yang mengambil lokasi riset di wilayah Tanggamus Lampung ini merupakan salah satu model yang dikembangkan untuk pemetaan lahan sawah dengan menggunakan citra Landsat multiwaktu dengan akurasi 90,7 % (Parsa, 2013). Namun demikian, pengujian model menggunakan *input* citra Landsat hasil mosaik tahunan yang sudah ada di LAPAN dengan mengambil lokasi di beberapa kabupaten di Jawa bagian barat memberikan hasil yang kurang menggembirakan karena rata-rata akurasinya hanya 65,5 % dengan akurasi terendah 57,2 % terjadi di Kabupaten Bekasi dan akurasi maksimum 80 % terjadi di Kabupaten Tangerang sedangkan untuk di kabupaten lain berkisar antara 61-66,7 % (Parsa, 2014).

Dugaan penyebab rendahnya akurasi rata-rata adalah terkait dengan kualitas data hasil mosaik tahunan yang hanya bertujuan untuk memperoleh citra yang *clear* (bebas awan) tanpa mempertimbangkan tanggal perolehan/musim sehingga citra hasil mosaiknya seringkali nampak tidak logis terutama pada lahan tanaman semusim seperti lahan sawah. Misalnya di hamparan lahan sawah yang sedang fase vegetatif terdapat lahan-lahan terbuka atau air; ataupun sebaliknya (Gambar 1-1). Hal tersebut disebabkan karena mosaik data dari citra yang berbeda musim, sehingga perubahan fase yang sangat diharapkan dari tumpang-susun citra multiwaktu tidak dapat dipantau (Parsa, 2014).



Gambar 1-1a: Komposit citra Landsat7 kanal 5,4,2 hasil mosaik tahunan



Gambar 1-1b: Komposit citra Landsat7 kanal 5,4,2 tunggal

Walaupun saat ini telah ada informasi lahan sawah skala rinci, namun informasi lahan sawah skala menengah tetap diperlukan untuk mendukung perencanaan di bidang ketahanan pangan khususnya sebagai basis data untuk pemantauan fase pertumbuhan tanaman padi tiap kabupaten yang lebih dikenal dengan *standing crop*.

Berkaitan dengan hal tersebut, dilakukan penelitian lanjutan untuk menguji ketelitian model pendekatan probabilitas berbasis perubahan penutup lahan multiwaktu untuk pemetaan lahan sawah dengan menggunakan citra Landsat tunggal. Citra tunggal adalah citra yang diperoleh dari satu kali (tanggal) akuisisi dan bukan citra hasil mosaik vertikal.

Tujuan penelitian, adalah untuk menguji ketelitian model pendekatan probabilitas berbasis perubahan penutup lahan multiwaktu untuk pemetaan lahan sawah.

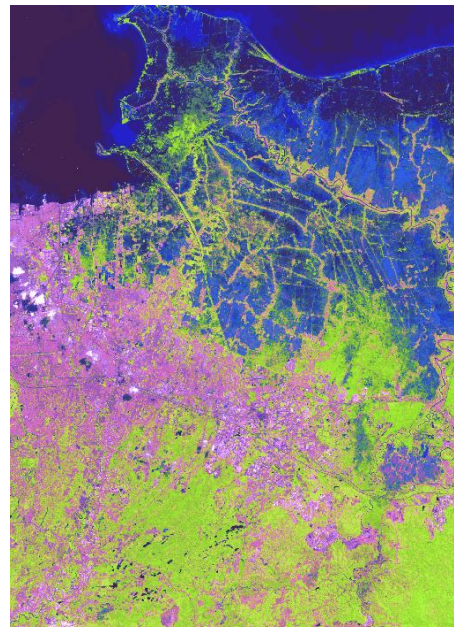
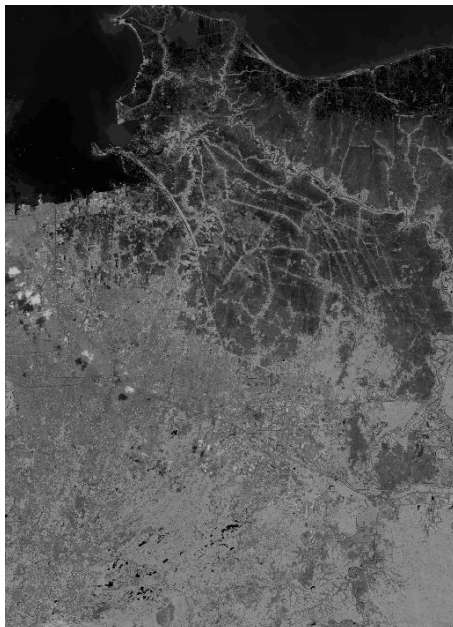
2 METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat8 multiwaktu perolehan 8 Juli 2013, 25 Agustus 2013, 10 September 2013, 12 Oktober 2013, 28 Agustus 2014, dan 13 September 2014. Penelitian difokuskan di Kabupaten Bekasi. Sebagai data referensi digunakan informasi spasial lahan baku sawah skala 1:5.000 hasil *update* dari Kementerian Pertanian (Noviati, et al., 2011) dan citra SPOT6 2013-2014 yang diperoleh dari Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh. Mengingat penelitian ini merupakan pengujian ulang, maka metode yang digunakan hampir sama dengan metode ketika pengujian pertama (Parsa, 2014). Perbedaannya adalah, bahwa sebelum digunakan untuk menguji ketelitian model, informasi spasial lahan sawah skala 1:5.000 terlebih dulu divalidasi menggunakan citra SPOT6 2013-2014. Ketelitian pemetaan dihitung dengan

teknik *confusion matrix* (Visa, et al., 1998).

Klasifikasi citra dilakukan dengan teknik klasifikasi tidak terselia (*isoclass*) (www.academic.emporia.edu/aberjame/student/banman5, diakses 15 Juli 2014). Pemilihan teknik klasifikasi ini disebabkan karena teknik ini cukup sederhana dan cepat untuk mengklasifikasi liputan lahan global (air, vegetasi dan lahan terbuka) sesuai dengan yang dibutuhkan oleh model yang sedang diuji. Klasifikasi *Isoclass* ini dilakukan dengan *input* seluruh *band* dengan beberapa parameter: *maximum number of class (default 255)*, *minimum members in a class (default 0,01%)*, *maximum standard deviation (default 4,0)*, *split separation value (default 0,0)*, *minimum distance between class means (default 3,2)*, *maximum iteration (default 9999)*, *decired percent unchanged (default 98,0)*, *sampling of row interval (default 1)*, *sampling column interval (default 1)*. Dalam klasifikasi ini semua parameter menggunakan nilai *defaultnya*

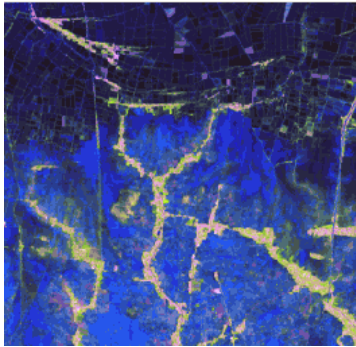
kecuali jumlah kelas maksimum 64, standard deviasi 2,0 dan minimum jarak antar rata-rata kelas 2,0 karena diharapkan ketelitian klasifikasi dapat mencapai 98%. Penggunaan 64 untuk jumlah kelas ini didasarkan atas pengalaman bahwa jumlah itu sudah cukup baik untuk memisahkan kelas penutup lahan yang global (air, vegetasi dan lahan terbuka. Untuk mempermudah identifikasi kelas penutup lahan dari hasil klasifikasi yang *grey scale* seperti pada contoh Gambar 2-2a. dilakukan *auto-generate colors* dengan RGB 654 sehingga akan menjadi berwarna sesuai dengan warna citra komposit 654 sebagaimana contoh Gambar 2b. Tahapan ini akan sangat membantu dalam identifikasi kelas (air, lahan terbuka, vegetasi, awan) sehingga kesalahan dapat diminimalkan. Selanjutnya dilakukan analisis statistik untuk mengetahui jarak minimum antar kelas (*minimum distance*) yang akan digunakan sebagai dasar untuk penggabungan kelas.



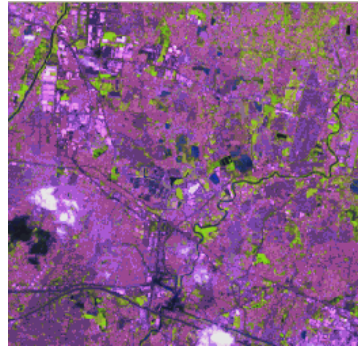
Gambar 2-2a: Hasil klasifikasi yang belum di autogen

Gambar 2-2b: Hasil klasifikasi yang sudah di-autogen dengan RGB 654 Landsat-8

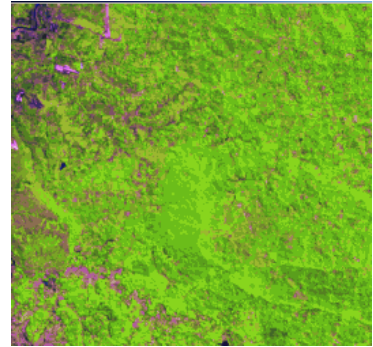
Reklasifikasi dilakukan dengan menggunakan panduan kenampakan tutupan lahan pada citra sebagai berikut:



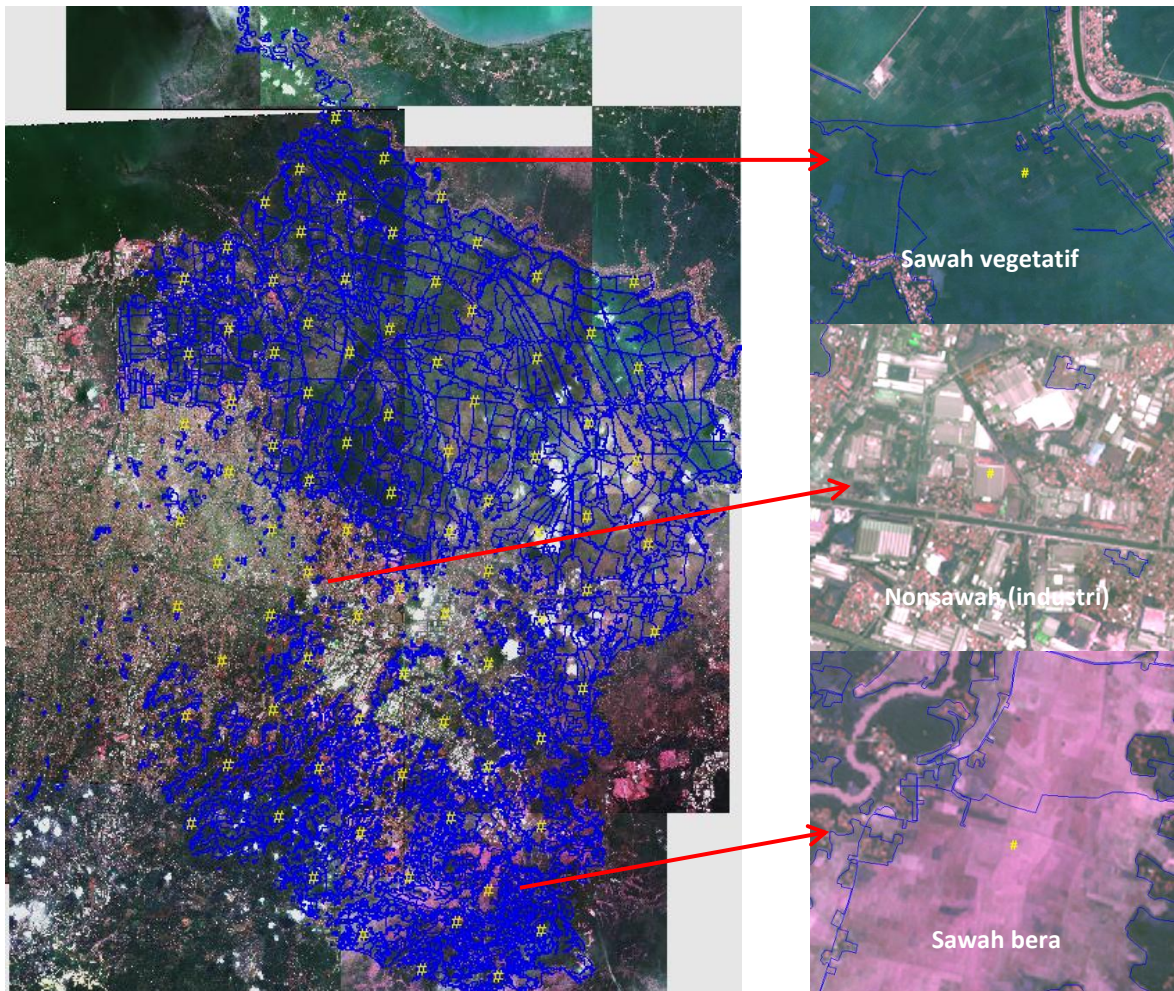
Gambar 2-3a: Tutupan lahan air (warna biru/gelap)



Gambar 2-3b: Tutupan lahan terbuka (warna merah/coklat)



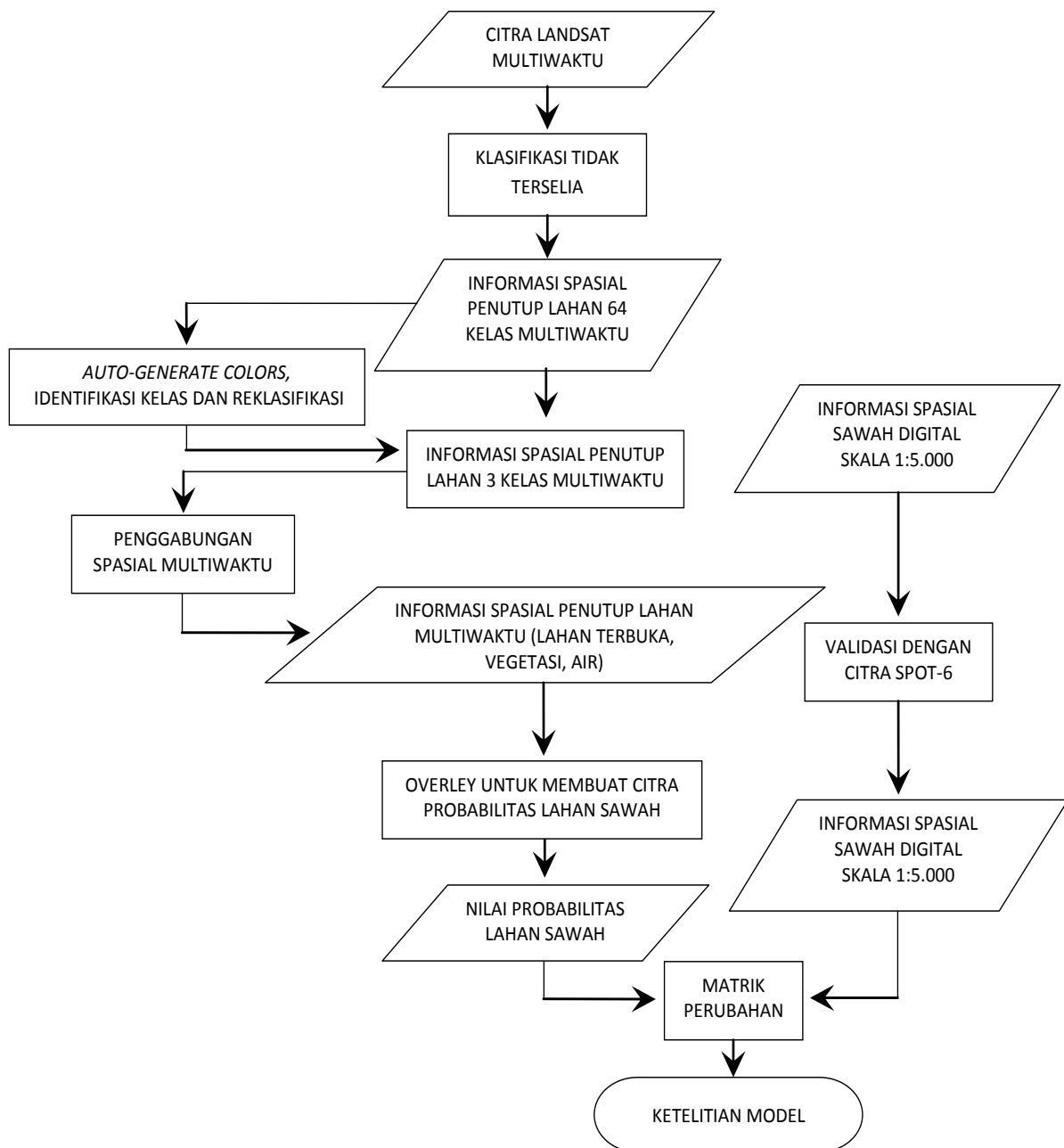
Gambar 2-3c: Tutupan lahan vegetasi (warna hijau/kehijauan)



Gambar 2-4: Sebaran titik sampling (warna kuning) untuk validasi informasi spasial lahan sawah 1:5.000 (warna biru) wilayah Kabupaten Bekasi dengan latar belakang komposit kanal 123 citra SPOT6 tahun 2013/2014

Validasi data pengujian dilakukan dengan teknik *point to point sampling* yang ditentukan secara sistematis, yaitu sampling yang dibuat dengan jarak tertentu pada skala tampilan (ArcView) sekitar 1:300.000. Jumlah titik sampel

sebanyak 87 titik dengan penyebaran yang merata di seluruh wilayah (Gambar 2-4). Gambar 2-4 menunjukkan bahwa Secara umum metode yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2-5.



Gambar 2-5: Diagram alir pelaksanaan ujicoba model pemetaan lahan sawah berbasis perubahan penutup lahan citra Landsat8

Analisis probabilitas lahan dilakukan dengan *overlay* penutup lahan multiwaktu untuk klasifikasi kelas probabilitas lahan. Jika lahan terpantau mempunyai ketiga jenis penutup lahan (air, lahan terbuka dan vegetasi) dikelaskan sebagai lahan probabilitas 1 (3/3). Sementara jika hanya terpantau mempunyai dua jenis penutup lahan (air dan lahan terbuka, air dan vegetasi ataupun lahan terbuka dan vegetasi) maka dikelaskan sebagai lahan probabilitas 0,67 (2/3). Jika lahan terpantau hanya mempunyai satu jenis

penutup lahan (air saja, lahan terbuka saja ataupun vegetasi saja) maka dikelaskan sebagai lahan probabilitas 0,3 (1/3). Pengujian akurasi pemetaan dilakukan dengan *confusion matrix* (matrik kesalahan) antara citra probabilitas lahan dengan referensi luas baku lahan sawah skala 1:5.000.

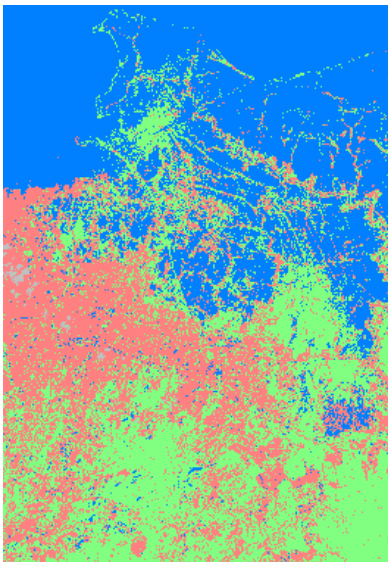
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Reklasifikasi hasil klasifikasi isoclass dari 64 kelas menjadi tiga kelas tutupan lahan akan menghasilkan peta tutupan lahan (air, lahan terbuka dan

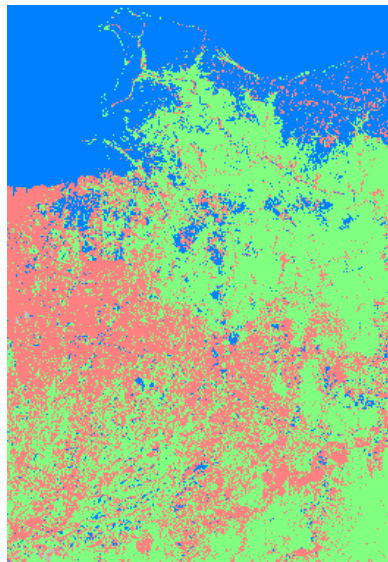
vegetasi) multiwaktu. Berdasarkan analisis statistik hasil klasifikasi terlihat adanya percampuran kelas antara kelas air dengan lahan terbuka, antara kelas air dan bayangan awan, antara kelas lahan terbuka dengan vegetasi, antara kelas vegetasi dengan air. Percampuran antara kelas air dengan lahan terbuka 27,76% terjadi khususnya antara kelas air dengan lahan terbuka yang lembab, sedangkan percampuran antara kelas bayangan awan dan air terjadi karena keduanya mempunyai kenampakan yang mirip. Sementara itu percampuran antara kelas vegetasi dengan kelas air 29,85% terjadi terutama dengan kelas vegetasi yang masih muda. Sedangkan percampuran kelas lahan terbuka dengan vegetasi 24,52% terjadi terutama disebabkan karena adanya vegetasi tipis/rumput ataupun sisa tanaman yang dipanen. Percampuran ini diindikasikan dengan kecilnya jarak (*minimum distance*) antar kelas sebagaimana dapat dilihat pada Lampiran 1. Akibat adanya percampuran kelas ini, maka dilakukan pengecekan secara visual dengan referensi citra rgb *band* 6,5,4. Keputusan kelasnya

mengikuti jumlah *pixel* yang lebih banyak. Sementara untuk mengurangi percampuran kelas antara bayangan awan dan air maka dilakukan *editing* untuk merubah kelas air yang berada dalam area bayangan awan menjadi kelas awan.

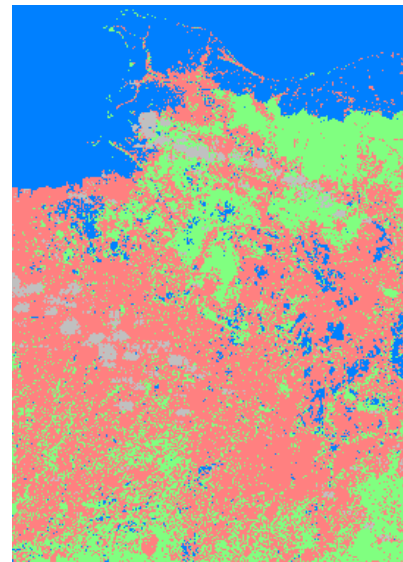
Berdasarkan seri data dalam rentang waktu tiga bulan (8 Juli hingga 12 Oktober 2013), sebagian besar lahan sawah di kabupaten Bekasi terjadi perubahan dari air menjadi vegetatif dan sebagian kecil fase vegetatif telah dipanen pada September sehingga pada Oktober nampak sebagai lahan terbuka. Berdasarkan seri data yang ada khususnya data 25 Agustus 2013 dan 28 Agustus 2014 juga nampak bahwa musim tanam 2014 tidak persis sama dengan musim tanam 2013. Sebagian wilayah mengalami penundaan musim tanam yang ditandai dengan luas lahan sawah dalam fase air pada 2014 jauh lebih besar dibandingkan tahun 2013. Untuk lebih memahami pergeseran musim tanam tersebut dapat dilihat seriutupan lahan pada Gambar 3-1 khususnya Gambar 3-1b dan 3-1e.



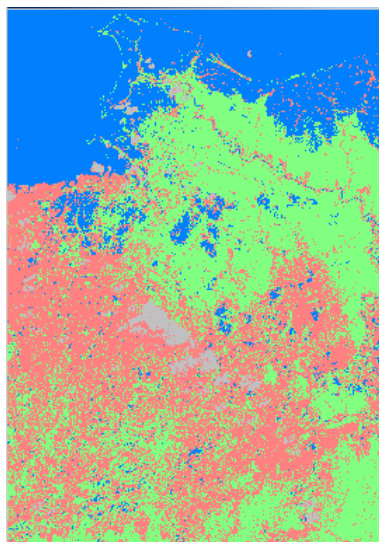
Gambar 3-1a: Penutupan lahan Bekasi dan sekitarnya 8 Juli 2013



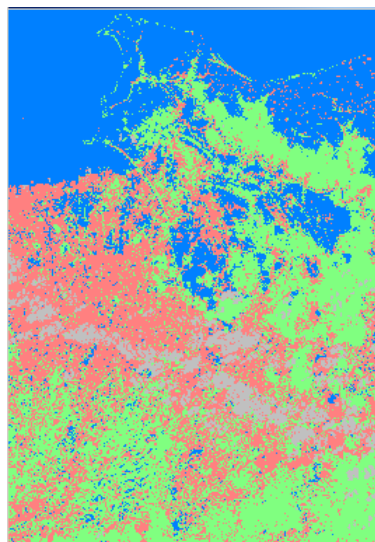
Gambar 3-1b: Penutupan lahan Bekasi dan sekitarnya 25 Agustus 2013



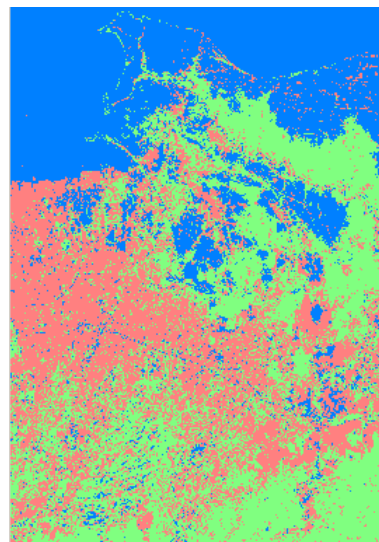
Gambar 3-1c: Penutupan lahan Bekasi dan sekitarnya 10 September 2013



Gambar 3-1d: Penutup lahan Bekasi dan sekitarnya 12 Oktober 2013



Gambar 3-1e: Penutup lahan Bekasi dan sekitarnya 28 Agustus 2014



Gambar 3-1f: Penutup lahan Bekasi dan sekitarnya 13 September 2014

Keterangan: ■ air, ■ lahan terbuka, ■ vegetasi, ■ awan

Tabel 3-1: HASIL REKAPITULASI AKURASI PEMETAAN PERKECAMATAN

NO.	KECAMATAN	USER ACCURACY		PRODUCER ACCURACY		OVERAL ACCURACY	RATAAN
		NONSAWAH	SAWAH	NONSAWAH	SAWAH		
1	Babelan	91.4	60.7	40.4	96.1	67.7	
2	Cabangbungin	84.8	83.5	17.2	99.3	83.5	
3	Karangbahagia	91.9	73.9	21.3	99.2	75.2	
4	Kedungwaringin	91.5	75.6	32.2	98.6	77.4	
5	Muaragembong	99.0	39.8	74.7	95.8	77.8	
6	Pabayuran	93.0	84.5	20.5	99.6	84.9	79.7 %
7	Sukakarya	84.1	75.8	5.8	99.6	75.9	
8	Sukatani	86.0	84.4	28.9	98.8	84.5	
9	Sukawangi	55.4	87.8	13.6	98.3	86.7	
10	Tambelang	89.5	83.7	14.9	99.6	83.9	

Sumber data: Hasil analisis matrik kesalahan

Berdasarkan penutup lahan multiwaktu tersebut telah dilakukan penggabungan untuk memperoleh citra probablitas lahan sawah. Analisis selanjutnya dilakukan dengan matrik kesalahan perkecamatan dengan sampel sepuluh kecamatan menggunakan referensi luas baku lahan sawah skala 1:5000 yang telah divalidasi menggunakan citra SPOT6 multiwaktu. Hasil validasi informasi spasial skala 1:5000

ini menunjukkan bahwa dari 87 titik sampel, 84 titik benar dan hanya tiga titik yang salah dengan demikian akurasi menjadi 96,5%. Hasil validasi pertitik selengkapnya disajikan pada Lampiran 2.

Selengkapnya hasil rekapitulasi pengujian disajikan pada Tabel 3-1 sedangkan hasil lengkapnya disajikan pada Lampiran 3.

Hasil pengujian sebagaimana disajikan pada Tabel 3-1 menunjukkan

bahwa rata-rata *user accuracy* sawah lebih rendah dibandingkan dengan nonsawah. Sedangkan keadaan sebaliknya terjadi untuk rata-rata *producer accuracy* sawah yang lebih tinggi dibandingkan dengan nonsawah. Ketelitian pemetaan non sawah untuk seluruh kecamatan mencapai rata-rata 26,9%. Sedangkan ketelitian pemetaan sawah rata-rata mencapai 98,5%. Dengan kata lain ketelitian pemetaan lahan sawah jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ketelitian pemetaan nonsawah. Rendahnya ketelitian pemetaan nonsawah diduga disebabkan lahan nonsawah juga dapat terpantau adanya perubahan dari vegetasi menjadi lahan terbuka atau sebaliknya sebagai akibat data yang digunakan berbeda musim sehingga ladang misalnya akan terklasifikasi sebagai vegetasi untuk musim hujan dan jika musim kemarau akan terklasifikasi sebagai lahan lahan terbuka/terbuka. Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa ketelitian pemetaan (*overall accuracy*) rata-rata untuk seluruh kecamatan adalah 79,7% dengan ketelitian terendah 67,7% terjadi di Kecamatan Babelan dan tertinggi 86.7% terjadi di Kecamatan Sukawangi.

Jika dilakukan komparasi ketelitian pemetaan (*overall accuracy*)

perkecamatan antara hasil pengujian tahap 1 dengan hasil pengujian tahap 2 ini, ternyata menunjukkan perbedaan ketelitian yang sangat signifikan untuk seluruh kecamatan yang diuji. Pada pengujian tahap kedua ini terjadi peningkatan ketelitian rata-rata lebih dari 600% dibandingkan hasil pengujian tahap sebelumnya, bahkan untuk kecamatan Sukakarya terjadi peningkatan ketelitian lebih dari 1365%. Hasil komparasi setiap kecamatan disajikan pada Tabel 2, sedangkan hasil pengujian ketelitian tahap 1 selengkapnya disajikan pada Lampiran 3.

Dengan hasil pengujian kedua ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal: pertama bahwa model pemetaan lahan sawah berdasarkan teori probabilitas berbasis perubahan penutup lahan multiwaktu cukup baik dengan ketelitian (*overall accuracy*) rata-rata 79,7%. Namun demikian untuk memperoleh hasil yang lebih meyakinkan masih perlu dilakukan validasi di wilayah lain. Kedua bahwa penggunaan data Landsat tunggal sebagai *input* model akan memberikan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan dengan *input* data Landsat mosaik tahunan.

Tabel 3-2: KOMPARASI KETELITIAN PEMETAAN MODEL PERKECAMATAN DARI DUA KALI PENGUJIAN

NO.	KECAMATAN	OVERALL ACCURACY		PENINGKATAN AKURASI (%)
		PENGUJIAN TAHAP 1	PENGUJIAN TAHAP 2	
1.	Babelan	63.5	67.7	107
2.	Cabangbungin	13.3	83.5	628
3.	Karangbahagia	17.9	75.2	420
4.	Kedungwaringin	23.9	77.4	324
5.	Muaragembong	55.3	77.8	141
6.	Pabayuran	11.3	84.9	751
7.	Sukakarya	5.2	75.9	1460
8.	Sukatani	8.8	84.5	960
9.	Sukawangi	17.5	86.7	495
10.	Tambelang	8.5	83.9	987
	RATAAN	22.5	79.7	627.3

Sumber data: Hasil analisis matrik kesalahan

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah disampaikan dapat disimpulkan bahwa: model pemetaan lahan sawah berdasarkan teori probabilitas menggunakan citra multiwaktu cukup teliti dengan akurasi dengan rata-rata 79,7% sehingga dengan demikian dapat dipertimbangkan untuk digunakan mendukung perencanaan di bidang ketahanan pangan khususnya dalam pembuatan basis data untuk pemetaan fase pertumbuhan tanaman padi tiap kabupaten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Dr. Baba Barus, M.Sc atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama penulisan makalah ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Kepala Bidang Sumber Daya Wilayah Darat yang telah memfasilitasi, serta teman-teman peneliti yang telah memberikan masukan dan saran pada pelaksanaan penelitian maupun penulisan makalah ini.

DAFTAR RUJUKAN

Badan Standarisasi Nasional, 2010. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 7645:2010, Klasifikasi Penutup Lahan*, Jakarta.

Jensen, JR., 2005. *Introductory Digital Image Processing - A Remote Sensing Perspective, 3rd Edition*, New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Noviati, Efi R., Paulus BKS., Jaka S., Lili H., Widyawati, Ade S., Dhanang S., Sehusman, Hetty S., Hani HR, Mokhammad S., 2011. *Updating Peta Lahan Baku Sawah Menggunakan GPS*, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, Jakarta.

Parsa, M., 2013. *Kajian Penerapan Teori Probabilitas untuk Pemetaan Lahan Sawah Berbasis Citra Landsat Multiwaktu (Studi Kasus Daerah Tanggamus, Lampung)*, Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan

Data Citra Digital Vol. 10 No. 2 Desember 2013, ISSN 1412-8098. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional-LAPAN.

- Parsa, M., 2014. *Ujicoba Model Pemetaan Lahan Sawah Berbasis Perubahan Penutup Lahan Citra Landsat Mosaik Tahunan Di Jawa Barat*, Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital Vol. 11 No. 1 Juni 2014, ISSN 1412-8098, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional-LAPAN.
- Provost, Fawcett & Kohavi, 1998. *The Case Against Accuracy Estimation for Comparing Induction Algorithms*. www.lingpipe-blog.com, diakses tanggal 20 Mei 2015.
- Suherman M., 2012. *Statistik dan Teori Peluang*, Institut Teknologi Bandung. www.mulin10.files.wordpress.com, diakses tanggal 22 Juli 2013).
- Supervised and Unsupervised Land Use Classification. www.academic.emporia.edu/aberjame/student/banman5, diakses tanggal 15 Juli 2014.
- Suryadi C., 2003. *Probabilitas dan Statistika Dasar, Teori Peluang*, Departemen Teknik Informatika. www.kur2003.if.itb.ac.id, diakses tanggal 22 Juli 2013.
- Triatmoko RP., 2011. *Teori Peluang (Probabilitas)*, www.restupamujitriatmoko.blogspot.com, diakses tanggal 22 Juli 2013.
- Visa S., Brian R., Anca R., Esther van der Knaap, 1998. *Confusion Matrix-based Feature Selection*, www.spatial-analyst.net, diakses tanggal 27 February 2015.
- Wallace J. and Suzanne F., 2010. *Indonesia's National Carbon Accounting System Land Cover Change Program*, National Research Flagships Sustainable Agriculture, CSIRO.
- Mosaik dan Teknik Menghilangkan Awan. www.geointispasial.com/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=90&lang=id, diakses tanggal 8 Juni 2001.

Lampiran 2. Hasil pengecekan informasi spasial lahan sawah 1:5000 kabupaten Bekasi

ID	KELAS	SPOT6	KET.	ID	KELAS	SPOT6	KET.
1	Sawah	Sawah	Benar (B)	45	Sawah	Sawah	B
2	Sawah	Sawah	B	46	Sawah	Sawah	B
3	Sawah	Sawah	B	47	Sawah	Sawah	B
4	Sawah	Sawah	B	48	Sawah	Sawah	B
5	Sawah	Sawah	B	49	Sawah	Sawah	B
6	Nonsawah	Bangunan	B	50	Sawah	Sawah	B
7	Nonsawah	Bangunan	B	51	Nonsawah	Kbn.Campur	B
8	Nonsawah	Kbn.Campur	B	52	Sawah	Sawah	B
9	Nonsawah	Kbn.Campur	B	53	Sawah	Sawah	B
10	Nonsawah	Bangunan	B	54	Sawah	Sawah	B
11	Sawah	Sawah	B	55	Sawah	Bangunan	S
12	Sawah	Sawah	B	56	Sawah	Sawah	B
13	Sawah	Sawah	B	57	Nonsawah	Bangunan	B
14	Sawah	Sawah	B	58	Sawah	Sawah	B
15	Nonsawah	Bangunan	B	59	Sawah	Sawah	B
16	Nonsawah	Kebun	B	60	Sawah	Sawah	B
17	Nonsawah	Bangunan	B	61	Sawah	Sawah	B
18	Nonsawah	Kbn.Campur	B	62	Sawah	Sawah	B
19	Nonsawah	Lhn. Terbangun	B	63	Sawah	Sawah	B
20	Nonsawah	Bangunan	B	64	Sawah	Sawah	B
21	Nonsawah	Bangunan	B	65	Nonsawah	Bangunan	B
22	Nonsawah	Bangunan	B	66	Nonsawah	Bangunan	B
23	Nonsawah	Bangunan	B	67	Nonsawah	Bangunan	B
24	Sawah	Sawah	B	68	Nonsawah	Bangunan	B
25	Sawah	Sawah	B	69	Nonsawah	Kbn.Campur	B
26	Sawah	Sawah	B	70	Nonsawah	Kbn.Campur	B
27	Sawah	Sawah	B	71	Sawah	Sawah	B
28	Sawah	Sawah	B	72	Nonsawah	Kbn.Campur	B
29	Sawah	Sawah	B	73	Sawah	Sawah	B
30	Sawah	Bangunan	Salah (S)	74	Nonsawah	Bangunan	B
31	Nonsawah	Bangunan	B	75	Nonsawah	Bangunan	B
32	Nonsawah	Bangunan	B	76	Sawah	Sawah	B
33	Nonsawah	Bangunan	B	77	Sawah	Sawah	B
34	Sawah	Kbn.Campur	S	78	Sawah	Sawah	B
35	Nonsawah	Kbn.Campur	B	70	Sawah	Sawah	B
36	Sawah	Sawah	B	80	Sawah	Sawah	B
37	Nonsawah	Kbn.Campur	B	81	Sawah	Sawah	B
38	Nonsawah	Kbn.Campur	B	82	Nonsawah	Bangunan	B
39	Sawah	Sawah	B	83	Nonsawah	Bangunan	B
40	Sawah	Sawah	B	84	Nonsawah	Bangunan	B
41	Sawah	Sawah	B	85	Nonsawah	Bangunan	B
42	Sawah	Sawah	B	86	Nonsawah	Bangunan	B
43	Sawah	Sawah	B	87	Sawah	Sawah	B
44	Sawah	Sawah	B				

Lampiran 3. Hasil pengujian ketelitian pemetaan lahan sawah perkecamatan di Kabupaten Bekasi

Lampiran 2a. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kecamatan Babelan

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	Produser	Overall
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	Accuracy	Accuracy
NONSAWAH	1360.2	2008.3	3368.5	40.4	
SAWAH	127.6	3107.9	3235.6	96.1	
Jumlah	1487.8	5116.3			
User Accuracy	91.4	60.7			67.7

Lampiran 2b. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Cabangbungin

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	Produser	Overall
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	Accuracy	Accuracy
NONSAWAH	154.4	744.2	898.6	17.2	
SAWAH	27.7	3760.9	3788.6	99.3	
Jumlah	182.0	4505.2			
User Accuracy	84.8	83.5			83.5

Lampiran 2c. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Karangbahagia

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	Produser	Overall
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	Accuracy	Accuracy
NONSAWAH	302.1	1114.8	1416.9	21.3	
SAWAH	26.7	3150.2	3176.9	99.2	
Jumlah	328.8	4265.0			
User Accuracy	91.9	73.9			75.2

Lampiran 2d. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Kedung waringin

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	Produser	Overall
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	Accuracy	Accuracy
NONSAWAH	310.5	652.9	963.4	32.2	
SAWAH	28.8	2026.7	2055.5	98.6	
Jumlah	339.3	2679.6			
User Accuracy	91.5	75.6			77.4

Lampiran 2e. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Muaragembong

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	Produser	Overall
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	Accuracy	Accuracy
NONSAWAH	9833.1	3337.2	13170.3	74.7	
SAWAH	96.3	2207.7	2304.0	95.8	
Jumlah	9929.4	5544.9			
User Accuracy	99.0	39.8			77.8

Lampiran 2f. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Pabayuran

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	Produser	Overall
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	Accuracy	Accuracy
NONSAWAH	350.5	1358.9	1709.4	20.5	
SAWAH	26.5	7420.0	7446.5	99.6	
Jumlah	377.0	8778.9			
User Accuracy	93.0	84.5			84.9

Lampiran 2g. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Sukakarya

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	<i>Produser</i>	<i>Overall</i>
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	<i>Accuracy</i>	<i>Accuracy</i>
NONSAWAH	70.9	1151.1	1222.0	5.8	
SAWAH	13.4	3601.4	3614.9	99.6	
Jumlah	84.4	4752.5			
<i>User Accuracy</i>	84.1	75.8			75.9

Lampiran 2h. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Sukatani

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	<i>Produser</i>	<i>Overall</i>
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	<i>Accuracy</i>	<i>Accuracy</i>
NONSAWAH	225.9	556.1	782.0	28.9	
SAWAH	36.8	2997.5	3034.2	98.8	
Jumlah	262.6	3553.6			
<i>User Accuracy</i>	86.0	84.4			84.5

Lampiran 2i. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Sukawangi

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	<i>Produser</i>	<i>Overall</i>
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	<i>Accuracy</i>	<i>Accuracy</i>
NONSAWAH	125.9	801.8	927.7	13.6	
SAWAH	101.4	5763.9	5865.3	98.3	
Jumlah	227.3	6565.7			
<i>User Accuracy</i>	55.4	87.8			86.7

Lampiran 2j. Hasil analisis matrik kesalahan untuk Kec Tambelang

HASIL PEMETAAN	Prob<0,5	Prob>0,5	Total	<i>Produser</i>	<i>Overall</i>
REFERENSI	Nonsawah	Sawah	Luas	<i>Accuracy</i>	<i>Accuracy</i>
NONSAWAH	96.1	548.6	644.7	14.9	
SAWAH	11.2	2826.8	2838.0	99.6	
Jumlah	107.3	3375.3			
<i>User Accuracy</i>	89.5	83.7			83.9

Lampiran 3. Hasil analisis ketelitian perkecamatan pengujian tahap satu (sebelumnya)

NO	KECAMATAN	<i>USER ACCURACY</i>		<i>PRODUCER ACCURACY</i>		<i>OVERAL</i>	RATAAN
		NONSAWAH	SAWAH	NONSAWAH	SAWAH	<i>ACCURACY</i>	
1	Babelan	26.5	78.3	32.8	72.7	63.5	22.5
2	Cabangbungin	10.9	24.7	40.4	5.5	13.3	
3	Karangbahagia	15.0	26.2	36.0	10.0	17.9	
4	Kedungwaringin	12.1	42.2	24.6	23.7	23.9	
5	Muaragembong	67.9	19.4	70.5	17.6	55.3	
6	Pabayuran	10.6	15.3	41.5	2.9	11.3	
7	Sukakarya	4.9	14.4	63.0	0.5	5.2	
8	Sukatani	8.2	12.0	33.9	2.3	8.8	
9	Sukawangi	5.8	62.6	37.5	14.7	17.5	
10	Tambelang	7.9	14.2	46.9	1.6	8.5	