

## **PEMANTAUAN LAHAN SAWAH MENGUNAKAN CITRA ALOS AVNIR-2**

**Boedi Tjahjono<sup>1</sup>, Afa H. A. Syafri<sup>1</sup>, Dyah R. Panuju<sup>1</sup>, Antonius Kasno<sup>2</sup>,  
Bambang H. Trisasongko<sup>1</sup>, Febria Heidina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor,  
Jalan Meranti Kampus Dramaga, Bogor 16680. Email: boedi\_tj@yahoo.com

<sup>2</sup> Balai Penelitian Tanah, Departemen Pertanian, Jalan Ir. H. Juanda 98, Bogor

### **ABSTRACT**

Rice production has been one of important issues in food sufficiency and increasingly gains more attention to the government. Suitable monitoring scheme is then required to ensure proper data analysis. Remote sensing offers an efficient way to acquire such data, allowing rapid assessment on agricultural system. Many advances on sensor technology have been witnessed. Nonetheless, each sensor has to be evaluated for a specific task such as monitoring various stages in rice production. This paper discusses the performance of AVNIR-2 sensor combined with two statistical tree algorithms. Interestingly, the result shows the outstanding performance of the third band of the sensor. We obtained overall accuracy around 90%. The research indicates the applicability of sensors with limited bands coupled with suitable algorithms.

**Keywords:** ALOS, AVNIR-2, rice , CRUISE, QUEST.

### **ABSTRAK**

Dalam menyusun kebijakan pemerintah yang terkait masalah swasembada pangan, data produksi pangan memegang peranan yang sangat penting. Selama proses produksi, mekanisme pemantauan sangat diperlukan, terutama menggunakan teknologi penginderaan jauh. Berbagai kemajuan dalam bidang sensor telah menunjang beragam aplikasi praktis seperti pemantauan padi. Namun demikian, berbagai percobaan masih relevan untuk dilakukan, mengingat sensitivitas suatu sensor masih perlu diuji dalam berbagai wilayah. Makalah ini mengkaji keragaan sensor pasif AVNIR-2 dalam memantau berbagai fase pertumbuhan padi, memanfaatkan dua algoritma pohon keputusan. Hasil yang diperoleh menunjukkan kinerja yang baik dari sensor tersebut, terutama pada kanal 3 dengan tingkat akurasi sekitar 90%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa dengan pemanfaatan mekanisme analisis yang tepat, sensor dengan kanal terbatas masih dapat dimanfaatkan untuk tujuan yang spesifik.

**Kata kunci:** ALOS, AVNIR-2, padi, CRUISE, QUEST.

*Diterima (received): 11-6-2009; disetujui untuk publikasi (Accepted): 23-11-2009.*

## PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan mendasar bagi suatu negara termasuk Indonesia. Pertumbuhan penduduk yang tinggi menyebabkan tingkat kebutuhan pangan juga semakin meningkat. Kebutuhan tersebut menjadi mutlak perlu diupayakan secara berkesinambungan. Tingkat kebutuhan yang besar namun tidak diimbangi dengan peningkatan produksi secara langsung ataupun tidak langsung dapat mengancam ketahanan pangan suatu negara. Pada berbagai kasus, hal tersebut dapat mengganggu kestabilan sosial, ekonomi, dan politik.

Dalam menyusun kebijakan pertanian, data produksi pangan merupakan salah satu data yang sangat penting. Keterbaruan data menjadi kunci utama keberhasilan suatu kebijakan. Berbagai mekanisme telah dilakukan untuk memperoleh data pertanian pangan yang aktual dan akurat. Secara umum, data tersebut dapat diperoleh melalui dua mekanisme dasar yaitu survei lapang dan menggunakan teknologi geospasial, terutama penginderaan jauh. Dua informasi dasar yang sangat penting diperoleh adalah data luasan penanaman (awal musim tanam) serta luasan panen.

Telaah literatur menunjukkan bahwa bidang pertanian merupakan salah satu pengguna terbesar data penginderaan jauh. Secara spesifik untuk aplikasi pertanian padi, berbagai percobaan telah dilakukan memanfaatkan sensor pasif (optik) maupun sensor aktif (*Synthetic Aperture Radar*, SAR). Memanfaatkan citra Landsat TM yang dipadu dengan analisis pohon keputusan, Panuju dan Trisasongko (2008) menunjukkan bahwa pemetaan kondisi sawah dapat dilakukan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Merujuk pada Turner (1998), data multitemporal SPOT-XS dapat dimanfaatkan untuk pemetaan dan manajemen lahan sawah. Berbagai penelitian memanfaatkan data Synthetic Aperture Radar (SAR) juga telah dilakukan. Chen dan McNairn (2006) menggunakan pendekatan jaringan saraf (*neural network*) untuk meramalkan produk beras pada skala regional dengan menggunakan sensor RADARSAT-1 polarisasi tunggal. Menggunakan data ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) PALSAR (*Phased Array L-band SAR*) polarisasi penuh, Trisasongko *et al.* (2009) mencoba mengidentifikasi lahan sawah pada status bera di Bogor dengan memanfaatkan metode dekomposisi Freeman-Durden.

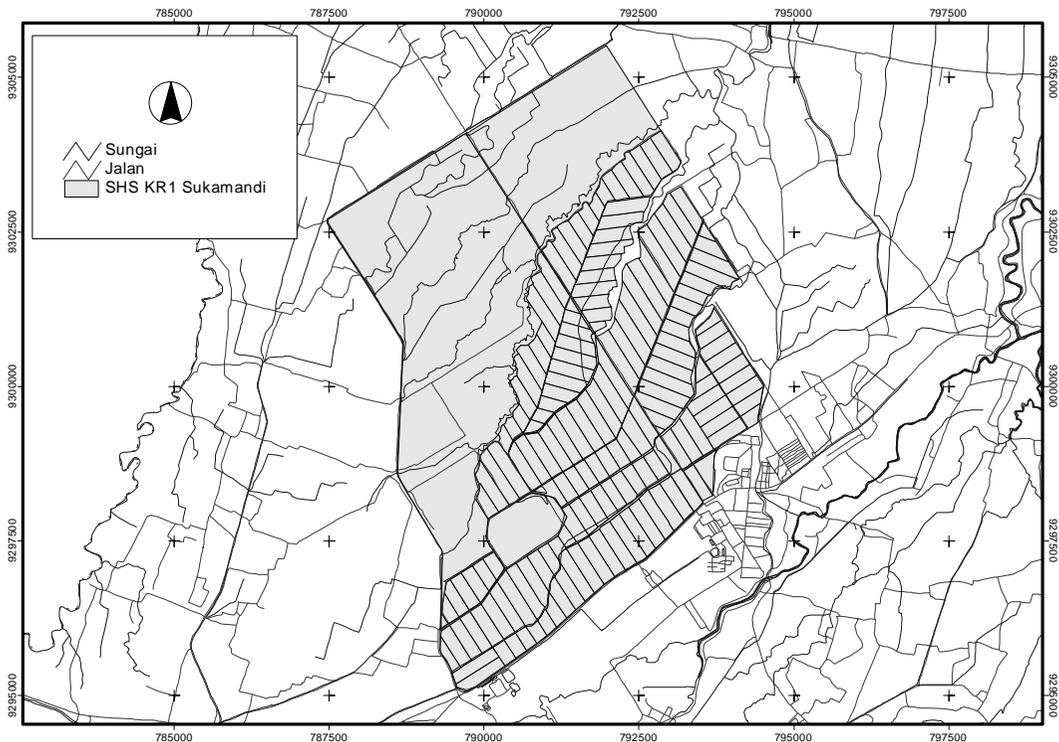
Selain sensor PALSAR yang telah diujikan sebelumnya, satelit penginderaan jauh ALOS, juga memiliki dua sensor lain yaitu *Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping* (PRISM) dan *Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2* (AVNIR-2). Data resolusi tinggi PRISM dapat dimanfaatkan untuk membangun data cakupan lahan sawah, sedangkan data AVNIR-2 memiliki kemampuan untuk memantau wilayah penanaman padi.

Penelusuran literatur menunjukkan kurangnya akumulasi pengetahuan tentang pemanfaatan data AVNIR-2 untuk tujuan pemantauan status penanaman lahan sawah. Mengingat data tersebut sangat penting bagi banyak pemangku kepentingan, maka perlu diupayakan suatu percobaan pemanfaatan data AVNIR-2. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji kinerja data AVNIR-2 dipadukan dengan teknik analisis pohon keputusan (*decision/statistical trees*), dengan sasaran utama mengidentifikasi wilayah panen dan penanaman baru (permulaan musim tanam).

## METODOLOGI

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi pada wilayah pantai utara Jawa, tepatnya berada pada wilayah kerja PT. Sang Hyang Seri, Sukamandi, Kabupaten Subang. Secara administratif, wilayah kerja Sukamandi termasuk dalam 3 kecamatan yaitu Patokbeusi, Ciasem, dan Blanakan. Topografi yang datar merupakan pertimbangan utama pemilihan lokasi, mengingat studi koreksi *terrain* tidak dilakukan pada penelitian ini. Gambar 1 menunjukkan lokasi wilayah studi.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### Data dan Analisis

Citra satelit yang digunakan dalam kajian ini adalah ALOS AVNIR-2 yang diakuisisi pada tanggal 30 Juni 2009. Citra AVNIR-2 memiliki resolusi spasial sebesar 10 meter dan resolusi temporal sebesar 46 hari. Jumlah kanal yang tersedia adalah 4 dalam spektrum tampak dan inframerah dekat. Citra ini digunakan sebagai masukan pada analisis data. Selain itu, digunakan pula citra ALOS PRISM yang digunakan untuk memetakan petakan sawah, mengingat sifat resolusi spasialnya yang tinggi, yaitu 2.5 meter.

Data satelit tersebut ditunjang dengan survei lapangan intensif yang berlangsung mulai tanggal 8 Juli selama 2 minggu. Data lapangan yang dikumpulkan antara lain kondisi sawah (bera, penggenangan untuk masa tanam baru, fase vegetatif dan fase generatif), tinggi tanaman, serta varietas yang ditanam. Informasi tersebut dikumpulkan dengan

bantuan perangkat GPS resolusi tinggi dengan deviasi posisi sekitar 3-4 meter. Untuk menghindari bias, penetapan lokasi pengamatan dilakukan pada posisi berjarak kurang lebih 50 meter dari batas petakan luar.

Berdasarkan kondisi data tersebut, pendekatan analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan klasifikasi terbimbing. Teknik yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma pohon keputusan. Berbagai algoritma pohon keputusan saat ini telah tersedia pada literatur dan perangkat lunak. Beberapa diantaranya yang paling banyak digunakan adalah CART, C4.5, CHAID serta *RandomTree*. Untuk penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah QUEST dan CRUISE.

QUEST (Quick, Unbiased, Efficient Statistical Trees) diperkenalkan oleh Loh dan Shih (1997). QUEST merupakan algoritma pemisahan (*split*) biner pohon keputusan yang dapat digunakan untuk tujuan klasifikasi dan *data mining*. Pada algoritma ini, proses pemisahan dapat dilakukan pada peubah tunggal (*univariate*) atau berdasarkan kombinasi linier. Pada kasus penginderaan jauh, kinerja metode ini telah mulai ditelaah, seperti yang dilaporkan oleh Pal dan Mather (2003) serta Panuju dan Trisasongko (2008). Sebagai penguji tandingan, penelitian ini menggunakan algoritma CRUISE (*Classification Rule with Unbiased Interaction Selection and Estimation*) yang diperkenalkan oleh Kim dan Loh (2001). Algoritma tersebut merupakan variasi dari pohon keputusan yang dapat menggunakan *unbiased multiway splits* dalam proses pembentukan keputusannya. Pada perkembangannya, metode CRUISE ini dikembangkan lebih lanjut dengan menyatukan model tangkai pohon (*node*) *bivariate linear discriminant* (Kim and Loh, 2003). Namun demikian, penelitian ini menggunakan versi awal dari CRUISE sebagai pembanding QUEST.

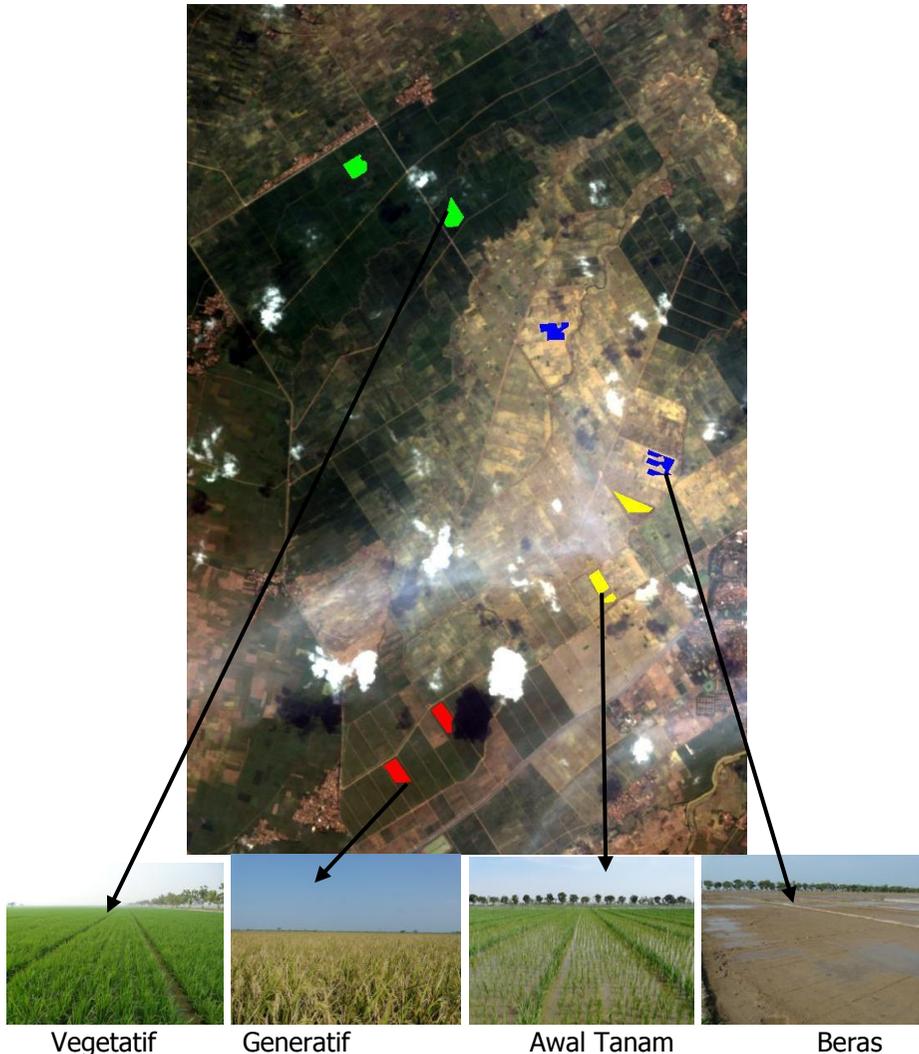
Terdapat 1.000 piksel yang diambil pada proses pengambilan contoh untuk masing-masing kelas penutupan aktual lahan sawah (bera, awal tanam, fase vegetatif, fase generatif). Dari keseluruhan data tersebut, 500 piksel (50%) digunakan sebagai data pembangun (*training*) pohon keputusan, sedangkan sisanya digunakan dalam proses pengujian akurasi. Kedua contoh tersebut diambil pada lokasi yang terpisah untuk menghindari otokorelasi spasial. Selanjutnya, kinerja metode klasifikasi tersebut dibandingkan dengan melakukan analisis matrik akurasi. Untuk menunjang analisis tersebut, juga dihitung koefisien Kappa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Klasifikasi

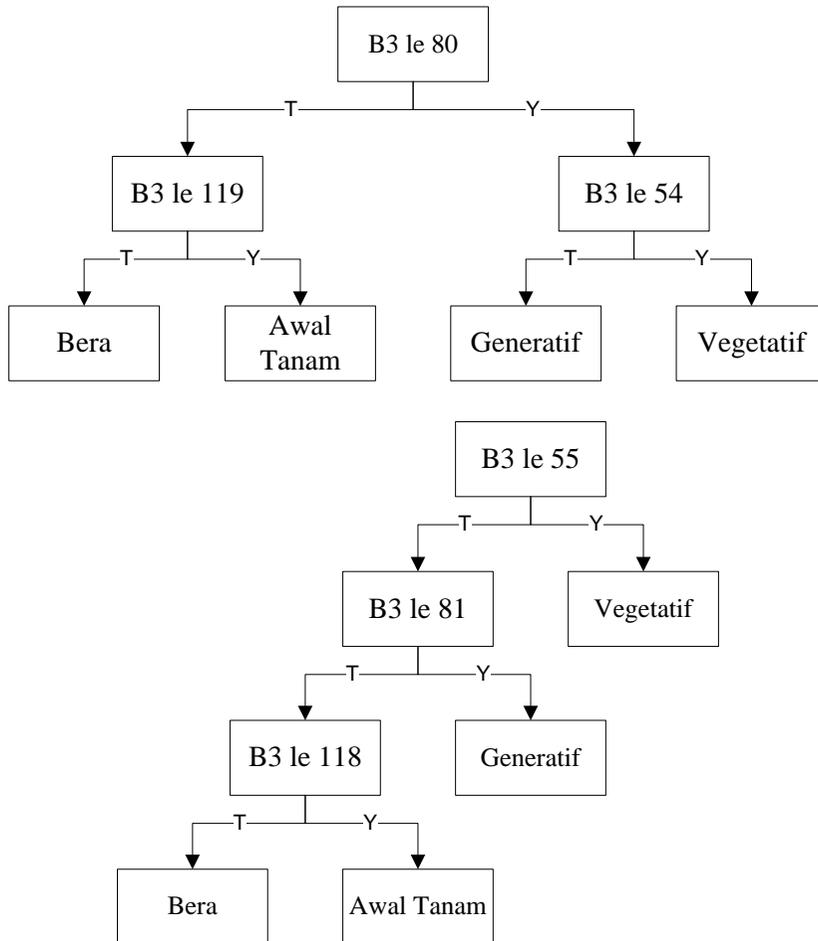
Dalam perspektif penginderaan jauh optik, salah satu tantangan utama pemanfaatan data adalah gangguan atmosfer dalam bentuk awan dan *haze*. Gangguan awan (dan bayangannya) pada umumnya tidak dapat diperbaiki; pada analisis data penginderaan jauh, gangguan ini direpresentasikan sebagai data hilang (*missing data*) yang memerlukan proses *masking* dalam keseluruhan analisis. Berbeda dengan obyek sebelumnya, gangguan karena *haze* sangat dilematis. Obyek tersebut pada umumnya menjadi topik kajian koreksi atmosferik; namun demikian proses yang relatif kompleks menjadikan proses ini belum menjadi prioritas bagi kebanyakan pengguna. Data AVNIR-2 yang digunakan dalam penelitian ini juga dipengaruhi oleh awan dan *haze* seperti disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan data lapangan yang cukup memadai, pengambilan contoh dilakukan dengan memanfaatkan citra komposit RGB 321, menghasilkan kenampakan yang cukup alami. Gambar 2 menunjukkan lokasi contoh yang ditetapkan berdasarkan data lapangan.



**Gambar 2. Citra ALOS AVNIR-2 wilayah PT. Sang Hyang Seri, Subang.**

Data pembangun selanjutnya digunakan untuk mengkonstruksi pohon keputusan melalui algoritma QUEST dan CRUISE. Pohon keputusan yang dihasilkan disajikan pada Gambar 3. Terlihat pada gambar tersebut, pohon keputusan yang diturunkan dari kedua algoritma tersebut sangat sederhana. Kesederhanaan struktur tersebut pada segi komputasi berdampak positif dengan tingginya kecepatan pemrosesan. Hal ini tentu saja sangat penting bagi pengolahan data pada wilayah yang luas.

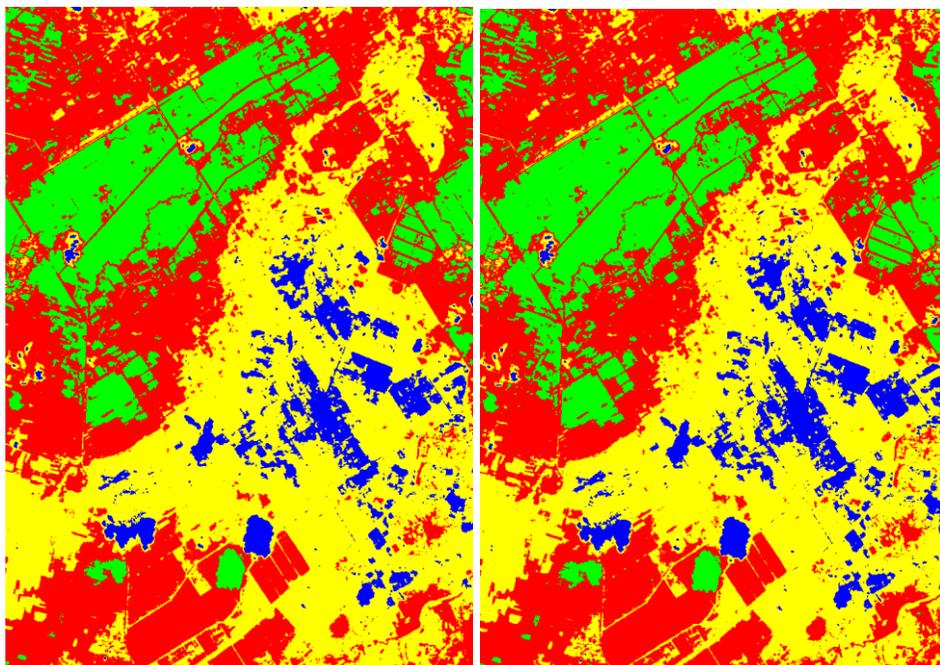


Gambar 3. Pohon keputusan berdasarkan algoritma QUEST (atas) dan CRUISE (bawah)

Telaah lebih lanjut menunjukkan hasil yang sangat menarik. Seperti ditunjukkan pada pohon keputusan, semua komponen cabang menggunakan band ketiga dari ALOS AVNIR-2 yang memiliki panjang gelombang 0.61 – 0.69 mikrometer. Hal ini menunjukkan bahwa panjang gelombang tersebut cukup mampu berperan sebagai diskriminator untuk seluruh kelas penutupan lahan sawah. Hasil ujicoba ini juga mengindikasikan bahwa kebutuhan pembaruan data luas panen dan areal penanaman baru dapat dilakukan dengan sistem sensor dengan jumlah kanal yang terbatas, mirip dengan hasil penelitian yang telah dipublikasikan sebelumnya (Panuju dan Trisasongko, 2008). Implementasi kedua pohon keputusan tersebut pada citra AVNIR-2 disajikan pada Gambar 4.

**Akurasi**

Secara umum, kenampakan visual hasil klasifikasi yang diperoleh dari kedua metode tersebut hampir sama. Untuk memperoleh kesimpulan kuantitatif algoritma yang menghasilkan akurasi lebih tinggi, maka diperlukan analisis akurasi. Memanfaatkan data penguji (*testing*), maka bias dalam menarik kesimpulan dapat diminimalkan. Hasil analisis akurasi disajikan pada Tabel 1 dan 2.



**Gambar 4. Hasil klasifikasi QUEST (kiri) dan CRUISE (kanan). Kode warna: biru=bera; kuning=awal tanam; hijau=vegetatif; merah=generatif.**

**Tabel 1. Akurasi klasifikasi QUEST. Akurasi total adalah 93.9%.**

		Data Lapangan		
		Bera	Awal Tanam	Vegetatif
Bera	96.6	0.0	0.0	0.0
Awal Tanam	3.4	79.0	0.0	0.0
Vegetatif	0.0	0.0	100.0	0.0
Generatif	0.0	21.0	0.0	100.0

**Tabel 2. Akurasi klasifikasi CRUISE. Akurasi total adalah 89.3%**

		Data Lapangan		
		Bera	Awal Tanam	Vegetatif
Bera	97.4	0.0	0.0	0.0
Awal Tanam	2.6	59.6	0.0	0.0
Vegetatif	0.0	0.0	100.0	0.0
Generatif	0.0	40.4	0.0	100.0

Secara umum, kelas penutupan bera, vegetatif dan generatif dapat diidentifikasi dengan baik, dengan tingkat kepercayaan yang tinggi. Status bera dapat diidentifikasi mengingat kenampakannya yang khas yang ditandai dengan hilangnya tutupan vegetasi. Penelitian pendahuluan (Panuju dan Trisasongko, 2008) memperlihatkan tingkat kesulitan yang lebih tinggi dalam memisahkan kelas vegetatif dan generatif pada data Landsat TM/ETM. Pada penelitian ini, hasil yang lebih baik diperoleh dengan cukup tingginya kepercayaan pada pemisahan kedua kelas tersebut. Namun demikian, kondisi yang terbalik, terjadi pada kelas awal tanam. Kedua algoritma yang digunakan kurang mampu

memisahkan status awal tanam terhadap fase generatif, terutama pada penggunaan algoritma CRUISE. Telaah lanjutan menunjukkan peluang efek *haze* terhadap data pembangun. Namun demikian, Tabel 1 menunjukkan indikasi bahwa algoritma QUEST cukup mampu menangani data yang memiliki bias.

## **KESIMPULAN**

Sampai saat ini, citra ALOS AVNIR-2 telah banyak digunakan untuk pemantauan sumberdaya alam dan lingkungan. Penelitian ini mengetengahkan pengujian citra tersebut untuk pemantauan lahan sawah, terutama untuk memperoleh indikasi cakupan panen dan areal sawah yang sedang memulai musim tanam baru. Memanfaatkan dua algoritma klasifikasi pohon keputusan CRUISE dan QUEST, citra ALOS AVNIR-2 menunjukkan potensi yang besar untuk tujuan tersebut. Kajian ini menunjukkan hasil yang menarik untuk dikaji lebih lanjut yaitu bahwa band tunggal (yaitu band 3) dapat dimanfaatkan untuk tujuan di atas secara individual. Hal lain yang cukup menarik dipelajari adalah efektivitas kedua algoritma tersebut dalam membangun pohon keputusan, yang dapat berdampak pada kecepatan analisis data. Analisis kuantitatif menunjukkan bahwa kedua algoritma mampu menghasilkan peta tematik dengan akurasi yang cukup tinggi, yaitu sekitar 90%. Namun demikian, hasil yang lebih tinggi ditunjukkan oleh QUEST. Hal ini memperkuat hasil terdahulu menggunakan data Landsat TM dan ETM.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini sepenuhnya dibiayai oleh program penelitian KKP3T, Departemen Pertanian. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan yang diberikan oleh pimpinan Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan serta Pusat Pengkajian Perencanaan dan Pengembangan Wilayah (P4W), Institut Pertanian Bogor.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Chen, C., McNairn, H. 2006. A neural network approach for rice crop monitoring. *International Journal of Remote Sensing*, 27(7), 1367-1393.
- Kim, H., Loh, W-Y. 2001. Classification trees with unbiased multiway splits. *Journal of the American Statistical Association*, 96, 589-604.
- Kim, H, Loh, W-Y. 2003. Classification trees with bivariate linear discriminant node models. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 12(3), 512- 530.
- Loh, W-Y, Shih, Y-S. 1997. Split selection methods for classification trees. *Statistica Sinica*, 7, 815-840.
- Pal, M, Mather, PM. 2003. An assessment of the effectiveness of decision tree methods for land cover classification. *Remote Sensing of Environment*, 86(4), 554-565.
- Panuju, DR, Trisasongko, B. 2008. The use of statistical tree methods on rice field mapping. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 14(2), 75-84.
- Trisasongko, B, Raimadoya, MA, Manijo. 2009. Pemanfaatan data SAR polarimetri untuk observasi sumberdaya lahan. Prosiding Semiloka Geomatika-SAR Nasional. Bogor, 21 April 2009.
- Turner, MD. 1998. Classification of multi temporal SPOT-XS satellite data for mapping rice fields on a West African floodplain. *International Journal of Remote Sensing*, 19(1), 21-41.