



Pusat  
Pengkajian Perencanaan dan  
Pengembangan Wilayah  
Insitut Pertanian Bogor

Center for Regional System Analysis  
Planning and Development  
Bogor Agricultural University

# Working Paper

No.2 | Februari 2012

## **STUDI TUTUPAN HUTAN DATARAN RENDAH DAN LAHAN BASAH MEMANFAATKAN CITRA ALOS PALSAR K&C-50**

*La Ode Syamsul Iman, Bambang H. Trisasongko, Diar Shiddiq,  
Baba Barus, Dyah R. Panuju, Gusmaini Chaniago*

Pusat Pengkajian Perencanaan dan Pengembangan Wilayah (P4W)  
Center for Regional System Analysis Planning and Development  
Kampus IPB Barangsiang, Jl. Raya Pajajaran Bogor-16144, Jawa Barat, Indonesia  
Telp/Fax : +62-251-8359072  
e-mail : p4w\_ipb@yahoo.com

# Studi Tutupan Hutan Dataran Rendah dan Lahan Basah Memanfaatkan Citra ALOS PALSAR K&C-50

La Ode Syamsul Iman<sup>1</sup>, Bambang H. Trisasongko<sup>1,2</sup>, Diar Shiddiq<sup>1</sup>, Baba Barus<sup>1,2</sup>,  
Dyah R. Panuju<sup>1,2</sup>, Gusmaini Chaniago<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Divisi Sistem Informasi Wilayah, P4W-LPPM, Institut Pertanian Bogor.  
Jalan Pajajaran, Bogor 16143. e-mail: odesyam74@gmail.com

<sup>2</sup>Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor.  
Jalan Meranti, Bogor 16680

## ABSTRAK

Advanced Land Observing Satellite (ALOS) merupakan salah satu satelit yang banyak ditelaah saat ini walaupun telah tidak difungsikan lagi. Salah satu sensor yang penting untuk Indonesia adalah Phased-Array L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR) yang merupakan sensor aktif dan dapat beroperasi di hampir sembarang kondisi cuaca dan atmosfer. Tingginya liputan awan sepanjang tahun di banyak wilayah Indonesia menunjukkan pentingnya penguasaan analisis data SAR untuk berbagai keperluan.

Salah satu sumberdaya penting yang perlu dikelola dengan baik adalah hutan, terutama hutan dataran rendah dan kawasan lahan basah. Wilayah ini sangat rentan terhadap konversi lahan terutama untuk perusahaan perkebunan. Provinsi Riau merupakan salah satu provinsi dengan kecepatan perubahan penggunaan lahan tertinggi di Indonesia. Secara umum, lokasi dengan tutupan lahan hutan dataran rendah dan lahan basah semakin terbatas. Salah satu wilayah yang penting dipertahankan adalah Pulau Rupat yang juga strategis mengingat lokasinya yang berdekatan dengan Malaysia.

Penelitian ini menunjukkan bahwa data PALSAR Kyoto & Carbon (K&C) yang diperoleh gratis dari Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) dapat dimanfaatkan untuk perolehan data tutupan lahan hutan pada skala tinjau. Citra ini juga ditunjukkan bermanfaat untuk deteksi wilayah lahan basah utamanya mangrove yang berlokasi di wilayah pantai dan sekitar sungai pada dataran rendah.

**Katakunci:** ALOS, PALSAR K&C, hutan dataran rendah, lahan basah, mangrove, klasifikasi berbasis pengetahuan, Rupat

# 1. PENDAHULUAN

Indonesia, bersama beberapa negara Amerika Latin dan Afrika, memiliki liputan hutan tropika yang sangat besar. Namun demikian, berbagai laporan menunjukkan kejadian konversi dan degradasi hutan yang sangat signifikan telah terjadi di pulau-pulau besar seperti Sumatera dan Kalimantan. Dengan memanfaatkan data MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer), Fuller *et al.* (2004) melaporkan bahwa sekitar 3 juta hektar hutan telah mengalami deforestasi sejak kejadian El Nino tahun 1997-1998 di wilayah Kalimantan. Konversi hutan yang sangat cepat juga telah dilaporkan oleh Tomich and van Noordwijk (1995).

Beberapa laporan penelitian menunjukkan bahwa hutan dataran rendah merupakan salah satu sasaran dalam kejadian deforestasi skala besar. Curran *et al.* (2004) melaporkan bahwa hutan dataran rendah di Kalimantan merupakan wilayah yang sangat potensial terdegradasi dengan jumlah konversi lebih dari 50% dari tahun 1985-2001. Di Sumatra, deforestasi di wilayah dataran rendah juga telah ditelaah (Linkie *et al.* 2004). Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa dua faktor yang ditengarai terkait dengan degradasi adalah elevasi dan jarak dari jalan.

Lahan basah (*wetlands*) merupakan ekosistem *intermediate* yang unik dan khas. Sumberdaya alam yang melingkupinya memiliki fungsi hidro-orologis dan fungsi lingkungan lain yang adaptif berperan penting sebagai penghasil dan penyimpan karbon, fungsi hidrologis, konservasi dan keanekaragaman hayati bagi spesies endemik di lokasi tertentu. Tingginya dinamika perkembangan wilayah di Indonesia, berpengaruh terhadap keberlangsungan ekosistem lahan basah yang menjadi salah satu faktor penting dalam perkembangan lingkungan dan perubahan iklim yang terjadi saat ini. Pemantauan mengenai kondisi lingkungan dan karakteristiknya serta sebaran aktual lahan basah merupakan salah satu faktor kunci dalam mengukur tingkat perkembangan tersebut. Ancaman keberlangsungan lahan basah sangat tinggi, seperti dilaporkan oleh Anderson and Bowen (2000) yang menelaah data di Sumatera bagian Selatan. Tingkat kebakaran yang tinggi menjadi salah satu faktor ancaman penting yang terkait dengan pelepasan karbon di atmosfer. Namun demikian, pelepasan karbon tidak hanya terkait dengan kebakaran hutan. Lahan basah yang terdrainase juga diketahui menyumbangkan emisi karbon ke atmosfer (Hooijer *et al.* 2010), sehingga wilayah yang terganggu ini perlu mendapat perhatian lebih.

Sebaran lahan basah di Indonesia merupakan luasan lahan basah terbesar di Asia dengan luasan mencapai 38 juta hektar dimana sekitar 40% berada di Sumatera. Secara umum karakteristik lahan basah di Indonesia meliputi kondisi alami antara lain rawa, gambut, hutan mangrove, dll., dan kondisi buatan antara lain sawah, tambak, dll. Peta lahan basah saat ini telah tersedia secara nasional. Namun demikian, skala yang ada masih terbatas dan belum dapat dimanfaatkan pada liputan wilayah dengan skala semi detil.

Kebijakan nasional mengenai Pengelolaan Kawasan Gambut Berkelanjutan merupakan aspek penting terkait dengan perlindungan ekosistem lahan basah khususnya lahan gambut untuk tetap dipertahankan sebagai kawasan lindung gambut dan kawasan budidaya lahan gambut sesuai Permen Pertanian No.14/Permentan/PL 110/2/2009. Dengan dasar peraturan tersebut, data dan informasi lahan basah khususnya penyebaran

lahan gambut di Indonesia perlu diperkuat. Salah satu teknik perolehan data yang dapat diimplementasikan adalah dengan teknologi penginderaan jauh.

Makalah ini ditujukan untuk menelaah kontribusi data penginderaan jauh pada upaya perolehan informasi wilayah dataran rendah dan lahan basah. Mengingat sebagian wilayah Indonesia memiliki liputan awan yang sangat tinggi, maka pada makalah ini akan dibahas aplikasi sensor Synthetic Aperture Radar (SAR) yang memiliki respon rendah terhadap atenuasi atmosfer lokal.

## **2. PENGINDERAAN JAUH UNTUK INFORMASI TUTUPAN LAHAN BASAH**

Pemanfaatan data penginderaan jauh dalam mengidentifikasi obyek dipermukaan bumi telah lama berkembang seiring dengan perkembangan teknologi kebumihuman melalui foto udara dan citra satelit multispektral. Teknologi penginderaan jauh berperan penting karena kemampuannya dalam menyediakan data cakupan secara kontinyu dan rutin, serta membantu dalam proses pengamatan dan penentuan obyek riil lapangan sesuai karakteristiknya.

Perkembangan dan monitoring lahan basah telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai analisis citra satelit optik untuk mengidentifikasi tampak visual objek yang diamati. Pada wilayah *temperate*, citra Landsat ETM+ telah menjadi data dasar bagi upaya klasifikasi penutupan lahan basah (Baker *et al.* 2006). Di wilayah tropika basah seperti Australia bagian Utara, citra optik seperti Landsat TM dan SPOT juga telah dimanfaatkan (Harvey and Hill 2001). Penggunaan citra multispektral dalam aplikasinya mengalami kendala utama cakupan awan yang besar sehingga kenampakan objek pengamatan menjadi tidak jelas. Hal ini sangat terlihat bila diaplikasikan di wilayah tropika basah seperti di Indonesia.

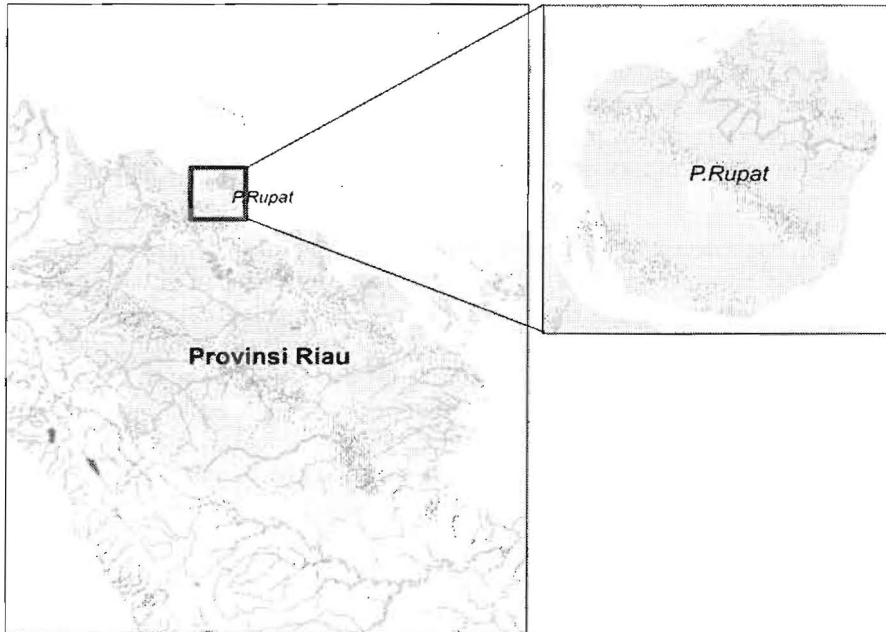
Identifikasi lahan gambut dengan menggunakan data penginderaan jauh telah lama dimanfaatkan untuk berbagai penelitian dan observasi. Pengembangan metode identifikasi lahan basah dengan pemanfaatan citra satelit yang telah dilakukan antara lain pengamatan objek secara visual berdasarkan faktor kelembaban, relief/topografi dan vegetasi alami dengan citra Landsat MSS di Kab. Pesisir Selatan Sumatera Barat (Wahyunto dan Heryanto 2000), pemetaan kawasan gambut berdasarkan karakteristik hidrologis dan kubah gambut dengan citra optik Landsat dan citra radar (Barus dan Iman 2009), Pemetaan lahan basah dengan citra radar L band (Iman 2009).

Pemanfaatan data radar yang meniadakan permasalahan yang dihadapi oleh sensor citra optik, menjadi satu solusi untuk melihat secara jelas objek yang diamati. Sensor SAR (Synthetic Aperture Radar) memiliki tingkat sensitivitas terhadap 2 sifat fisik objek yaitu kekasaran permukaan dan kelembaban objek. Hal ini sangat berperan dalam pengaplikasian ke berbagai fenomena alam dan lingkungan. Kasischke and Bourgeau-Chavez (1997) menunjukkan bahwa C-band SAR seperti ERS-1 dapat dimanfaatkan untuk pemantauan lahan basah di wilayah Florida, AS. Di wilayah Amazon, Martinez and Le Toan (2007) menunjukkan bahwa lahan gambut (*bog*) dapat diindera dengan baik melalui data deret waktu SAR L-band.

### 3. METODOLOGI

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di wilayah Provinsi Riau. Provinsi ini sangat penting untuk ditelaah mengingat tingginya laju konversi lahan dalam 2 dekade terakhir. Konversi umumnya terjadi mengingat kebutuhan lahan yang tinggi terhadap lahan perkebunan, terutama kelapa sawit, dan hutan tanaman industri. Salah satu kawasan hutan dataran rendah yang tersisa di provinsi ini adalah Pulau Rupat. Gambar berikut menyajikan peta lokasi studi.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

#### 3.2. Data dan Analisis

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah ALOS PALSAR K&C yang diperoleh gratis dari web JAXA ([http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/kc\\_mosaic/kc\\_mosaic.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/kc_mosaic/kc_mosaic.htm)). ALOS PALSAR K&C memiliki resolusi spasial 50 meter dan dibangun dari berbagai observasi antar waktu dan *overpass*. Jenis data ini memiliki kanal ganda yang dibangun dari data resolusi tinggi FBD (polarisasi HH dan HV). Dengan demikian, PALSAR K&C juga memiliki kanal ganda HH dan HV. Terdapat tiga jenis data PALSAR yang tersedia, masing-masing merepresentasikan tiga tahun pengamatan yang berbeda yaitu 2007, 2008 dan 2009. Pada penelitian ini hanya dilakukan analisis pada data PALSAR tahun 2009. Data tambahan lain yang digunakan adalah informasi sekunder yang diperoleh dari GoogleEarth dan hasil survei perkebunan (lapangan) yang telah dilaksanakan sebelumnya. Pada penelitian ini, data PALSAR K&C dikonversi menjadi GeoTIFF menggunakan perangkat lunak MapReady yang juga dapat diperoleh gratis dari web Alaska SAR Facility (ASF).

Analisis pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengkaji karakteristik hamburan balik PALSAR K&C pada beberapa jenis penutupan lahan. Hasil interpretasi GoogleEarth dan informasi lainnya menunjukkan bahwa terdapat 6 kelas penutupan lahan utama di wilayah studi. Kelas penutupan lahan tersebut adalah: tubuh air (laut), tanah terbuka, vegetasi rendah (diantaranya adalah semak, tanaman perkebunan (kelapa sawit) yang masih muda, serta pertanian lahan kering/tegalan), kelapa sawit dewasa, mangrove, dan hutan dataran rendah. Sebanyak 1000 piksel dari masing-masing kelas tersebut diperoleh berdasarkan hasil interpretasi GoogleEarth dan informasi lainnya. Keseluruhan contoh selanjutnya ditelaah dari segi variabilitas dan penciri penting secara statistik.

Selanjutnya, analisis secara kuantitatif dilakukan, yaitu dengan memanfaatkan metode pemisahan spektral. Terdapat beberapa metode yang dapat diterapkan dalam upaya ini, diantaranya adalah Jarak Jeffries-Matusita dan Transformed Divergence (TD) (D'Urso and Menenti 1996). Pada penelitian ini, metode Transformed Divergence diterapkan untuk memperoleh indikasi keterpisahan kelas pada keseluruhan data yang digunakan. Secara matematis, Transformed Divergence didefinisikan sebagai berikut:

$$TD_{ij} = 2[1 - \exp(-\frac{D_{ij}}{8})]$$

dimana  $TD_{ij}$  = parameter TD dan  $D_{ij}$  adalah parameter yang diperoleh dari persamaan berikut:

$$D_{ij} = 0,5[(C_i - C_j)(C_{i-1} - C_{j-1})] + 0,5\text{tr}[(C_{i-1} - C_{j-1})(C_{i-1} - C_{j-1})^T]$$

Parameter  $\bar{c}_i$  adalah nilai rata-rata vektor kelas ke- $i$  sedangkan  $C_i$  nilai matriks kovarian kelas ke- $i$ , sedangkan tanda  $\text{tr}$  menotasikan fungsi *trace* dalam aljabar matriks dan  $T$  menunjukkan fungsi transposisi. Dari persamaan TD di atas, maka diketahui bahwa nilai TD berkisar antara 0 sampai dengan 2. Nilai maksimum diperoleh pada saat nilai  $\alpha$  sama dengan tak hingga.

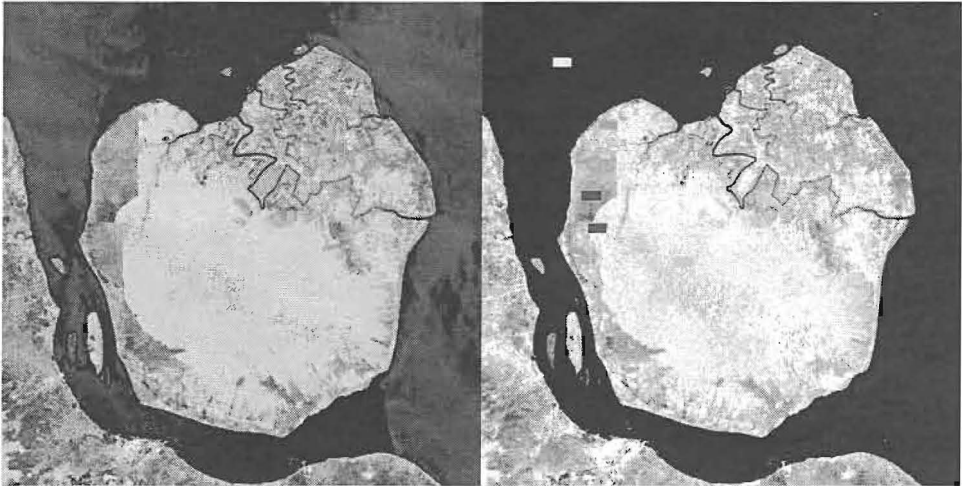
Pengetahuan yang diperoleh sebelumnya menjadi dasar bagi pembangunan *rule* klasifikasi berbasis pengetahuan. Klasifikasi ini selanjutnya diterapkan pada keseluruhan citra sehingga diperoleh peta tematik penutupan lahan. Jumlah sampling yang digunakan adalah 1000 piksel untuk masing-masing kelas penutupan lahan. Hasil pembangunan *rule* selanjutnya diimplementasikan pada seluruh citra. Analisis akhir pada penelitian ini adalah analisis *confusion matrix* dan akurasi total.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Ciri Hamburan Balik

Analisis hamburan balik telah banyak dikenal dan diterapkan pada berbagai tutupan lahan hutan seperti hutan boreal (misalnya penelitian oleh Kurvonen *et al.* 1999) dan hutan tropika basah (Proisy *et al.* 2000). Analisis pada data hamburan balik umumnya dilakukan pada satuan decibel (dB) yaitu unit logaritmik dari DN (linier). Pada penelitian ini, analisis data hamburan balik dilakukan tetap pada komponen linier dan tidak dilakukan konversi ke decibel.

Data polarisasi ganda seperti PALSAR K&C memerlukan penanganan dalam tampilan kompositnya. Hal ini disebabkan oleh hanya tersedia 2 polarisasi (HH dan HV) dari 3 kanal yang dibutuhkan (Red, Green dan Blue). Beberapa pendekatan dapat dilakukan, diantaranya adalah dengan menggunakan kanal “baru” hasil perhitungan aritmatika seperti pembagian. Pada penelitian ini, kanal tambahan diperoleh dengan membagi nilai hamburan balik HH dengan polarisasi HV. Hasil citra komposit disajikan pada gambar berikut.



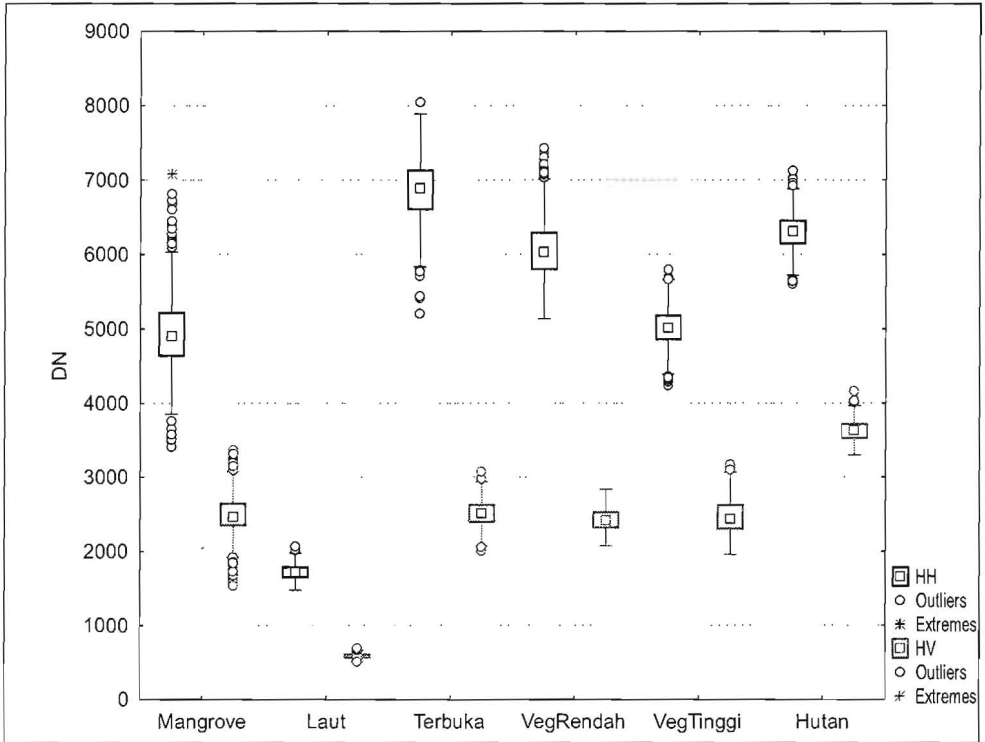
Gambar 2. Citra Komposit PALSAR PLR (R:HH; G:HV; B:HH/HV) (kiri) dan lokasi contoh (kanan). Putih=Laut; Merah=Lahan Terbuka; Hijau=Vegetasi Rendah; Biru=Sawit Dewasa; Kuning=Mangrove; Cyan=Hutan

Citra komposit menunjukkan pola warna yang sangat jelas antara beberapa kelas tutupan lahan yang ada di lokasi studi. Tubuh air merupakan obyek yang sangat mudah teridentifikasi dari data SAR. Air memiliki permukaan yang cukup halus sehingga sinyal SAR yang datang (*incidence signal*) sebagian besar akan dipantulkan menjauhi sensor. Kondisi ini menjadikan kenampakan pada berbagai obyek, pada berbagai polarisasi, akan terlihat gelap. Jenis pantulan ini dikenal dengan jenis pantulan spekular atau tunggal (*single bounce*).

Pada lokasi perkotaan, kondisi yang berlawanan terjadi. Sinyal datang akan mengalami pantulan balik oleh dinding permukiman, sehingga sebagian besar pantulan balik akan kembali ke sensor dan memiliki intensitas yang tinggi sehingga terlihat berwarna putih. Jenis pantulan ini dikenal dengan jenis pantulan ganda (*double bounce*). Kota Dumai yang berlokasi di seberang Pulau Rupa terlihat cukup jelas, walaupun memiliki luasan yang terbatas.

Hutan dataran rendah juga terlihat cukup kontras dengan warna hijau muda. Kontribusi terbesar adalah dari polarisasi HV yang telah dikenal lebih sensitif terhadap pola pantulan baur (*difuse*) dari vegetasi ber kayu. Wilayah yang terbuka atau dengan vegetasi yang kurang mendominasi piksel yang diamati juga terlihat cukup menonjol dengan warna jingga.

Dengan memanfaatkan analisis statistika eksploratif, dapat diketahui karakteristik penting dari suatu kelas penutupan lahan dari data PALSAR K&C seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola sebaran polarisasi HH dan HV

Hasil eksplorasi menunjukkan bahwa secara umum angka digital (DN) hamburan HV lebih homogen dibandingkan dengan DN HH di seluruh kelas tutupan lahan. Disamping ragam yang lebih homogen, nilai DN HV juga cenderung lebih rendah dibandingkan dengan nilai DN HH. Hal ini dapat dijelaskan dari interaksi sinyal polarisasi HH dengan tumbuhan yang lebih kompleks. HH diketahui memiliki interaksi baik dengan kanopi maupun dengan batang. Tingginya hamburan dengan demikian dapat disinyalir berasal dari pantulan akhir komponen batang, setelah diteruskan oleh kanopi.

Sesuai dengan teori yang telah dijelaskan di atas perihal hamburan spekular, kelas tutupan lahan tubuh air memiliki nilai pantulan yang paling rendah pada semua jenis polarisasi yang ada. Nilai tubuh air terlihat ekstrim dibandingkan dengan kelas tutupan lainnya. Hal ini mengindikasikan tingginya nilai indeks separasi yang akan dibahas pada bagian berikut.

Pada polarisasi HV, nilai tertinggi dicapai oleh tutupan lahan hutan. Hasil analisis sesuai dengan hasil penelitian terdahulu pada berbagai lokasi. Ranson and Sun (1994) menunjukkan bahwa HV merupakan polarisasi terbaik untuk menelaah kondisi hutan boreal di Maine, AS, utamanya bila digabungkan dengan panjang gelombang yang lebih tinggi (P-band). Penelitian lain oleh Beaudoin *et al.* (1994) juga mendapatkan pola yang mirip dengan Ranson and Sun (1994) dimana HV umumnya berinteraksi dengan biomasa



kanopi (daun), sedangkan HH memiliki kaitan erat dengan biomasa tegakan dan kanopi. Gambar 4 juga menunjukkan bahwa pola keterpisahan hutan cukup tinggi sehingga dapat diharapkan hasil pemisahan dari kelas tutupan lainnya dapat dilakukan dengan cukup mudah. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa pemisahan hutan dari obyek lain hanya dapat dilakukan dengan polarisasi HV. Pada polarisasi HH, terlihat tidak terdapat bukti nyata bahwa hutan dan tutupan lahan bervegetasi lainnya dapat dipisahkan dengan baik.

## 4.2. Analisis Keterpisahan

Analisis keterpisahan sangat bermanfaat dalam menelaah keterpisahan antar kelas tutupan lahan yang ditelaah dalam penelitian ini. Tabel 1 menyajikan hasil analisis Transformed Divergence terhadap 500 piksel contoh untuk masing-masing kelas.

Tabel 1. Indeks Transformed Divergence

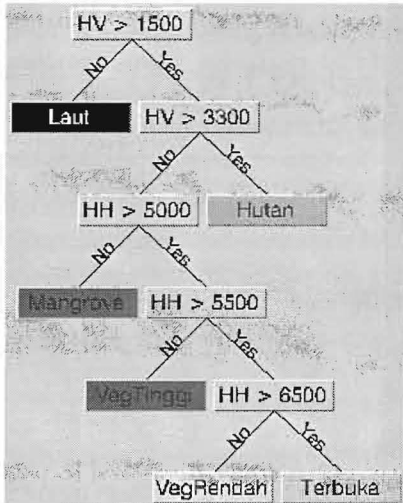
Kelas	Lahan Terbuka	Vegetasi Rendah	Vegetasi Tinggi-Sawit Dewasa	Mangrove	Hutan
Laut	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Lahan Terbuka		0,82	2,00	2,00	2,00
Vegetasi Rendah			1,88	1,86	2,00
Vegetasi Tinggi-Sawit Dewasa				0,33	2,00
Mangrove					2,00

Tabel di atas secara kuantitatif mendukung hasil statistika deskriptif yang dilakukan pada Bagian 4.1. Lahan terbuka pada wilayah ini tidak sepenuhnya merupakan lahan tanpa vegetasi mengingat wilayah Pulau Rupert merupakan wilayah yang dinamis. Pada kategori ini, lahan terbuka merupakan kelas gabungan dari lahan pertanian semusim (tegalan, alang-alang dan lain-lain) serta lahan penanaman kelapa sawit yang baru. Seluruh lahan kelapa sawit baru telah ditanami oleh komoditas tersebut. Namun demikian, tubuh tanaman yang masih kecil tidak dapat diindera secara sempurna oleh sensor, sehingga yang diterima oleh sensor umumnya adalah *clutter (background)* berupa tanah terbuka dan tanaman gulma lainnya. Keterpisahan yang paling rendah ditemukan pada Vegetasi Tinggi (Sawit Dewasa) dengan Mangrove. Hal ini berkaitan dengan vigor tumbuhan yang tinggi dan berkayu.

Hasil analisis Transformed Divergence secara umum menunjukkan bahwa sebagian besar kelas dapat dipisahkan secara sempurna. Selain dua kasus yaitu pasangan lahan terbuka dengan vegetasi rendah serta vegetasi tinggi dengan mangrove, juga terdapat kemungkinan misklasifikasi yang cukup nyata yaitu antara vegetasi rendah dan vegetasi tinggi. Kejadian yang mirip dengan hasil penelitian ini ditemukan pada lokasi penelitian Conway (1997) di Papua Nugini. Penelitian tersebut menemukan bahwa terdapat ambiguitas yang agak tinggi dalam memisahkan hutan dan rumput-rumputan rawa. Namun demikian, kesimpulan akhir belum dapat diterangkan pada makalah ini mengingat penelitian Conway (1997) menggunakan polarisasi VV. Selain itu juga terlihat bahwa vegetasi rendah agak tercampur dengan mangrove. Hal ini terkait dengan hutan mangrove, yang pada beberapa lokasi memiliki ketinggian cukup pendek.

### 4.3. Strategi Delineasi

Analisis hamburan balik yang telah dibahas pada Bagian 4.1 memberikan informasi penting bagi pemisahan obyek. Hasil tersebut (Gambar 3) menunjukkan bahwa HV maupun HH dapat dimanfaatkan untuk memisahkan daratan dengan lautan. Pada penelitian ini polarisasi HV akan digunakan sebagai pemisah pertama dalam pembuatan *rule* delineasi tutupan lahan. Secara visual dapat terlihat bahwa pada DN sekitar 1500 merupakan titik pemisah yang cukup baik untuk membedakan lautan dan tutupan lahan lainnya. Dengan demikian, polarisasi HV dengan DN=1500 dapat digunakan sebagai pembatas rule seperti disajikan pada gambar berikut.



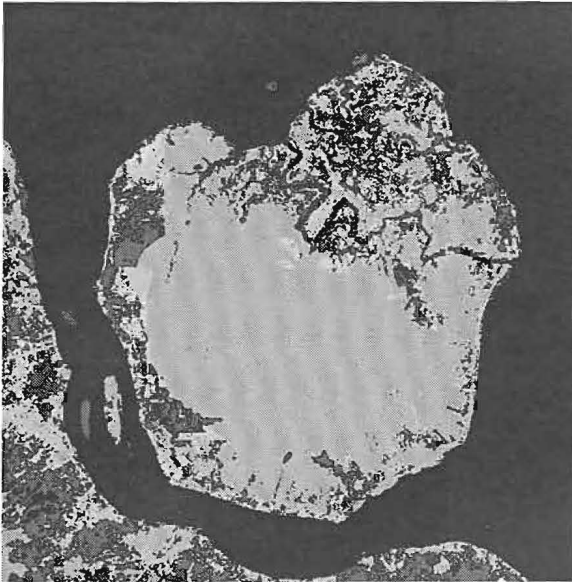
Gambar 4. Skema pemisahan kelas

Selain dimanfaatkan dalam memisahkan laut dengan obyek lain di daratan, polarisasi HV juga berguna dalam memisahkan tutupan lahan hutan dari tutupan lahan lainnya, dibandingkan dengan polarisasi HH. Observasi pada Gambar 3 menunjukkan bahwa hutan dapat dipisahkan dengan baik bila menggunakan batas ambang sekitar 3300 pada polarisasi HV. Hutan terlihat memiliki nilai DN lebih tinggi dari 3300 pada polarisasi HV, sedangkan tutupan lahan lainnya akan diproses lebih lanjut bila memiliki DN kurang dari 3300.

Pada tahapan ini, terlihat bahwa polarisasi HV hanya bermanfaat untuk memisahkan objek laut dan hutan. Penggunaan polarisasi HV pada proses pemisahan selanjutnya dapat dikatakan riskan mengingat DN antar objek cukup tumpang tindih. Dengan demikian, proses pemisahan selanjutnya dapat dilakukan dengan data PALSAR polarisasi HH dengan tingkat resiko pertampalan (*overlap*) yang lebih rendah.

Gambar 3 memberikan informasi bahwa terdapat segmentasi yang cukup baik pada beberapa kelas. Kelas lahan terbuka dapat dipisahkan dengan baik dari vegetasi rendah dengan batas ambang sekitar 6500 pada polarisasi HH. Demikian pula pemisahan kedua kelas tersebut dengan vegetasi tinggi (dalam hal ini kelapa sawit dewasa) yang dapat dipisahkan dengan batas ambang sekitar 5500. Tingkat kesulitan yang sangat tinggi terjadi pada proses pemisahan vegetasi tinggi dengan hutan mangrove, yang telah dibahas pada Bagian 4.1.

Hasil implementasi *rule* yang dibangun di atas dapat diterapkan pada seluruh citra Pulau Rupa. Hasil penerapan tersebut disajikan sebagai citra tematik penutupan lahan (Gambar 5). Secara umum, formasi tutupan lahan yang dibangun telah sesuai dengan interpretasi visual dari citra komposit (Gambar 2). Namun demikian, terlihat bahwa secara sistematis, terjadi cukup banyak ambiguitas kelas antara mangrove dengan vegetasi tinggi (kelapa sawit dewasa). Hal ini secara kuantitatif juga ditunjukkan oleh analisis akurasi (Tabel 2). Capaian akurasi total yang diperoleh adalah 68,3%, yang masih perlu diupayakan untuk ditingkatkan dengan beberapa metode analisis seperti tekstur seperti disarankan oleh Trisasongko (2009).



Gambar 5. Hasil pemisahan kelas. Kelas warna: Laut=Hitam; Hutan=Hijau; Mangrove=Merah; Vegetasi Tinggi=Biru; Vegetasi Rendah=Kuning; Terbuka=Cyan

Tabel 2. Matriks Akurasi (dalam persen)

		Referensi (1000 piksel tambahan)					
		Laut	Terbuka	VegRendah	VegTinggi	Mangrove	Hutan
Implementasi Rule	Laut	100,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Terbuka	0,0	82,0	12,2	0,0	0,2	0,0
	VegRendah	0,0	17,7	82,1	2,1	11,1	0,4
	VegTinggi	0,0	0,3	5,7	47,8	25,6	0,0
	Mangrove	0,0	0,0	0,0	50,1	62,8	0,0
	Hutan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	99,6

## 5. KESIMPULAN

Indonesia telah mengalami deforestasi yang sangat cepat pada beberapa pulau utama. Salah satu wilayah utama yang patut mendapatkan perhatian adalah hutan dataran rendah, utamanya pada wilayah lahan basah. Wilayah ini ditengarai sangat berkembang pesat dan konversi lahan seringkali menjadi tidak terkendali. Mengingat cakupan wilayahnya yang luas, pengumpulan informasi berbasis survei lapangan tidak dapat dilakukan dengan mudah. Dengan demikian, data penginderaan jauh menjadi sangat penting diujicobakan. Liputan awan yang sangat tinggi di beberapa wilayah mengharuskan pengujian sensor SAR sebagai penyedia data tunggal.

Hasil analisis hamburan balik menunjukkan bahwa polarisasi HH dan HV memberikan informasi yang cukup lengkap dalam mendeteksi objek-objek penting seperti hutan dataran rendah, mangrove dan lain-lain. Secara umum nilai hamburan balik HH lebih tinggi dibandingkan dengan HV mengingat kemampuannya mengembalikan sinyal dari batang tanaman. Polarisasi HV ditunjukkan bermanfaat dalam memisahkan hutan alam dibandingkan dengan pola tutupan lahan utama lainnya.

Analisis Transformed Divergence secara kuantitatif menjelaskan hasil analisis deskriptif yang diperoleh sebelumnya. Secara umum, hampir semua pasangan kelas dapat dipisahkan dengan baik. Namun demikian, terdapat dua pasangan kelas yang tidak dapat dipisahkan hanya dari 2 data (HH dan HV) dari data PALSAR, yaitu lahan terbuka dan vegetasi rendah serta vegetasi tinggi dan mangrove.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti mengucapkan terima kasih kepada JAXA yang telah membangun data mosaik PALSAR yang digunakan pada penelitian ini. Sebagian informasi yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari basis data P4W yang bersumber pada Proyek Pemetaan Perkebunan tahun 2010 yang didanai oleh Kementerian Pertanian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson IP, Bowen MR. 2000. Fire Zones and the Threat to the Wetlands of Sumatra, Indonesia. FFPCP Report
- Baker C, Lawrence R, Montagne C, Patten D. 2006. Mapping Wetlands and Riparian Areas Using Landsat ETM+ Imagery and Decision-Tree-based Models. *Wetlands* 26(2), 465-474
- Barus B, Iman LS. 2009. Perbandingan Hasil Pemetaan Kesatuan Hidrologis dan Kubah Gambut Dengan Citra Optik Landsat TM dengan Citra Radar. *Semiloka Geomatika SAR Nasional*, Bogor, April 2009
- Beaudoin A, Le Toan T, Goze S, Nezry E, Lopes A, Mougin E, Hsu CC, Han HC, Kong JA, Shin RT. 1994. Retrieval of Forest Biomass from SAR Data. *International Journal of Remote Sensing* 15(14), 2777-2796
- Conway J. 1997. Evaluating ERS-1 SAR Data for the Discrimination of Tropical Forest from Other Tropical Vegetation Types in Papua New Guinea. *International Journal of Remote Sensing* 18(14), 2967-2984

- Curran LM, Trigg SN, McDonald AK, Astiani D, Hardiono YM, Siregar P, Caniago I, Kasischke E. 2004. Lowland Forest Loss in Protected Areas of Indonesian Borneo. *Science* 303, 1000-1003
- D'Urso G, Menenti M. 1996. Performance Indicators for the Statistical Evaluation of Digital Image Classifications. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 51, 78-90
- Fuller DO, Jessup TC, Salim A. 2004. Loss of Forest Cover in Kalimantan, Indonesia, since the 1997-1998 El Nino. *Conservation Biology* 18, 249-254
- Harvey KR, Hill GJE. 2011. Vegetation Mapping of a Tropical Freshwater Swamp in the Northern Territory, Australia: a Comparison of Aerial Photography, Landsat TM and SPOT Satellite Imagery. *International Journal of Remote Sensing* 22(15), 2911 -2925
- Hooijer A, Page S, Canadell JG, Silvius M, Kwadijk J, Wosten H, Jauhiainen J. 2010. Current and Future CO<sub>2</sub> Emissions from Drained Peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences* 7, 1505-1514
- Iman LS. 2009. Pemetaan Lahan Basah (Wetland) Di Indonesia dengan Radar L-Band. *Semiloka Geomatika SAR Nasional*, Bogor, April 2009
- Kasischke E, Bourgeau-Chavez L. 1997. Monitoring South Florida Wetlands Using ERS-1 SAR Imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 63(3), 281 -291
- Kurvonen L, Pulliainen J, Hallikainen M. 1999. Retrieval of Biomass in Boreal Forests from Multitemporal ERS-1 and JERS-1 SAR Images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 37(1), 198-205
- Linkie M, Smith RJ, Leader-Williams N. 2004. Mapping and Predicting Deforestation Patterns in the Lowlands of Sumatra. *Biodiversity and Conservation* 13, 1809-1818
- Martinez J-M, Le Toan T. 2007. Mapping of Flood Dynamics and Spatial Distribution of Vegetation in the Amazon Floodplain Using Multitemporal SAR Data. *Remote Sensing of Environment* 108(3), 209-223
- Proisy C, Mougou E, Fromard F, Karam MA. 2000. Interpretation of Polarimetric Radar Signatures of Mangrove Forests. *Remote Sensing of Environment* 71, 56-66
- Ranson KJ, Sun G. 1994. Mapping Biomass of a Northern Forest Using Multifrequency SAR Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 32(2), 388-396
- Tomich TP, van Noordwijk M. 1995. What Drives Deforestation in Sumatra?. *Regional Symposium on Montane Mainland Southeast Asia in Transition*. Chiang Mai, Thailand, 13-16 November 1995
- Trisasongko BH. 2009. Tropical Mangrove Mapping Using Fully-Polarimetric Radar Data. *ITB Journal of Science* 41A(2), 98-109
- Wahyunto, Heryanto B. 2000. Kondisi Sebaran Lahan Rawa Gambut Di Daerah Kab. Pesisir Selatan, Sumatera Barat Dengan Citra Satelit Landsat MSS Tahun 1986 dan Tahun 2000. *Balai Penelitian Tanah*, Bogor

# Working Paper

No.2 | Februari 2012

Crestpent Press adalah penerbitan yang berada dibawah payung Pusat Pengkajian Perencanaan dan Pengembangan Wilayah - Institut Pertanian Bogor. Crestpent Press menerbitkan buku-buku yang terkait dengan perencanaan wilayah, ekonomi wilayah, perencanaan pengembangan komunitas, sistem informasi wilayah, tata ruang, lanskap dan lingkungan.



**CRESTPENT PRESS**

Kantor Pusat Pengkajian Perencanaan  
dan Pengembangan Wilayah (P4W)  
Jl. Pajajaran Kampus IPB Baranangsiang, Bogor.16144  
Telepon : 0251-8359072 | Faksimile : 0251-8359072  
E-mail : crestpent@gmail.com

ISSN 2087-653X



9 772087 653011