# Eksplorasi Citra Radar Untuk Intelijen Ketahanan Pangan+

*Exploration of Radar Imageries for Food Security Intelligence*

M.A. Raimadoya1 , B.H. Trisasongko1 dan Nurwadjedi2

1 Radar Analysis WG, Dep. Ilmu Tanah & Sumberdaya Lahan

Institut Pertanian Bogor (IPB)

P.O. Box 2049, Bogor 16020, INDONESIA, wgar.ipb@gmail.com

2 Badan Koordinasi Survei & Pemetaan Nasional (Bakosurtanal)

Jl. Raya Jakarta-Bogor, Cibinong, Bogor, INDONESIA

***ABSTRACT.***

*Three food commodities were prioritized by the Government of Indonesia to be monitored, namely : paddy, palm oil and sugarcane. The existing established list based monitoring system of Central Bureau of Statistics (BPS) for national paddy production estimation need to be improved by applying the area based approach. As a consequences, an exercise to develop the capacity of area based approach by applying Synthetic-Aperture Radar (SAR) imageries was implemented. Due to the availability limitation of the appropriate SAR imageries, the study was first concentrated on the crop identification and location. Its was started first with palm-oil (Envisat/ASAR, EIRBEX 2002-2004) in Riau, followed by 'paddy' (AirSAR, PacRIM 2000) in East Borneo. The capacities developed in these two campaigns are then consolidated for paddy application scheduled to be implemented under ALOS/PALSAR, AIPEX 2007-2009, as presented in this paper.*

## PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia telah menetapkan tiga komoditas pangan prioritas untuk dipantau, yaitu beras, migor (minyak goreng) dan gula. Pemantauan produksi beras nasional saat ini oleh BPS sudah berjalan, walaupun saat ini berada dalam sorotan karena kemungkinan over estimate. Sementara untuk kedua komoditas pangan lainnya diatas perlu dikembangkan metode pemantauannya. Makalah ini membahas upaya pengembangan pemantauan komoditas pangan diawali dari perkebunan kelapa sawit sebagai komponen hulu dari produksi migor. Hasilnya dijadikan sebagai model untuk diterapkan pada pertanian padi.

Berbeda dengan beras, produk kelapa sawit dan tebu dapat diproses untuk keperluan pangan dan non-pangan (termasuk untuk BBN). Pemantauan kelapa sawit dipilih sebagai model pemantauan karena pertimbangan berikut : (1) ekstensifikasi perkebunan kelapa sawit telah menimbulkan isyu lingkungan, (2) kebakaran lahan terkait ekstensifikasi perkebunan sawit dan berimplikasi pada perubahan iklim yang mengancam pertanian padi, dan (3) metode pemantauan yang dikembangkan dapat diadaptasi pada pertanian padi.

+ Makalah disampaikan pada Second Indonesian Geospatial Technology Exhibition (IGTE-2), Bakosurtanal, Jakarta, 29 Agustus-1 September 2007.

Pengembangan metode pemantauan dilakukan berkat kerjasama antara Institut Pertanian Bogor (IPB) dengan European Space Agency (ESA), dan atas dukungan Kementerian Ristek RI dibawah program Riset Unggulan Terpadu Internasional (RUTI). Studi menggunakan data Advanced Synthetic-Aperture Radar (ASAR)/Envisat, setelah IPB lolos seleksi riset internasional ESA (Envisat AOE-869) [1]. Adaptasi metode pada beras dilakukan mulai 2007 dengan memanfaatkan data radar ALOS/PALSAR Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), yang diperoleh IPB melalui seleksi riset internasional JAXA (ALOS RA2-402) [2].

## DAERAH STUDI

Lokasi daerah studi pada tahap awal berada di Provinsi Riau, yang merupakan tapak uji RUTI dengan judul riset : "Envisat-Indonesia Radar Biomass Experiment (EIRBEX)". Lokasi tapak uji diberikan pada Gambar 1a. Lokasi lanjutan untuk adaptasi pada pertanian padi, dilakukan pada salah satu tapak uji riset : "ALOS-Indonesia POLinSAR Experiment (AIPEX)" (JAXA/ALOS RA2-402) seperti disajikan pada Gambar 1b. Tiga lokasi tapak uji AIPEX yang lain berlokasi di Riau, Kalimantan Selatan dan Papua.


(a)


(b)

Gbr1. Lokasi tapak uji untuk perkebunan sawit di Riau (a) dan pertanian padi di dataran rendah pantura Jawa Barat (b).

## METODE

Pendekatan yang dilakukan pada komoditi sawit dilakukan dengan sasaran dapat diadaptasikan pada komoditi padi. Oleh karena itu dipilih sensor yang sudah pernah dilakukan pada pemantauan padi yaitu sensor Synthetic-Aperture Radar (SAR). Tidak dipilihnya sensor optik dalam aplikasi ini karena diperlukan kepastian dalam pemantauan yang dilakukan sepanjang tahun tanpa celah (gap). Pengalaman negara produsen besar padi seperti Cina dan India, menunjukkan bahwa awan dan haze pada sensor optik mempersulit proses pemantauan, terutama pada cuaca buruk periode 2.

*Monsoon. Celah masih dapat terjadi pada sensor SAR terkait dengan orbit conflict yang disebabkan oleh perubahan moda pencitraan SAR. Mengingat moda pencitraan SAR lebih kompleks dibandingkan sensor optik.*

*Peluncuran satelit Envisat pada 1 Maret 2002, menjadi patok pemisah untuk metode pemantauan produksi padi dengan sensor SAR. Sebelum 2002 metode yang dikembangkan berbasis pada citra dengan polarisasi tunggal (HH Radarsat-1, JERS-1 dan VV ERS-1/ERS-2). Analisis pada citra seperti ini ditujukan pada citra tunggal (analisis hamburan balik [backscatter]) atau pasangan citra (penurunan citra koherens melalui Interferometri-SAR [InSAR]). Sesudah 2002, sensor C-Band ASAR/Envisat memungkinkan perekaman citra dengan dua polarisasi (HH-HV, VV-VH atau VV-HH). Kemampuan baru ini memungkinkan analisis citra tunggal melalui Polarimetri-SAR (PolSAR) dengan sasaran pada mekanisme hamburan (scattering mechanism), atau pasangan citra dalam pendekatan POLinSAR (Polaritmeric SAR Interferometry).*

*Kedua analisis yang disebutkan terakhir, adalah metode yang digunakan dalam studi ini. PolSAR dilakukan secara terbatas pada C-Band ASAR/Envisat karena hanya memiliki dua polarisasi (Dual Pol – Dual Polarization). Analisis optimal PolSAR maupun POLinSAR diharapkan dapat dilakukan pada L-Band PALSAR/ALOS (peluncuran 24 Januari 2006), karena sensor ini memiliki polarisasi penuh (HH, HV, VV, VH) atau Quad Pol (Quadrature Polarization). Hal yang sama diharapkan dapat juga dilakukan pada satelit radar X-Band Jerman TerraSAR-X (diluncurkan 15 Juni 2007 lalu) dan satelit radar C-Band Kanada Radarsat-2 (rencana peluncuran akhir 2007), karena keduanya memiliki polarisasi Quad Pol. Hasil analisis PolSAR C-Band ASAR/Envisat Dual Pol pada tapak uji Riau disajikan dibawah ini.*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pemantauan Sawit*

*Keberhasilan analisis PolSAR mendeteksi sawit pada citra C-Band ASAR/Envisat diumumkan pada Rabu, 24 Januari 2007 di Ruang F. Magellan, Gedung ESA/ESRIN, Frascati, Italia, bersamaan dengan Workshop POLinSAR2007 [3]. Kemajuan ini memperoleh tanggapan sangat positif, karena Uni Eropa telah menginstruksikan penggunaan Bahan Bakar Nabati (BBN) 20% dalam kebijakan energinya yang pro Protokol Kyoto. Penggunaan bio-disel sawit di Eropa memiliki peluang besar, namun* *saat ini menjadi kontroversi karena sorotan isyu lingkungan. Tehnik ini dengan demikian dapat dengan cepat mendeteksi lokasi perkebunan sawit di Indonesia dengan lebih efektif dan efisien. Dengan demikian secara objektif dapat dipakai dalam menghadapi masyarakat konsumen internasional terkait isyu lingkungan, maupun untuk pengendalian internal ekstensifikasi perkebunan sawit (seperti perbankan terkait dukungan pembiayaan maupun kemungkinan aplikasi strict liability untuk kebakaran lahan).*

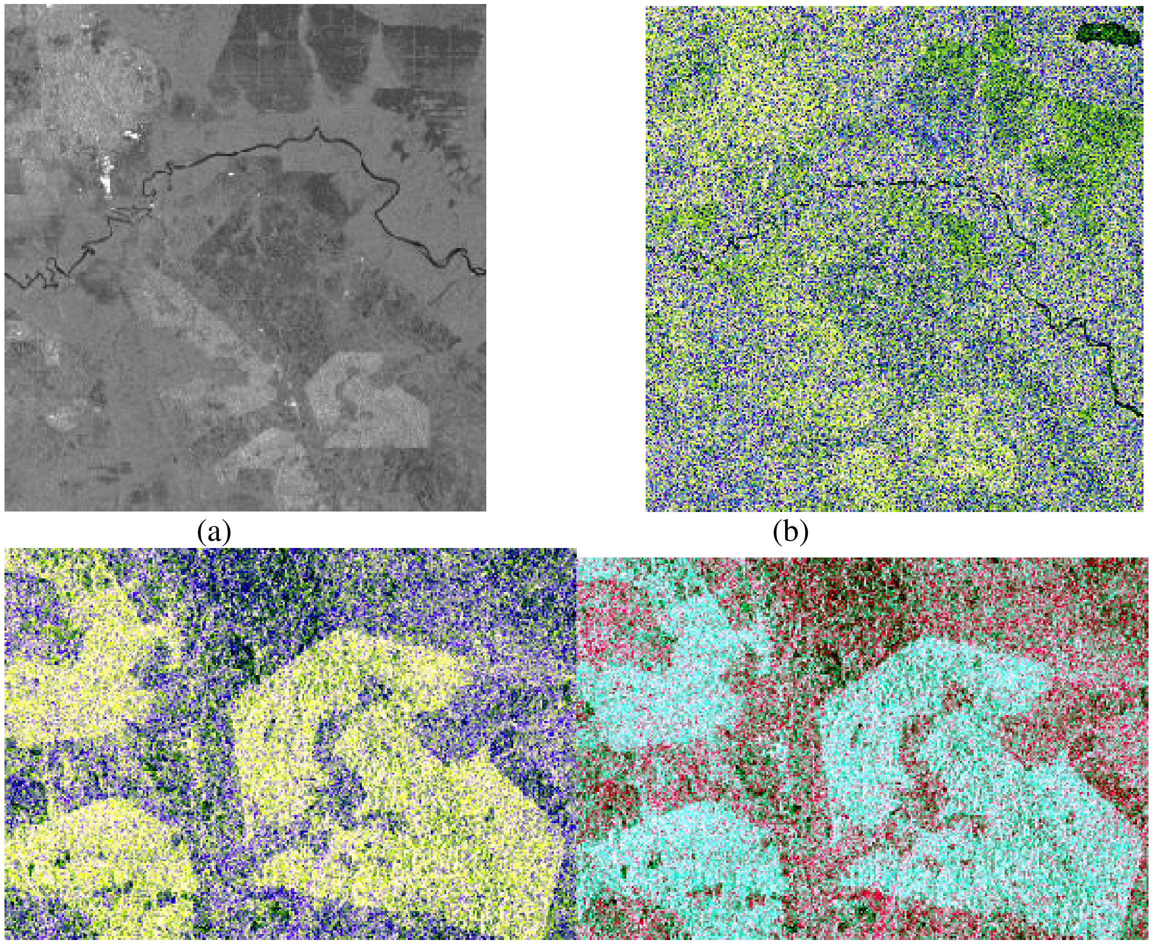
Pemantauan sawit dengan C-Band ASAR/Envisat dilakukan dengan memanfaatkan moda pencitraan ScanSAR, yang menghasilkan citra Wide Swath Mode (WSM) Pol-VV dan Alternate Polarization Precision (APP) Pol. VV-VH sapuan IS-2. Inspeksi pertama dilakukan pada citra APP dengan lebar sapuan 100km, untuk melihat bagaimana unsur penghambur (scatterer) pada sawit berdampak pada polarisasi VV atau VH. Hasilnya sangat menggembirakan. Polarisasi VV mendeteksi lokasi perkebunan sawit secara visual dengan sangat jelas karena hamburan balik yang kuat. Sementara polarisasi VH tidak terdeteksi karena unsur penghambur sawit mengalami peredaman (attenuation). Diskusi pada Workshop POLinSAR2007 mengindikasikan bahwa hamburan balik yang sejenis juga terjadi pada perkebunan pisang di Amerika Latin. Mengingat di Riau tidak terdapat perkebunan pisang skala besar, maka dapat dipastikan bahwa hamburan balik kuat sepenuhnya berasal dari perkebunan sawit.

Proses pengolahan citra APP kemudian dilanjutkan dengan analisis PolSAR dengan memanfaatkan kedua polarisasi (VV dan VH). Gambar 2 menyajikan hasil analisis yang disajikan dalam dua kombinasi pewarnaan. Hal ini mempertegas hasil inspeksi sebelumnya, dan mengkonfirmasi aplikasi analisis PolSAR Dual Pol untuk deteksi langsung lokasi perkebunan sawit tanpa keraguan. Atas keberhasil ini sebuah usulan tindak lanjut sudah dimasukkan ke pihak EU oleh tim gabungan Eropa-Indonesia (RSAC, SARVision, IPB, WWF-Indonesia). Bila lolos seleksi pada akhir 2007, metode ini akan dipakai untuk memantau deforestasi di provinsi Jambi dan Riau.

Penggunaan citra WSM Pol. VV dengan lebar sapuan 450km dimaksudkan untuk efisiensi dalam bentuk penghematan. Lebar sapuan yang luas memungkinkan harga per-km2 lebih rendah dibandingkan APP, walaupun WSM hanya memiliki resolusi 150m yang lebih rendah dari APP (30m). Pemantauan daerah yang lebih luas dapat dilakukan lebih sering, karena memerlukan citra yang lebih sedikit. Analoginya pada dunia penerbangan adalah AAP untuk approach radar dan WSM untuk surveillance radar. Hasilnya tetap memiliki kemampuan yang sama, sehingga WSM Pol. VV dapat dipakai untuk surveillance dengan frekuensi pemantauan yang lebih sering (karena biaya per-km2 yang lebih rendah).

**Pemantauan Padi**

Hasil yang menggembirakan pada pemantauan sawit, mendorong terbukanya aplikasi PolSAR untuk pemantauan padi. Adaptasi langsung ke pemantauan padi pada program EIRBEX tidak dapat dilakukan, karena tapak ujinya sudah dipaku di Provinsi Riau. Namun demikian pihak ESA membantu dengan menyediakan rekaman WSM multi-tanggal untuk daerah Jawa Barat kawasanpantura seperti disajikan pada Gambar 3a. Tampak jelas bahwa areal persawahan berhasil dideteksi dengan baik pada tampilan resolusi rendah dari tiga rekaman WSM polarisasi VV tahun 2004.



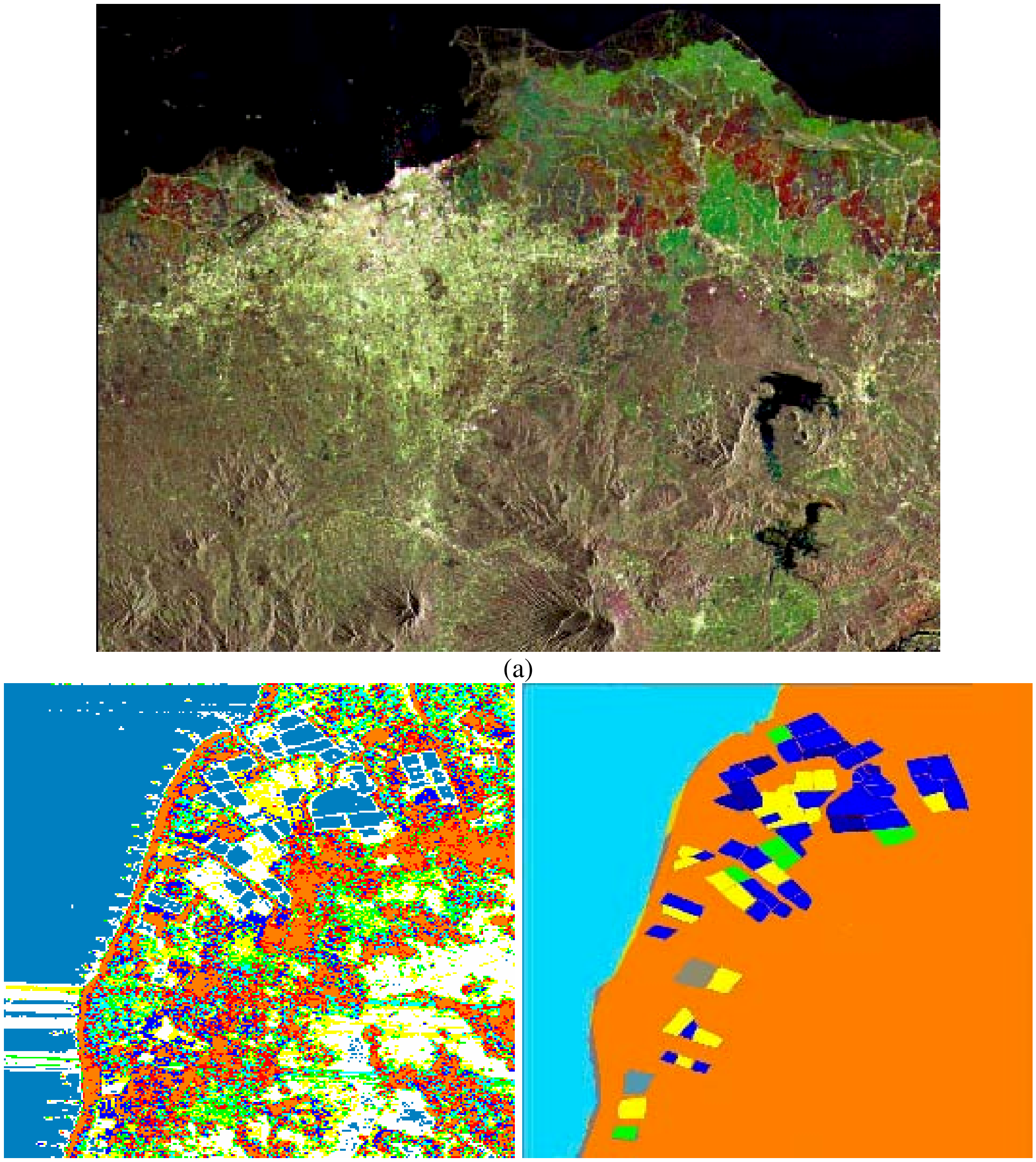
(a) (b)

(c) (d)

Gambar 2. Kenampakan perkebunan sawit yang terdeteksi pada polarisasi VV ASAR/Envisat (a), gabungan polarisasi VV dan VH (b) dan hasil analisis PolSAR diperagakan pada dua warna berbeda (c dan d).

Untuk mempelajari lebih lanjut aplikasi SAR pada pertanian padi, dilakukan analisis PolSAR pada data quad pol dan multifrekuensi (Band-C, L dan P) AirSAR pada land use tambak yang kenampakannya mendekati areal persawahan Indonesia. Land use sawah tergolong kompleks karena luasannya kecil (1000-2000 m2) dan bentuk lahan bervariasi mengikuti galangan. Oleh karena itu tehnik SAR yang digunakan harus mampu mendeteksi kekompleksan dimaksud. Gambar 3b menunjukan hasil analisis PolSAR dengan klasifikasi Wishart yang mendeteksi areal mirip sawah (tambak) pada kondisi citra yang kompleks. Areal terdeteksi dipertegas pada Gambar 3c. Tehnik ini dapat digunakan untuk mendeteksi lahan baku sawah termasuk luas galangan, dengan menggunakan citra pada masa persiapan musim tanam padi.

Pemanfaatan tehnik ini secara sistematis memungkinkan untuk memperbaharui luas baku dan galangan sawah secara teratur (5 tahun sekali) pada areal sawah dataran rendah. Pengembangan lebih lanjut pada ALOS/PALSAR melalui AIPEX diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pemantauan kemajuan luas tanam/panen. Dengan semakin tersedianya SAR spaceborne dengan kemampuan quad pol (ALOS/PALSAR Band-L, TerraSAR-X Band-X, dan Radarsat-2 Band-C), maka riset lanjutan untuk menentukan hasil (yield) dalam Ku/Ha dapat segera diwujudkan dalam waktu dekat. Mengingat produksi padi nasional hanya ditentukan oleh dua parameter : luas tanam/panen (Ha) dan hasil (Ku/Ha) !



(a) (b) (c)

Gambar 3. Tampilan persawahan pantura Jabar pada Envisat/ASAR WSM VV 2004 (a), hasil klasifikasi Wishart pada citra quad pol AirSAR kawasan tambak kompleks S.Wain, Kalimantan Timur (b) dan hasil ekstraksinya (c).

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil awal yang telah disampaikan diatas menunjukan bahwa tehnik SAR dengan kemampuan dual pol atau quad pol dapat dimanfaatkan untuk identifikasi lokasi perkebunan sawit dan pertanian padi (dataran rendah).
2. Diharapkan hasil awal dari kedua aplikasi diatas dapat dikonsolidasikan pada pertanian padi di kawasan terbatas pantura Jawa barat dengan memanfaatkan program AIPEX 2007-2009 dari ALOS/PALSAR.
3. Program ini diharapkan dapat dijadikan model untuk memberikan parameter luas tanam/panen dan hasil (ku/Ha) yang sangat vital untuk perbaikan estimasi produksi padi nasional, tentunya bila memperoleh dukungan pihak terkait : BPS, Perum Bulog, Departemen Pertanian dan Menko Ekuin.
4. Mengingat siklu s orbit SAR spaceborne adalah sangat besar (Radarsat 24 hari, Envisat 35 hari dan ALOS 46 hari) maka untuk pertanian padi yang berlangsung relatif pendek hanya sekitar 120 hari, disarankan untuk kemungkinan pemanfaatan semua sistem ini secara gabungan.
5. Peralihan dari pendekatan list based ke area based adalah hal yang tidak bisa dihindari dalam menghadapi ancaman variabilitas dan perubahan iklim, serta antisipasi pasca protokol Kyoto (2008-2012). Perlu kesepakatan untuk menetapkan sistem SAR sebagai basis untuk aplikasi area based untuk pertanian padi dan perkebunan sawit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan pada pihak ESA yang menyediakan data melalui AOE-869, dan Kementerian Ristek RI untuk dukungan dana penelitian melalui RUTI-2 (2002-2004).

## DAFTAR PUSTAKA

1. Raimadoya, M.A., Trisasongko B.H., and Laur, H., 2002, Envisat-Indonesia Radar Biomass Experiment (EIRBEX), European Space Agency and Ministry of Research and Technology RI.
2. Raimadoya, M.A., Trisasongko B.H., Zakharova, L. and Nurwadjedi, 2007, ALOS-Indonesia POLinSAR Experiment (AIPEX), Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).
3. Raimadoya, M.A. and Trisasongko, B.H., 2007, Application of PolSAR for tropic plantation in Indonesia, European Space Agency, Special Publication SP-644, ISBN 92-9291 208-7, ISSN 1609-042X.