

Perbandingan Hasil Klasifikasi Hutan dan Non Hutan dari Data Landsat dan Data ALOS PALSAR

Mulia Inda Rahayu¹, Katmoko Ari Sambodo²

^{1,2} Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN, Jl.LAPAN No.70, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur, 13710
iinsudhie@yahoo.com¹, katmoko_ari@lapan.go.id²

Abstrak - Ekstraksi informasi hutan dan non-hutan secara efisien dapat dilakukan dari data penginderaan jauh baik data optis maupun data SAR. Data penginderaan jauh optis memiliki beberapa kanal multispektral dengan kemampuan dan karakteristik yang berbeda-beda sedangkan data SAR memiliki kelebihan dari segi kemampuannya dalam menembus awan dan hujan, dan sensornya yang merupakan sensor aktif (menyediakan sumber energi sendiri dan tidak tergantung oleh cahaya matahari) sehingga memungkinkan untuk dioperasikan baik pada siang maupun malam hari. Penelitian ini mencoba membandingkan hasil klasifikasi hutan dan nonhutan wilayah Sumatera yang dilakukan menggunakan data Landsat dan data ALOS PALSAR. Klasifikasi data Landsat dilakukan dengan metode *Canonical Variate Analysis*, sedangkan klasifikasi data ALOS PALSAR dilakukan dengan metode *Random Forest*. Dari hasil analisis perbandingan kedua data, didapatkan kesesuaian hasil identifikasi hutan sebesar 44,89% dan nilai nonhutan sebesar 23,79%, sedangkan perbedaan hasil klasifikasi dimana kelas nonhutan pada data Landsat diidentifikasi sebagai hutan pada data ALOS PALSAR adalah sebesar 17,91 % dan kelas hutan pada data Landsat diidentifikasi sebagai nonhutan pada data ALOS PALSAR adalah sebesar 10,51 %.

Kata kunci : Hutan-Non Hutan, Landsat, ALOS PALSAR, klasifikasi, perbandingan

PENDAHULUAN

Informasi hutan dan non hutan merupakan hal yang penting sehubungan dengan isu perubahan iklim. Kegiatan ekstraksi informasi hutan dan nonhutan secara efisien dapat dilakukan dari data penginderaan jauh baik data optis maupun data SAR. Peningkatan jumlah citra satelit penginderaan jauh dapat mempermudah dalam membangun program monitoring tutupan lahan untuk pemetaan area yang luas selama interval waktu yang teratur.

Data optis, khususnya data Landsat memiliki beberapa kanal multispektral dan diantaranya adalah kanal visibel. Mata manusia tidak sensitif terhadap sinar ultraviolet atau inframerah. Untuk membuat tampilan citra komposit dari data penginderaan jauh yang dapat diterima oleh mata manusia, maka digunakan kanal visibel yaitu kanal merah, hijau, dan biru (NASA, 2006). Komposit warna dengan menggunakan kanal visible tersebut dikenal dengan *true color composite*.

Data SAR memiliki kelebihan dari segi kemampuannya dalam menembus awan dan hujan, dan sensornya yang merupakan sensor aktif (menyediakan sumber energi sendiri dan tidak tergantung oleh cahaya matahari) sehingga memungkinkan untuk dioperasikan baik pada siang maupun malam hari. Kelemahan data SAR terletak pada geometri citra. Pada sistem radar, objek yang terekam pada citra berada dalam format *slant range*, dimana *slant range* tidak memiliki skala yang konstan. Distorsi yang disebabkan oleh skala *slant range* dapat menjadi masalah dalam aplikasi yang membutuhkan ketelitian geometri citra yang tinggi (Sanden, 1997). Selain itu, pada wilayah dengan topografi yang bervariasi, pantulan pulsa radar dari objek dapat menyebabkan beberapa pengaruh pada citra radar, seperti *foreshortening*, *layover*, dan *radar shadow*. Pancaran pulsa radar yang mengenai lereng bagian depan yang menghadap ke antena radar sebagian besar akan dipantulkan kembali ke arah antena, sehingga akan terbentuk citra berona cerah (*foreshortening*), sedangkan lereng yang berada pada sisi sebaliknya akan memantulkan sebagian kecil dari pulsa radar, sehingga akan terbentuk citra berona gelap (*radar shadow*).

Beberapa kajian telah dilakukan dalam hal pemanfaatan citra ALOS PALSAR untuk klasifikasi hutan dan tutupan lahan lainnya dengan menggunakan berbagai jenis polarisasi, seperti *single* polarisasi HH (Dewantoro dan Farda, 2012), polarisasi VV, VH, HV (Rahman dan Sumantyo, 2008), dan *quad* polarisasi HH, HV, VH dan VV (Bagan, *et al.*, 2010). Dutra, *et al.*, 2009, melakukan penelitian mengenai pengaruh jenis polarisasi data ALOS PALSAR terhadap hasil klasifikasi, dan dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa produk *dual*

polarisasi HH,HV merupakan kombinasi yang lebih baik untuk pemetaan hutan di wilayah tropis, yang terdiri dari hutan primer, hutan sekunder, lahan terbuka, pertanian, dan hutan yang terdegradasi.

Klasifikasi hutan dapat dilakukan dengan data optis maupun data SAR, namun perlu dikaji kelebihan dan kekurangan dari kedua data tersebut. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil klasifikasi hutan dan non hutan wilayah Sumatera dari data Landsat dengan hasil klasifikasi hutan dan non hutan wilayah Sumatera dari data ALOS PALSAR.

Klasifikasi hutan dan non hutan dari data Landsat dilakukan dengan metode *Canonical Variate Analysis*. Metode ini digunakan untuk menguji hubungan antara dua variabel. *Canonical Variate Analysis* dapat dianggap sebagai rotasi dua tahap. Tahap pertama melibatkan *principal component analysis* atau *eigenanalysis* dari variabel-variabel asli. Tahap kedua melibatkan *principal component analysis* variasi kumpulan *means* dari variabel-variabel pada *principal component analysis* di tahap pertama (Campbell dan Atchley, 1981). *Canonical Variate Analysis* dilakukan dengan menggunakan data training untuk memperoleh indeks yang sesuai untuk membedakan antara hutan dan non hutan (LAPAN,2014). Klasifikasi hutan dan non hutan dari data ALOS PALSAR dilakukan dengan metode *Random Forest*. *Random Forest* merupakan suatu kumpulan dari beberapa *tree*, dimana masing-masing *tree* bergantung pada nilai piksel pada tiap vektor yang diambil secara acak dan independen (Breiman, 2001). *Random Forest* (RF) merupakan pengembangan dari metode *single Decision Tree*. Metode RF terdiri dari beberapa *tree* dimana di setiap *tree* dilakukan training terhadap sampel data. Penentuan kelas dilakukan berdasarkan jumlah *vote* dari setiap *tree*.

DATA DAN METODE

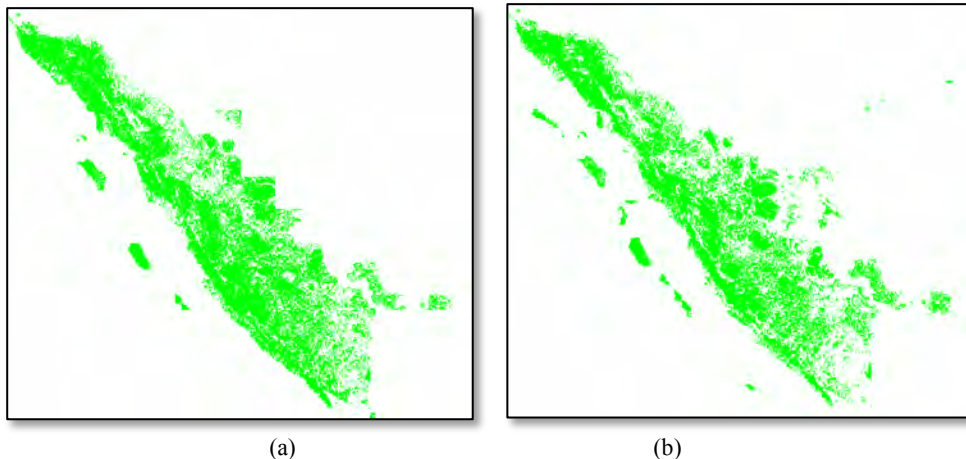
Data

Data yang digunakan adalah hasil klasifikasi hutan-non hutan dari citra Landsat dan citra ALOS PALSAR tahun perekaman 2010. Wilayah penelitian adalah Pulau Sumatera. Citra Landsat yang digunakan adalah citra Landsat 5 TM dan Landsat 7 ETM+ band Multispektral dan telah dilakukan proses koreksi radiometrik, geometrik (orthorektifikasi), dan *cloud masking*, serta telah dilakukan proses resampling menjadi 25 meter sehingga mosaik citra Landsat pulau Sumatera yang dihasilkan telah bebas awan dengan ukuran piksel 25 meter. Sedangkan citra ALOS PALSAR yang digunakan memiliki spesifikasi L-band, resolusi 25 meter, dual polarisasi HH,HV dan telah melalui proses orthorektifikasi dan koreksi slope yang dilakukan oleh JAXA-EORC (*Japan Aerospace Exploration Agency – Earth Observation Research Center*).

Overlay terhadap kedua data telah dilakukan untuk selanjutnya dilakukan pengecekan secara visual untuk memastikan bahwa tidak ada pergeseran yang signifikan antara hasil klasifikasi hutan-non hutan dari data Landsat dan hasil klasifikasi hutan-non hutan dari data ALOS PALSAR. Validasi terhadap hasil klasifikasi dari data ALOS PALSAR telah dilakukan survey lapangan pada tahun 2010 dengan mengambil training sample di sebagian wilayah Provinsi Sumatera Selatan dan Provinsi Jambi. Menurut Rahayu dan Sambodo, 2014, hasil klasifikasi hutan-non hutan dengan metode *Random Forest* memiliki nilai *producer accuracy* untuk kelas hutan sebesar 96,26% dan untuk kelas non hutan sebesar 93,28%. Nilai *overall accuracy* yang diperoleh adalah sebesar 95,46% (nilai *Kappa* = 0.9207).

Sedangkan validasi terhadap hasil klasifikasi dari data Landsat tidak dilakukan dengan survey lapangan, akan tetapi dilakukan dengan mengundang pihak-pihak terkait untuk mengkonfirmasi bahwa hasil klasifikasi tersebut telah sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Lehman,dkk, 2011, melakukan klasifikasi hutan dan non hutan dari citra Landsat wilayah Tasmania, Australia dengan metode *Canonical Variate Analysis*. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh ketelitian sebesar 92,05 %.

Gambar 1. menampilkan hasil klasifikasi hutan-non hutan dari citra Landsat dan citra ALOS PALSAR. Gambar 1 (a) menampilkan hasil klasifikasi hutan-non hutan dari citra Landsat dan (b) menampilkan hasil klasifikasi hutan-non hutan dari citra ALOS PALSAR. Hasil klasifikasi hutan-non hutan dari citra Landsat terdiri dari 3 kelas, yaitu kelas hutan, kelas non-hutan, dan kelas tidak ada data (disebabkan oleh proses *cloud masking*). Sedangkan hasil klasifikasi hutan-non hutan dari citra ALOS PALSAR terdiri dari 4 kelas, yaitu kelas hutan, kelas non hutan, kelas air, dan kelas tidak ada data (disebabkan karena tidak tersedianya scene data ALOS PALSAR).



Gambar 1. Hasil klasifikasi hutan-non hutan dari citra Landsat dan citra ALOS PALSAR

Penentuan kelas hutan dan non hutan pada hasil klasifikasi dari data ALOS PALSAR berdasarkan pengelompokan kelas-kelas tutupan lahan yang terdiri dari 9 kelas, yaitu hutan, karet, mangrove & semak campur pohon, kelapa sawit dan kelapa, semak, pertanian, lahan terbuka, permukiman, dan air. Kelas hutan, karet, mangrove & semak campur pohon dikelompokkan menjadi kelas hutan, sedangkan kelas kelapa sawit & kelapa, semak, pertanian, lahan terbuka, permukiman, dan air dikelompokkan menjadi kelas non hutan (Rahayu dan Sambodo, 2014).

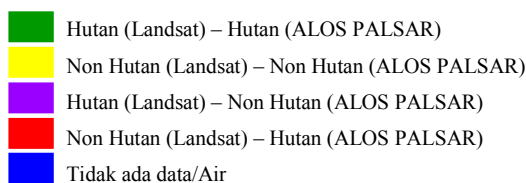
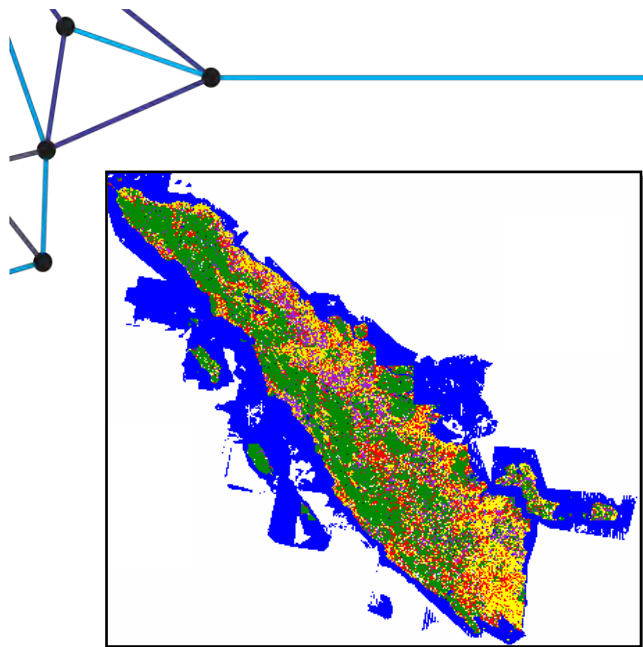
METODE PEMBANDINGAN HASIL KLASIFIKASI HUTAN DAN NON HUTAN

Pembandingan hasil klasifikasi hutan dan non hutan hanya dilakukan terhadap wilayah darat, dan tidak memperhitungkan wilayah laut. Tahap awal penelitian dilakukan dengan menggabungkan hasil klasifikasi dari citra Landsat dengan hasil klasifikasi dari citra ALOS PALSAR. Selanjutnya dilakukan penentuan kelas untuk membandingkan hasil klasifikasi dari kedua citra tersebut. Terdapat 5 kelas yaitu Hutan-Hutan, Non Hutan-Non Hutan, Hutan-Non Hutan, Non Hutan-Hutan, dan Tidak ada data/Air.

Kelas Hutan-Hutan dan Non Hutan-Non Hutan menunjukkan adanya kesesuaian antara hasil klasifikasi dari citra Landsat dengan hasil klasifikasi dari citra ALOS-PALSAR. Kelas Hutan-Non Hutan dan Non Hutan-Hutan menunjukkan adanya perbedaan antara kedua hasil klasifikasi. Kelas Tidak ada data menunjukkan ketidaktersediaan scene data pada citra ALOS PALSAR maupun ketidaktersediaan data pada citra Landsat akibat proses *cloud masking*. Dalam penelitian ini, kelas Tidak ada data digabungkan dengan kelas Air. Penghitungan statistik dilakukan untuk mengetahui nilai persentase setiap kelas, sedangkan analisis perbedaan hasil klasifikasi dilakukan secara visual, yaitu dengan menampilkan hasil klasifikasi dan membandingkannya dengan citra Landsat dan ALOS PALSAR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perbandingan klasifikasi hutan dan non hutan dari data Landsat dan data ALOS PALSAR ditampilkan pada Gambar 2. Tabel 1. menunjukkan nilai persentase perbandingan hasil klasifikasi hutan dan non hutan. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa kesesuaian hasil identifikasi Hutan sebesar 44,89 % dan nilai Non Hutan sebesar 23,79 %, sedangkan perbedaan hasil klasifikasi dimana kelas Non Hutan pada data Landsat diidentifikasi sebagai Hutan pada data ALOS PALSAR adalah sebesar 17,91 % dan kelas Hutan pada data Landsat diidentifikasi sebagai Non Hutan pada data ALOS PALSAR adalah sebesar 10,51 %. Sedangkan nilai persentase kelas Tidak ada data/Air adalah 2,89 %.



Gambar 2. Hasil perbandingan klasifikasi hutan dan non hutan dari data Landsat dan data ALOS PALSAR

Tabel1. Persentase perbandingan hasil klasifikasi hutan dan non hutan

Kelas		Jumlah Piksel	Persentase (%)
Landsat	ALOS PALSAR		
Hutan	Hutan	339.630.297	44,89
Non Hutan	Non Hutan	179.987.193	23,79
Non Hutan	Hutan	135.534.212	17,91
Hutan	Non Hutan	79.545.428	10,51
Tidak adadata / Air		1.492.083.532	2,89
Total		756.579.953	100

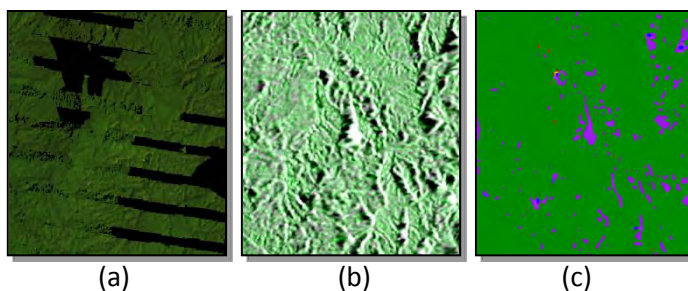
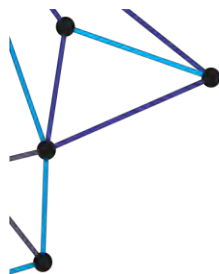
Setelah dilakukan pengamatan secara visual, terdapat perbedaan dalam penentuan kelas hutan dan non hutan dari data Landsat dan data ALOS PALSAR. Tabel 2. menunjukkan objek-objek yang diidentifikasi sebagai kelas yang berbeda dari data Landsat dan data ALOS PALSAR.

Tabel 2. Perbedaan identifikasi objek dari data Landsat dan ALOS PALSAR

Objek	Kelas pada data Landsat	Kelas pada data ALOS PALSAR
Daerah berbukit	Hutan	Non Hutan
Perkebunan kelapa sawit	Hutan	Non Hutan
Kebun campur	Non Hutan	Hutan
Semak belukar	Non Hutan	Hutan

a. Daerah berbukit.

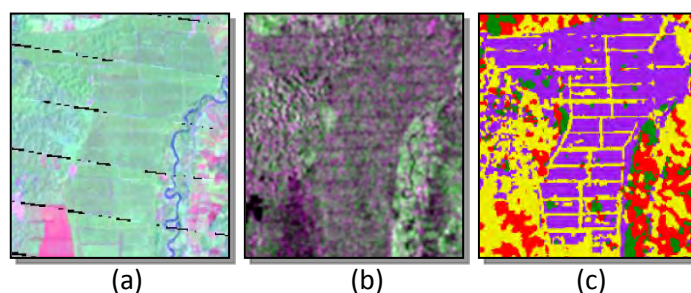
Pada daerah berbukit, objek hutan yang berada pada bagian lereng yang menghadap arah datangnya sinyal radar memiliki tampilan yang berbeda dengan objek hutan yang berada pada sisi lereng sebaliknya (yang membelakangi arah datangnya sinyal radar). Objek hutan yang berada pada arah kemiringan yang hampir atau mendekati tegak lurus dengan sinyal radar akan memantulkan balik hampir keseluruhan dari sinyal tersebut ke sensor radar penerimanya, hal ini akan menyebabkan objek hutan pada citra terlihat jauh lebih terang dibandingkan dengan objek hutan pada sisi lereng sebaliknya. Efek yang menjadi salah satu ciri khas citra radar ini sering disebut dengan *foreshortening* (Tso dan Mather, 2001; Woodhouse, 2006). Untuk mereduksi efek *foreshortening* tersebut, koreksi *slope* telah dilakukan terhadap citra ALOS PALSAR, namun ternyata koreksi yang dilakukan belum optimal sehingga masih terdapat efek *foreshortening* di beberapa area citra ALOS PALSAR dan menyebabkan objek yang seharusnya hutan, diidentifikasi sebagai non hutan pada hasil klasifikasi citra ALOS PALSAR. Gambar 3.b menunjukkan pengaruh *foreshortening* (objek berwarna putih) dan *radar shadow* (objek berwarna hitam) daerah ber relief pada citra ALOS PALSAR.



Gambar 3. Tampilan objek hutan di daerah berbukit pada citra Landsat (a), citra ALOS PALSAR (b), dan hasil perbandingan klasifikasi (c).

b. Perkebunan kelapa sawit

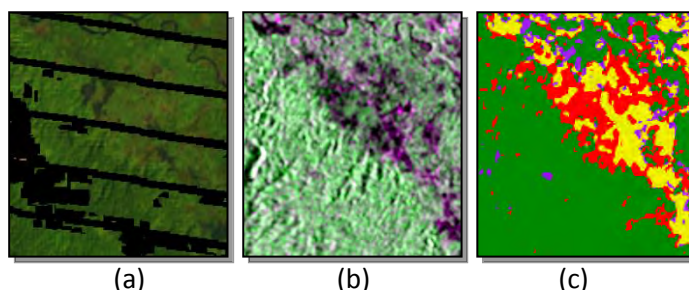
Gambar 4. (a) dan (b) menunjukkan tampilan perkebunan kelapa sawit pada data Landsat dan data ALOS PALSAR. Objek sawit seharusnya dimasukkan ke dalam kelas non hutan. Menurut Dijk dan Savenije, 2011, tanaman kelapa sawit dimasukkan ke dalam kelas non hutan karena meskipun kebun sawit menyerupai tanaman hutan dalam kaitannya dengan fisiognomi (tinggi dan penutupan tajuk), sawit sesungguhnya adalah tanaman pertanian, khususnya ditinjau dari siklus waktunya, jenis dan intensitas pengelolaannya. Objek kelapa sawit pada data Landsat memiliki warna yang sama dengan warna hutan, sedangkan pada data ALOS PALSAR objek kelapa sawit memiliki warna yang berbeda dengan warna hutan. Sehingga pada proses klasifikasi data ALOS PALSAR, objek kelapa sawit dapat dibedakan sangat baik sebagai non hutan.



Gambar 4. Tampilan objek perkebunan kelapa sawit pada citra Landsat (a), citra ALOS PALSAR (b), dan hasil perbandingan klasifikasi (c).

c. Kebun campuran

Kebun campuran pada data Landsat memiliki warna yang berbeda dengan warna hutan, sedangkan pada data ALOS PALSAR, objek kebun campuran memiliki warna yang hampir sama dengan warna hutan, sehingga pada saat proses klasifikasi kebun campuran dikelaskan sebagai hutan pada data ALOS PALSAR. Gambar 5. (a) dan (b) menunjukkan tampilan objek kebun campuran pada data Landsat dan data ALOS PALSAR, sedangkan hasil perbandingan klasifikasi pada area yang sama dapat dilihat pada Gambar 5.

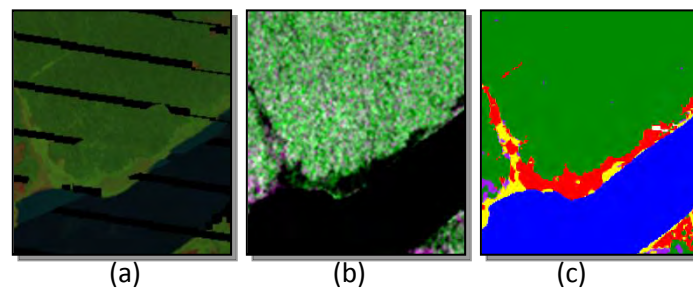


Gambar 5. Tampilan objek kebun campuran pada citra Landsat (a), citra ALOS PALSAR (b), dan hasil perbandingan klasifikasi (c).

d. Semak belukar

Objek semak belukar diidentifikasi sebagai hutan pada data ALOS PALSAR. Menurut Rahayu dan Sambodo, 2014, berdasarkan hasil survey lapangan ditemukan bahwa objek semak belukar bercampur

dengan tanaman pohon dengan tinggi lebih dari 2 meter, sehingga pada saat pengambilan *training sample*, semak belukar campur pohon dimasukkan ke dalam kelas hutan. Pada klasifikasi dengan menggunakan data Landsat, objek semak belukar dimasukkan ke dalam kelas non hutan. Gambar 6. (a) dan (b) menunjukkan tampilan objek semak belukar pada data Landsat dan data ALOS PALSAR.



Gambar 6. Tampilan objek semak belukar pada citra Landsat (a), citra ALOS PALSAR (b), dan hasil perbandingan klasifikasi (c).

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perbandingan antara hasil klasifikasi hutan dan non hutan wilayah Sumatera dari data Landsat dan data ALOS PALSAR, dapat disimpulkan bahwa kesesuaian hasil identifikasi objek hutan dan non hutan adalah sebesar 68,68 % (kesesuaian objek non hutan = 23,79 % dan hutan = 44,89 %), sedangkan ketidaksesuaian hasil identifikasi objek hutan dan non hutan adalah sebesar 28,42 %.

Perbedaan identifikasi hutan dan non hutan terjadi pada objek perkebunan kelapa sawit, kebun campur, semak belukar (sebagai akibat keterbatasan data ALOS dalam mengidentifikasi objek-objek tersebut), dan daerah berbukit (sebagai akibat koreksi *slope* yang belum optimal sehingga menimbulkan efek *foreshortening* dan *radar shadow*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada JAXA yang telah menyediakan mosaik data ALOS PALSAR resolusi 25 meter dalam kerangka kerjasama JAXA Kyoto & Carbon Initiative serta kepada LAPAN dan IAFCP yang telah menyediakan data Landsat dan memfasilitasi rangkaian kegiatan klasifikasi hutan dan non hutan sebagai bagian dari program INCAS (*Indonesian National Carbon Accounting System*).

DAFTAR PUSTAKA

- Bagan, H., Wataru, T., and Yoshiki, Y., 2010. Land Cover Classification in Kalimantan by Polarimetric PALSAR, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, Volume XXXVIII, Part 8, Kyoto Japan
- Breiman, 2001. Random Forests. *Machine Learning* 45, 5 – 32.
- Campbell, N. and Atchley, W., 1981. The Geometry of Canonical Variate Analysis, *Systematic Zoology*, 30(3), pp.268-280.
- Dewantoro, M.D.R and Nur M Farda, 2012, ALOS PALSAR Image for Landcover Classification Using Pulse Coupled Neural Network (PCNN), *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering* Vol. 1, Issue 5.
- Dijk, Kees van and Herman Savenije, 2011. *Kelapa sawit atau hutan? Lebih dari sekedar definisi*. Policy Brief. Tropenbos International Indonesia Programme. iv + 20.
- Dutra, L.V., Graziela, B.s., Sumaia, R.A.N., Rogerio, G.N., Corina da Costa F., and Daniel Andrade., 2009, Land Cover Classification in Amazon using Alos Palsar Full Polarimetric Data, *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, INPE, p. 7259-7264.

LAPAN, 2014. The Remote Sensing Monitoring Program of Indonesia's National Carbon Accounting System: *Methodology and Products*, Version1. LAPAN-IAFCP, Jakarta

Lehmann, E., P. Caccetta., Z.-S Zhou., A. Mitchell., I. Tapley., A. Milne., A. Held., K. Lowell., and S. McNeill., 2011, Forest Discrimination Analysis of Combined Landsat and ALOS-PALSAR Data. *International Symposium for Remote Sensing of the Environment, Sydney, Australia*

NASA's Landsat Education and Public Outreach team, 2006, *How Landsat Image Are Made*, [online], http://landsat.gsfc.nasa.gov/pdf_archive/How2make.pdf.

Rahayu, M.I., dan Sambodo, K.A., 2014. Klasifikasi Hutan-Non Hutan Data ALOS PALSAR Menggunakan Metode Random Forest. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, Bogor.

Rahman, M.M., and Josaphat, T.S.S., 2008, ALOS PALSAR Data For Tropical Forest Interpretation and Mapping, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing*

Sanden, J.J. van der., 1997, *Radar Remote Sensing to Support Tropical Forest Management*, Tropenbos-Guyana Programme.

Tso, B. and P.M. Mather, 2001, *Classification Methods for Remotely Sensed Data*, Taylor & Francis Inc.

Woodhouse, 2006, *Introduction to Microwave Remote Sensing*, Taylor & Francis Inc.