

# Analisis Digital Landsat Etm+ untuk Mengidentifikasi Sistem Agroforestri Daerah Riau

Besri Nasrul<sup>1</sup>, Anthony Hamzah<sup>2</sup>, dan Idwar<sup>1</sup>

Makalah diterima 10 Juni 2008 / disetujui 2 Januari 2009

## ABSTRACT

**Digital Analyses of Landsat ETM+ for Identify Agroforestry System in Riau (B. Nasrul, A. Hamzah, and Idwar):** The objectives were to identify land characteristics of agroforestry system that influencing its benefit value, and to compile criteria of site specific. Location were identified by the Landsat 7 ETM+ that designed in the land use utilization type: rubber agroforestry is identified by cyan old (RGB pixel 143,37; 173,04; 96,03) and palm oil agroforestry is identified by varying bright green-green (red-green-blue pixel 33-145; 142-253; 46-139). In each the land use utilization type done by measurement of land characteristics, cost the inputs, and price the benefits. The maximum likelihood classification system is used for classification; the benefit values were calculated by benefit-cost ratio; the suitability criteria of site specific were compiled by cluster analysis. The economic suitability criteria of rubber are: I (4,18-3,94); II (3,94-3,15); III (3,15-2,73); IV (2,73-2,31), the economic suitability criteria of palm oil are: I (3,30-2,72); II (2,72-2,07); III (2,07-1,38); IV (1,38-1,18), and would be base saturation, exchangeable Ca, and Mg. These criteria can be used to evaluate of suitability for the agroforestry system rubber and palm oil in Riau.

**Keywords:** Agroforestry system, landsat, land characteristics, land evaluation

## PENDAHULUAN

Lahan kering daerah Riau dicirikan oleh iklim basah dengan tanah-tanah yang berkembang dari bahan induk batuan sedimen dan bahan induk aluvial yang mempunyai kesuburan alami rendah. Budidaya pertanian yang teradaptasi dengan lahan daerah ini pada awalnya berupa perladangan. Lahan dibabat kemudian dibersihkan dengan cara membakar serasah dan seterusnya ditugal dengan padi ladang, terung, cabe, ketimun, kacang panjang, atau pare. Pertanaman tersebut hanya dilakukan satu sampai dua kali panen saja dan bersifat subsisten. Bersamaan atau sesudahnya, lahan selalu ditanami dengan tanaman yang mempunyai toleransi tinggi terutama karet dan kelapa (Nasrul *et al.*, 2006). Pada era 1980 mayoritas petani mulai mengalihkan tanamannya kepada kelapa sawit.

Sistem ladang atau kebun yang dilakukan oleh masyarakat Riau serta daerah lainnya di Indonesia merupakan wujud agroforestri selama asas ekologi

terpenuhi, dimana *recovery* sepadan dengan masa regenerasi sumber-sumber daya tanah secara alamiah (Young, 1997; Foresta *et al.*, 2000; Hairah *et al.*, 2000).

Meskipun telah lama dilakukan, namun keberadaan ladang atau kebun masih disalahpahami oleh berbagai pihak. Penilaian produktivitas yang rendah diakibatkan hanya tanaman utama yang diperhitungkan sementara hasil-hasil dan fungsi ekonomi lainnya diabaikan. Oleh karena itu sistem ini memerlukan evaluasi yang berdasarkan kriteria spesifik lokasi, yaitu suatu kriteria sistem agroforestri yang selaras antara karakteristik lahan dengan manfaat ekonomi setempat.

Penelitian mengenai sistem agroforestri dengan sarana citra satelit Landsat 7 ETM+ dimaksudkan untuk menghindari interpretasi yang keliru mengenai agroforestri, disamping sebagai pemanduan evaluasi dan pembangunan sistem agroforestri di masa mendatang. Keragaman bentuk dan kemiripan dengan vegetasi menyulitkan banyak orang untuk

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Telp: (0761) 36092, e-mail: bes\_nasrul@yahoo.co.id.

<sup>2</sup>Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau  
*J. Tanah Trop.*, Vol. 14, No. 1, 2009: 81-87  
ISSN 0852-257X

mengidentifikasi ciri-ciri umum secara jelas. Sampai sekarang pada peta-peta tataguna lahan yang resmi, agroforestri diidentifikasi sebagai hutan sekunder, semak belukar, hutan rusak, atau tanah kosong. Karena itu agroforestri disatukan dengan jenis lahan-lahan rusak yang dijadikan sasaran direhabilitasi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilakukan dari bulan Maret-Desember 2007, dengan luas daerah sebesar 45.853,81 ha dan terletak di antara garis lintang 0°32'50,08"-0°24'30,72" Utara dan antara garis bujur 101°34'48,42"-101°51'08,63" Timur.

Citra Landsat 7 ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) level 1 G, path/row 126/060, dan akuisisi 2005 diolah dengan perangkat lunak ERDAS Imagine versi 8.3.1 untuk mendapatkan peta penggunaan lahan. Hasil analisis digital citra adalah sebagai berikut: (1) Perhitungan koreksi geometri menunjukkan bahwa posisi objek pada citra adalah tepat berdasarkan referensi yang digunakan ( $< 0,1$  piksel); (2) Pemilihan kombinasi band berdasarkan teknik *optimum index factor* menunjukkan bahwa komposit 347 pada model ruang *red-green-blue* (RGB) mampu menyajikan konsentrasi informasi terbanyak dengan duplikasi terkecil; (3) Penggabungan band multispektral dan pankromatik dengan teknik *brovey transform* menghasilkan citra dengan resolusi spasial 15 m x 15 m; (4) Klasifikasi penggunaan lahan dengan teknik kemiripan maksimum terbimbing menghasilkan 18 areal contoh; (5) Hasil uji tabel matriks menunjukkan rata-rata akurasi keseluruhan termasuk baik (94%). Demikian juga nilai koefisien Kappa 0,96 menunjukkan akurasi klasifikasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan akurasi yang disyaratkan ( $\geq 85\%$ ); (6) Pengelompokan mayoritas 3 x 3 tetangga piksel menghasilkan citra hasil klasifikasi terlihat lebih sederhana dan siap digunakan sebagai peta penggunaan lahan.

Pada setiap poligon penggunaan lahan dilakukan identifikasi pola agroforestri, jenis tanaman utama (pohon), dan jenis tanaman pertanian (pangan) yang diusahakan. Pemilihan ini berdasarkan tanaman yang paling banyak diusahakan di daerah penelitian, daya adaptasi tinggi dengan kondisi lahan, dan mempunyai nilai ekonomis. Selanjutnya berdasarkan kesamaan kombinasi faktor-faktor tersebut maka dibangun satuan pengamatan tipe penggunaan lahan (LUT) agroforestri.

Pada masing-masing LUT dilakukan pengumpulan data karakteristik lahan serta data biaya dan manfaat ekonomi usahatani. Data karakteristik lahan meliputi iklim, elevasi, kemiringan, kedalaman efektif, dan drainase. Data kesuburan (tekstur, KTK, KB, pH, C-organik, N, P, K, Ca, Mg, K, Na, H, Al, dan kejenuhan Al) diambil secara acak bahan contoh tanah komposit seberat 1 kg pada kedalaman 0-30 cm (Suryanto *et al.*, 2005). Pengumpulan data biaya dan manfaat dilakukan dengan wawancara langsung terhadap responden setiap LUT, yang meliputi tenaga kerja, saprotan (peralatan, bibit, stimulan, pupuk, pestisida, bahan pembeku, dan kredit), serta produksi. Biaya dan manfaat yang diperhitungkan adalah biaya dan manfaat langsung yang dapat diuangkan (Rp ha<sup>-1</sup> th<sup>-1</sup>).

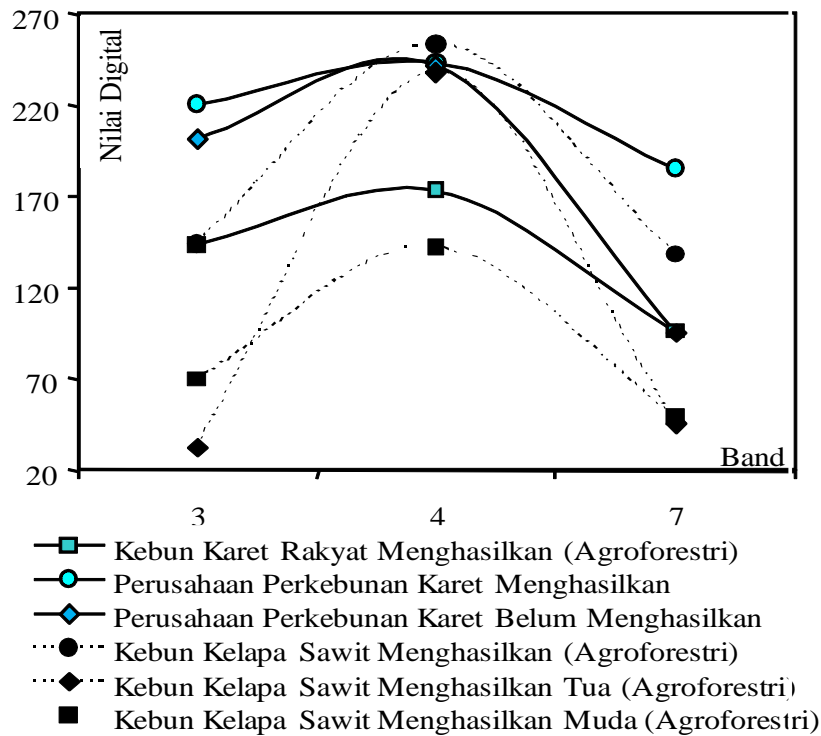
Dari hasil berbagai pengukuran dan pengumpulan data, dilakukan analisis data, yaitu: (1) Analisis kelayakan usahatani sistem agroforestri dengan BCR (ratio biaya dan keuntungan) dengan harga nominal yang berlaku pada tingkat petani setiap tahunnya selama 25 tahun; (2) Analisis kluster dimaksudkan membangun kelas kesesuaian ekonomi. Fungsi jarak yang digunakan adalah jarak Euclid dengan metode kluster tidak berhirarki dan metode perbaikan jarak pautan rata-rata. Untuk mengetahui karakteristik lahan yang menentukan BCR, dilakukan analisis regresi bertatar; (3) Pengujian kriteria yang telah diperoleh terhadap usahatani agroforestri yang sejenis di luar daerah penelitian (Nasrul *et al.*, 2005).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Spektral Penggunaan Lahan Agroforestri

Areal yang dinyatakan sebagai lahan usahatani sistem agroforestri adalah pada kebun karet rakyat dengan rona warna cyan tua, sedangkan pada kebun kelapa sawit rakyat dengan rona bervariasi dari warna hijau muda sampai hijau (Gambar 1). Berdasarkan reinterprestasi citra, rona kebun kelapa sawit rakyat tidak dapat dibedakan dengan perkebunan besar (swasta/negara) karena jarak tanam yang digunakan sama, yaitu 8 x 9 m. Unsur interpretasi yang membedakan keduanya hanyalah lokasi dan asosiasi, dimana kebun kelapa sawit rakyat dengan luasan kecil dan terpencar-pencar biasanya berada di dekat jalan atau perkampungan.

Rendahnya nilai reflektan band 3 pada areal yang bervegetasi disebabkan karena band merupakan



Gambar 1. Karakteristik spektral agroforestri karet dan kelapa sawit pada Citra Landsat ETM+ RGB 347.

sensor perekam panjang gelombang hijau dan merah (tampak mata). Klorofil untuk kegiatan fotosintesis banyak menyerap energi pada panjang gelombang yang berpusat pada spektrum tampak mata sehingga gelombang elektromagnetik yang dipantulkan sedikit. Tingginya nilai reflektan areal bervegetasi pada band 4 karena band ini dipasang sensor yang peka dengan gelombang inframerah dekat. Nilai pantulan tinggi disebabkan oleh struktur sel daun. Lapisan luar dan zat warna daun bersifat sangat transparan terhadap band inframerah dekat. Akibatnya band inframerah dekat mudah mencapai mesofil daun, yaitu jaringan palisade dan parenchyma. Jaringan parenchyma kemudian menghamburkan radiasi band inframerah dekat tersebut yang kemudian direkam oleh sensor. Turunnya nilai spektral pada band 7 terjadi karena adanya kandungan air pada daun. Gelombang elektromagnetik pada panjang gelombang 2,35-3,09  $\mu\text{m}$  diserap oleh air. Lillesand dan Kiefer (1997) menunjukkan pada seluruh spektrum setelah 1,3  $\mu\text{m}$ , pantulan daun kurang lebih berbanding terbalik terhadap jumlah kandungan air di daun. Jumlah ini merupakan suatu fungsi kandungan kelembaban dan ketebalan daun.

Dengan demikian komposit 347 sangat baik untuk mengidentifikasi penggunaan lahan agroforestri. Tanaman yang telah menghasilkan mempunyai tajuk lebih lebar sehingga klorofil yang mengandung air pada masing-masing tanaman optimal memantulkan energi elektromagnetik inframerah secara optimum. Hasil yang sama telah dilaporkan pada penelitian Zulfikar *et al.* (1999) yang menyatakan bahwa satu band dari band tampak, inframerah dekat, tengah dan thermal memberikan pemisahan paling tinggi dari objek tanaman.

#### Kelayakan Investasi Usahatani Agroforestri

Perhitungan biaya kelayakan investasi pada usahatani agroforestri karet dan kelapa sawit selama umur ekonomis di daerah penelitian (Tabel 1) dibagi dua kelompok, yaitu tenaga kerja dan saprotan. Dari komponen biaya yang dirinci, biaya tenaga kerja pada karet sekitar 40% dan sisanya saprotan. Kecenderungan yang sama ditunjukkan oleh kelapa sawit, yaitu 36% biaya tenaga kerja dan sisanya saprotan. Dipandang dari kepentingan petani, pengusahaan agroforestri karet memerlukan tenaga lebih banyak dibanding kelapa sawit sehingga petani kelapa sawit akan mempunyai waktu lebih banyak

untuk mencari kegiatan sampingan dalam menambah penghasilan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa BCR perusahaan agroforestri karet maupun kelapa sawit > 0. Keadaan ini menggambarkan bahwa jumlah penerimaan selang periode umur ekonomis tanaman lebih besar daripada pengeluaran.

Hasil analisis juga menunjukkan nilai BCR agroforestri kelapa sawit lebih kecil daripada agroforestri karet. Rendahnya angka BCR pada agroforestri kelapa sawit disebabkan karena petani mengeluarkan biaya pemeliharaan yang lebih besar terutama pemupukan, meskipun dilakukan seadanya sesuai dengan kemampuan dana yang terbatas. Keadaan ini menggambarkan bahwa jumlah investasi yang dikeluarkan dalam budidaya agroforestri di daerah penelitian belum menentukan perolehan pendapatan setiap tahunnya. Selain itu, besarnya angsuran kredit yang harus dibayarkan menyebabkan nilai BCR perusahaan agroforestri kelapa sawit menjadi lebih rendah.

**Karakteristik Lahan Penentu Usahatani Agroforestri**

Gerombol yang dihasilkan dari analisis kluster (Gambar 2) sudah bermakna dengan baik, dimana

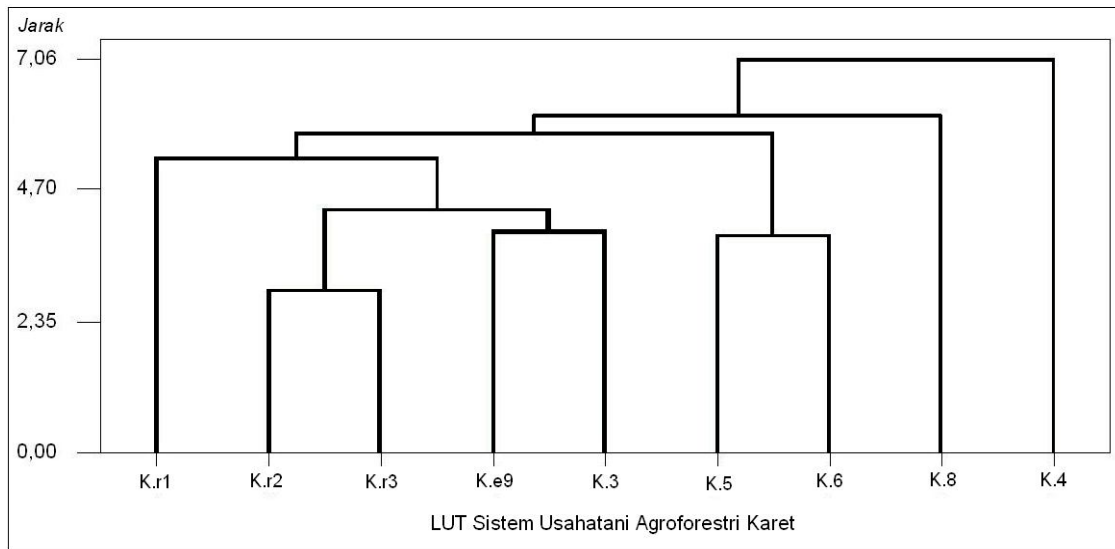
masing-masing gerombol mempunyai ciri-ciri tersendiri dalam mendukung tingkat BCR usahatani agroforestri karet. Berdasarkan hasil analisis analisis regresi bertatar ( $P \leq 0,2$ ), diketahui karakteristik Mg-dd berkorelasi positif terhadap nilai BCR perusahaan agroforestri karet di daerah penelitian. Peningkatan ketersediaan Mg di dalam tanah akibat tindakan pemupukan akan memberikan tingkat BCR yang lebih tinggi. Hubungan ini lebih memberikan gambaran bahwa karet di daerah penelitian tanggap terhadap Mg, dimana produksi karet yang makin tinggi diperoleh pada ketersediaan Mg di dalam tanah yang makin tinggi.

Gerombol yang dihasilkan dari analisis kluster (Gambar 3) sudah bermakna dengan baik karena masing-masing gerombol mempunyai ciri-ciri yang dapat membedakan tingkat BCR. Berdasarkan hasil analisis secara bersama dengan regresi bertatar ( $P \leq 0,2$ ), dapat diketahui beberapa karakteristik lahan yang berpengaruh terhadap BCR yaitu KB dan Ca-dd. Pemupukan yang telah diaplikasikan oleh petani menyebabkan adanya peningkatan pH yang berdampak meningkatkan KTK, penambahan kation-kation (Hedlund et al., 2003), dan dampaknya selanjutnya terjadi peningkatan KB, yang pada akhirnya meningkatkan produksi. Pada awal

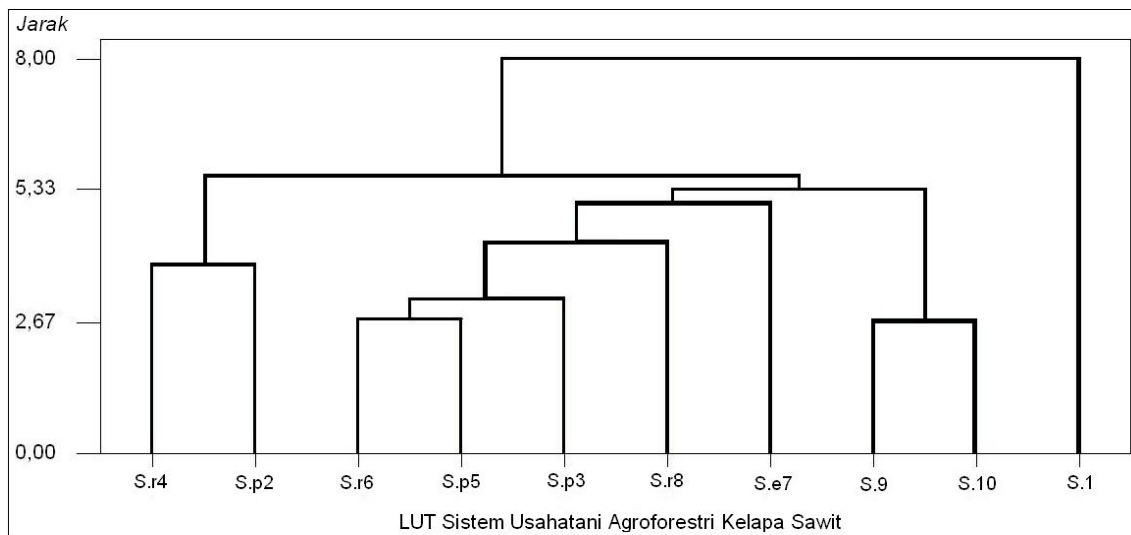
Tabel 1. Kelayakan investasi usahatani agroforestri karet dan kelapa sawit selama umur ekonomis (Rp. konstant 2007) (x 1.000).

| Sistem Usahatani          | LUT  | Total Biaya (Rp) | Total Produksi (Rp) | Keuntungan Bersih (Rp) | BCR  |
|---------------------------|------|------------------|---------------------|------------------------|------|
| Agroforestri Karet        | K.r1 | 109.346          | 389.376             | 280.030                | 2,56 |
|                           | K.r2 | 23.176           | 82.520              | 59.344                 | 2,56 |
|                           | K.r3 | 20.426           | 72.155              | 51.729                 | 2,53 |
|                           | K.e9 | 39.467           | 130.582             | 91.115                 | 2,31 |
|                           | K.4  | 144.758          | 749.109             | 604.351                | 4,18 |
|                           | K.5  | 32.560           | 143.470             | 110.910                | 3,41 |
|                           | K.6  | 36.440           | 171.000             | 134.553                | 3,69 |
|                           | K.3  | 34.925           | 124.700             | 89.775                 | 2,57 |
|                           | K.8  | 128.990          | 501.483             | 372.492                | 2,89 |
| Agroforestri Kelapa Sawit | S.r4 | 102.023          | 435.033             | 333.010                | 3,26 |
|                           | S.r6 | 112.797          | 381.490             | 268.693                | 2,38 |
|                           | S.r8 | 152.172          | 508.751             | 356.578                | 2,34 |
|                           | S.p2 | 189.013          | 811.891             | 622.878                | 3,30 |
|                           | S.p3 | 173.536          | 614.649             | 441.113                | 2,54 |
|                           | S.p5 | 75.003           | 247.841             | 172.838                | 2,30 |
|                           | S.e7 | 112.279          | 366.940             | 254.662                | 2,27 |
|                           | S.1  | 39.038           | 84.979              | 45.941                 | 1,18 |
|                           | S.9  | 69.972           | 200.105             | 130.133                | 1,86 |
|                           | S.10 | 85.832           | 220.431             | 134.599                | 1,57 |

Keterangan: LUT = tipe penggunaan lahan; BCR = rasio biaya dan manfaat.



Gambar 2. Dendrogram hasil analisis gerombol karakteristik lahan usahatani agroforestri karet.



Gambar 3. Dendrogram hasil analisis gerombol karakteristik lahan usahatani agroforestri kelapa sawit.

pertumbuhan mungkin terjadi penurunan KB, yang disebabkan oleh pengurasan kation-kation oleh tanaman dan peningkatan KTK tanah. Kemudian dengan bertambahnya umur tanaman KB cenderung meningkat akibat adanya penambahan kation-kation yang dikandung oleh pupuk.

**Kriteria Kesesuaian Ekonomi Usahatani Agroforestri.**

Berdasarkan frekuensi penyebaran nilai masing-masing gerombol, maka nilai BCR dimodifikasi untuk

mendapatkan batas kelas yang lebih jelas dan tegas, sehingga memudahkan penggunaannya dalam evaluasi kesesuaian usahatani. Hasil modifikasi tersebut disajikan dalam bentuk kriteria kesesuaian ekonomi usahatani agroforestri karet dan kelapa sawit (Tabel 2).

Hasil pengujian kriteria terhadap usahatani yang sejenis di luar daerah penelitian (Tabel 3) menunjukkan bahwa kelas kesesuaian yang terbentuk sudah sejalan dengan produksi dan BCR usahatani agroforestri di daerah pengujian. Usahatani

Tabel 2. Kriteria kesesuaian ekonomi usahatani agroforestri karet dan kelapa sawit.

| Usahatani Agroforestri Karet |             | Usahatani Agroforestri Kelapa Sawit |             |
|------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| Kelas Kesesuaian             | BCR         | Kelas Kesesuaian                    | BCR         |
| I                            | 4,18 - 3,94 | I                                   | 3,30 - 2,72 |
| II                           | 3,94 - 3,15 | II                                  | 2,72 - 2,07 |
| III                          | 3,15 - 2,73 | III                                 | 2,07 - 1,38 |
| IV                           | 2,73 - 2,31 | IV                                  | 1,38 - 1,18 |

Tabel 3. Kesesuaian sistem usahatani agroforestri karet dan kelapa sawit berdasarkan kriteria kesesuaian ekonomi.

| No. | Sistem Usahatani          | LUT  | Produksi Rata-rata<br>(Rp ha <sup>-1</sup> th <sup>-1</sup> ) | BCR  | Kelas Kesesuaian<br>BCR |
|-----|---------------------------|------|---------------------------------------------------------------|------|-------------------------|
| 1.  | Agroforestri Karet        | Ku-k | 5.501.333                                                     | 2,56 | III                     |
| 2.  | Agroforestri Karet        | Ku-i | 9.564.667                                                     | 3,41 | II                      |
| 3.  | Agroforestri Kelapa Sawit | Su-s | 15.745.043                                                    | 1,57 | IV                      |
| 4.  | Agroforestri Kelapa Sawit | Su-b | 27.249.321                                                    | 2,38 | II                      |

agroforestri karet Ku-k dengan rata-rata pendapatan yang lebih rendah dibanding Ku-i, juga mempunyai kelas kesesuaian BCR yang lebih rendah. Usahatani agroforestri kelapa sawit Su-s yang mempunyai rata-rata pendapatan lebih rendah jika dibandingkan dengan Su-b, juga mempunyai kelas kesesuaian yang lebih rendah.

Apabila tujuan evaluasi lahan adalah untuk perencanaan pembangunan agroforestri di daerah Riau, maka hasil penelitian ini dapat digunakan untuk klasifikasi kesesuaian secara ekonomi dengan mempertimbangkan karakteristik lahan yang menentukan tingkat keuntungan usahatani. Klasifikasi secara ekonomi dengan pertimbangan kelayakan ekonomi akan memberikan pilihan yang lebih aktual dan realistis berdasarkan pertimbangan ekonomi, sedangkan karakteristik lahan penentu menginformasikan karakteristik lahan yang perlu diperhatikan dalam pengusahaan agroforestri untuk perolehan produksi dan keuntungan yang optimal.

### KESIMPULAN

Sistem usahatani agroforestri yang khas di daerah Riau diidentifikasi sebagai kebun karet rakyat dan kelapa sawit rakyat. Berdasarkan analisis data digital Landsat ETM+ komposit band 347, agroforestri karet dicirikan oleh kenampakan warna cyan tua dengan rata-rata nilai piksel RGB 143,37; 173,04; 96,03,

sedangkan agroforestri kelapa sawit dicirikan oleh kenampakan bervariasi dari warna hijau muda sampai hijau dengan kisaran nilai pixel RGB 33-145; 142-253; 46-139.

Kriteria kesesuaian ekonom sistem usahatani agroforestri karet adalah I (4,18-3,94); II (3,94-3,15); III (3,15-2,73); IV (2,73-2,31), sedangkan kriteria kesesuaian BCR sistem usahatani agroforestri kelapa sawit adalah I (3,30-2,72); II (2,72-2,07); III (2,07-1,38); IV (1,38-1,18). Kejenuhan Basa, Ca dan Mg dapat ditukarkan merupakan karakteristik lahan penentu tingkat BCR tersebut. Kriteria kesesuaian ekonomi yang telah dibangun pada penelitian ini layak digunakan untuk evaluasi kesesuaian sistem usahatani agroforestri karet dan kelapa sawit di Daerah Riau.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Proyek I-MHERE Unri IBRD Loan No. 4789-IND dan IDA Loan No. 4077-IND dengan Nomor kontrak: 138/RG/I-MHERE/Unri/2007, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada Bank Dunia dan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

Foresta, H., A. Kusworo, G. Michon, dan W.A. Djatmiko. 2000. Ketika kebun berupa hutan: agroforest khas

- Indonesia sebuah sumbangan masyarakat. SMT Grafika Desa Putera, Jakarta. 249 hal.
- Hairah, K., S.R. Utami, D. Suprayogo, Widiyanto, S.M. Sitompul, Sunaryo, B. Lusiana, R. Mulia, M. van Noordwijk and G. Cadisch. 2000. Agroforestry on acid soils in the humid tropics: managing tree-soil-crop interactions. ICRAF, Bogor. 38 pp.
- Hedlund, A., E. Witter, and B. Xuan An. 2003. Assessment of N, P and K management by nutrient balances and flows on peri-urban smallholder farms in southern Vietnam. *Europ. J. Agronomy* 20: 71- 87.
- Lissesand, T.M and R.W. Kiefer. 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 725 p.
- Nasrul, B., Sudharsono, dan M. Ardiansyah. 2005. Karakteristik lahan untuk perkebunan kelapa sawit di daerah Kerinci dan sekitarnya. *J. Natur Indonesia* 8 (1): 59-64.
- Nasrul, B., Sudharsono, dan M. Ardiansyah. 2006. Evaluasi kriteria kesesuaian sistem perkebunan karet di daerah Kerinci dan sekitarnya. *J. Pembangunan Pedesaan* 5 (3): 159-166.
- Suryanto, P., Tohari, dan M. S. Sabarnurdin. 2005. Dinamika sistem berbagi sumberdaya (*resources sharing*) dalam agroforestri: dasar pertimbangan penyusunan strategi silvikultur. *J. Ilmu Pertanian* 12 (2): 165-178.
- Young, A. 1997. *Agroforestry for Soil management*. 2<sup>nd</sup> ed. Wailingford, UK: CAB International and ICRAF. 320 pp.
- Zulfikar, U.S. Wiradisastra, B. Mulyanto, dan U. Kurnia. 1999. Analisis data digital landsat TM dari dua musim yang berbeda untuk mengidentifikasi penutup lahan. *Prosiding Kongres Nasional HITI VII*, Bandung, pp 1440-1453.