

PENGEMBANGAN MODEL ESTIMASI UMUR TANAMAN SAWIT DENGAN MENGGUNAKAN DATA LANDSAT-TM

Jansen Sitoms
Perekayasa Bidang Pengolahan Data

ABSTRACT

Oil Palm Plantation (*Elaeis Guineensis Jacq.*) in its growth will undergo physical change so that it can be monitored by remote sensing data, that is by observing the influence of age towards spectral band reflectance or indices that can be obtained from Landsat-TM data. The analysis shows Landsat spectral band that correlates with oil palm plantation's age is Band-5 ($r = -0.75$), Band-7 ($r = -0.52$), Band-4 ($r = -0.50$). The indices that correlate with oil palm plantation's age is ratio Band 5/3 ($r = -0.71$), IRI ($r = -0.56$) and MIRI-1 ($r = -0.48$). NDVI and IRI do not correlate with the plantation's age. From the research carried out towards several function forms between age and oil palm plantation a good relationship is obtained on multi-regression linear function ($R = 0.69$), where the equation is: $Y = 61.3 - 0.54 X_1 + 39.39 X_2 - 42.31 X_3$. ($X_i > 0$), where Y : age, $X_1 = B_5$, $X_2 = IRI$ dan $X_3 = MIRI$ (untuk $a = 0.05$)

ABSTRAK

Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis Jacq.*) dalam pertumbuhannya akan mengalami perubahan fisik sehingga dapat dipantau dengan data indera, yaitu dengan mengamati pengaruh umur terhadap reflektansi band spektral maupun dengan indeks spektral yang dapat diturunkan dari data Landsat-TM. Analisis menunjukkan band spektral Landsat yang berkorelasi dengan umur tanaman sawit adalah Band-5 ($r = -0.75$), Band-7 ($r = -0.52$), Band-4 ($r = -0.50$). Indeks yang berkorelasi dengan umur sawit adalah rasio Band 5/3 ($r = -0.71$), IRI ($r = -0.56$) dan MIRI-1 ($r = -0.48$). NDVI dan IRI tidak berkorelasi dengan umur tanaman ($r < 0.2$). Dari penelitian yang dilakukan terhadap beberapa bentuk fungsi antara umur dengan tanaman sawit diperoleh hubungan terbaik pada fungsi multiregresi linier ($R = 0.69$), dimana persamaannya adalah : $Y = 61.3 - 0.54 X_1 + 39.39 X_2 - 42.31 X_3$. ($X_i > 0$), di mana Y : Umur, $X_1 = B_5$, $X_2 = IRI$ dan $X_3 = MIRI$ (untuk $a = 0.05$)

1 PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis Jacq.*) sangat penting artinya bagi Indonesia dalam kurun waktu 20 tahun terakhir ini sebagai komoditi andalan untuk ekspor maupun komoditi yang diharapkan dapat meningkatkan pendapatan dan harkat petani perkebunan serta transmigrasi Indonesia (Labis 1992). Berkaitan dengan adanya kebijakan dari pemerintah untuk memperluas perkebunan sawit melalui Keppres maupun Peraturan Pemerintah (PP), di Indonesia perkembangan areal Tanaman Sawit sangat pesat dengan berbagai sistem pengelolaan. Menurut data Statistik Perkebunan Indonesia (1997), luas perkebunan sawit pada tahun 1990 masih 1.126.677 Ha dan meningkat menjadi 2.633.899 pada tahun 1998 dengan pertumbuhan sekitar 190.000 Ha pertahun.

Fenomena peningkatan yang besar ini memerlukan manajemen yang baik dari segi perencanaan maupun di produk hilir sehingga

produksi dapat dipertahankan sesuai dengan kebutuhan pasar nasional maupun dunia.

Daerah pengembangan tanaman kelapa sawit yang sesuai berada pada $15^\circ \text{LU} - 15^\circ \text{LS}$ dengan ketinggian yang ideal berkisar antara 5-500 m dpi. Kelapa sawit menghendaki curah hujan sebesar 2.000-2.500 mm/tahun. Suhu optimum untuk pertumbuhan kelapa sawit adalah $29-30^\circ\text{C}$. Intensitas penyinaran matahari sekitar 5-7 jam/hari. Kelembaban optimum yang ideal sekitar 80-90 %. Kelapa sawit dapat tumbuh pada jenis tanah podzolik, latosol, hidromorfik Kelabu, Alluvial atau regosol. Nilai pH yang optimum adalah 5,0-5,5. Kelapa sawit menghendaki tanah yang gembur, subur, daiar, berdrainase baik dan memiliki lapisan solum yang dalam tanpa lapisan padas. Kondisi topografi pertanaman kelapa sawit sebaiknya tidak lebih dari 15° (Agro Sejahtera, 2000).

Umur tanaman kelapa sawit dapat diteliti dengan menggunakan penginderaan jauh karena tanaman sawit memiliki pola penanaman

yang teratur, yaitu pengelompokan penanaman dalam setiap blok secara teratur berdasarkan taliun tanam yang sama. Dengan demikian *Digital Number (DN)* tanaman sawit dapat dipisahkan sesuai dengan perbedaan umur untuk dianalisis ataupun dikorelasikan dengan umur tanaman.

Indeks spektral merupakan alat ukur kualitatif yang mencerminkan keadaan objek dipermukaan bumi dan diturunkan dari operasi aritmatik dari kanal satelit indera secara umum. Rouse et al dalam McMorro (2000) menunjukkan bahwa umur hutan dapat diprediksi dengan NDVI yang diturunkan dari data Landsat. Dalam penelitian selanjutnya indeks spektral IRI dan MIRI signifikan menentukan umur tanaman sawit. Berkaitan dengan itu, Tcr> (1998) menyatakan bahwa *Ratio Vegetation Indeks (RVI)*, Rasio Band-5/7, Band-5/3 dan Band-4/7 dapat digunakan untuk mengamati perkembangan vegetasi,

Berdasarkan latar belakang diatas akan dilakukan kajian kemampuan data penginderaan jauh untuk mengamati fnologi kelapa sawit terutama yang berkaitan dengan pemodcan, yaitu membangun model pengolahan data satelit indera dan pengembangan model untuk estimasi umur tanaman sawit.

2 METODOLOGI

Dacrah studi pada penelitian ini berlokasi di PTP Nusantara VII Lampung, pada Unit Bekri dan Rejosari (Lampiran-3). Dari sini diperoleh peta tahun tanam sawit. Sedangkan data yang digunakan adalah data Landsat tahun 1994, 1996, 1997, 2000 dan 2001. Untuk menentukan model prediksi umur tanaman sawit dilakukan pengolahan data satelit, digitasi tahun tanam sawit dan pemodcan seperti langkah-langkah berikut.

2.1 Pengolahan data awal

Pengolahan data awal data Landsat meliputi koreksi radiometrik. Proses ini dilakukan sehingga nilai spektral dari tanaman sawit yang berumur sama pada dua atau lebih data multi temporal landsat yang berbeda tahun perekaman mempunyai nilai yang sama. Pada pengolahan awal juga dilakukan koreksi geometrik. Metode yang digunakan adalah registrasi posisi lokasi semua data Landsat terhadap data landsat tahun 1996. Dengan demikian posisi batas tahun tanam sawit sama (*match*) pada semua data Landsat

2.2 Pengolahan Data Lanjut

Pengolahan lanjut data Lansat adalah penurunan beberapa indeks spektral. Indeks ini

merupakan parameter dalam menentukan prediksi sawit. Menurut McMorro, (2001), indeks spektral dapat mengurangi pengaruh atmosfer dalam penelitian radiometrik. Beberapa indeks spektral yang diturunkan dari data Landsat adalah

NDVI (*Normal Difference Vegetation Indeks*) :

$$B4-B3 / B4+B3$$

IRI (*InfraRed Indeks*):

$$(B4-b5)/(B4 +B5)$$

MIRI (*Middle Infrared Indeks*) :

$$(B5-b7)/(B5+B7)$$

MIRI-1 (*Middle Infrared Indeks*):

$$(B5-B3) / (B5 +B3)$$

RVI (*Ratio Vegetatio Index*): B4/B3

Rasio Band-5/7, Band-5/3 dan Band-4/7.

2.3 Model estimasi umur

Model estimasi umur dibangun dalam bentuk multi regresi dimana parameter bebasnya adalah rata-rata DN dari band spektral dan Indeks spektral data Landsat. Setiap parameter akan diuji secara empiris apakah berkorelasi dengan umur tanaman. Parameter yang mempunyai korelasi tinggi akan dipilih. Proses selanjutnya adalah uji korelasi antara parameter untuk mengeliminir sifat multikolinearitas antar parameter. Jika terjadi korelasi yang tinggi antar parameter akan dipilih salah satu dengan melihat korelasi terbesar parameter tersebut secara langsung dengan umur tanaman. Model yang akan dikembangkan adalah seperti persamaan 2-1.

$$Y = F (x_1, x_2, \dots, x_n) \dots \dots \dots (2-1)$$

Keterangan

Y : umur kelapa sawit

Xj: parameter DN Bandspektral dan indeks Spektral.

Pengembangan model multi regresi ke dalam bentuk linier atau eksponensial dim lain-lain akan ditentukan berdasarkan uji statistik, yaitu Koefisien Determinasi (R^2) dan penerimaan konstanta persamaan dalam p-level.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Koreksi geometrik

Koreksi geometrik yang digunakan adalah registrasi dari data Landsat tahun 1994, 1996, 1997 dan tahun 2000 terhadap data Landsat-7 tahun 2001 yang telah terkoreksi secara sistematika.

Dengan demikian posisi setiap objek pada kelim data sama secara geografis dan dapat di overlay dengan data vektor blok umur tanaman sawit unit Bekri dan Rejosari pada perkebunan PTPN VII Lampung.

3.2 Koreksi radiometrik

Untuk mengurangi pengaruh atmosfer pada data Landsat multi temporal dilakukan koreksi radiometrik, sehingga perbedaan nilai spektral pada setiap data Landsat untuk lokasi yang sama adalah karena perbedaan nilai reflektansi objek tanaman yang berbeda umur. Metode yang digunakan adalah *histogram equalize*, yaitu menyamakan nilai rata-rata spektral dari objek vegetasi (sawit) semua data Landsat yang berumur sama terhadap objek data Landsat tahun 1996 (*referensi*). Teknisnya adalah dengan mengurangi atau menjumlah DN data lain terhadap data referensi, sesuai dengan selisih DN objek sawit pada umur yang sama dari data yang akan dikoreksi dengan data referensi. Besarnya nilai pengurangan atau penjumlahan DN dari seluruh Band spektral data yang akan dikoreksi ditunjukkan pada Lampiran-2.

3.3 Overlay batas tahun tanam sawit dengan data Landsat

Masing masing unit perkebunan terdiri dari beberapa sub area (blok tahun tanam). dengan tahun tanam yang bervariasi. Pada unit perkebunan Bekri ada 8 jenis tahun tanam (Gambar 3-1), sedangkan pada unit Rejosari ada 14 jenis tahun tanam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-2. Blok umur sawit didigitasi berdasarkan tahun tanam dan kemudian dikonversi menjadi *Erv File* sehingga dapat di overlay dengan semua data Landsat yang terkoreksi secara geometrik pada *software ErMapper*.

Pada setiap blok umur tersebut dipilih training sample dalam bentuk poligon untuk mendapatkan nilai rata-rata spektral (DN) yang mewakili umur sawit. Selanjutnya dari poligon tersebut dihitung nilai statistik dari *Digital Number Mean dan* rata-rata indeks spektral masing-masing umur tanaman. Umur diperoleh dengan mengurangi tahun perekaman satelit dengan tahun tanam. Overlay data blok umur dengan semua data Landsat yang digunakan menghasilkan variasi umur 1 tahun s.d dan 26 tahun. Hasil overlay akan mendapatkan nilai DN dan indeks spektral Gambar 3-1 dan Gambar 3-2 adalah contoh overlay tahun tanam dengan Landsat tahun 1994.

3.4 Analisis spektral berdasarkan umur sawit

Reflektansi tanaman sawit yang direpresentasikan nilai rata-rata DN (*Digital Number*) dianalisis untuk mencari korelasi masing-masing Band spektral dengan umur. Pada setiap tahun tanam dipilih sampel secara visual, yaitu kenampakan objek yang homogen pada tampilan kombinasi kanal 5 (merah), kanal 4 (Hijau) dan 2 (Biru) dari data Landsat. Selain visual pemilihan sampel dilakukan dengan menguji standart deviasi sampel, yaitu pemilihan sampel jika standar deviasinya kecil. Proses ini dilakukan untuk menjaga homogenitas sampel. Besarnya nilai spektral rata-rata umur sawit untuk setiap band Landsat ada pada tabel hubungan umur dengan rata-rata DN.

Tabel Korelasi pada menunjukkan tidak semua band spektral mempunyai korelasi yang baik dengan umur tanaman sawit. Band 2 dan band 6 mempunyai korelasi yang kecil. yaitu Band 2 = -0.16 dan Band-6' = -0.11. Kanal Landsat yang mempunyai korelasi cukup besar adalah Band 5 = -0.75 Band-7= -0.52, Band-4 = • 50, Band 3 = -0.36 dan B1 = -0.30. Nilai negatif mengindikasikan pola yang semakin menurun DN sawit jika semakin tua tanaman sawit. Nilai korelasi tersebut dapat mengindikasikan Band-2 dan Band-6 tidak dapat digunakan sebagai parameter dalam memprediksi umur tanaman sawit.

3.5 Indeks spektral data Landsat

Nilai indeks spektral yang diturunkan dari data Landsat secara umum dapat memberikan penjelasan kondisi atau tanaman sawit. diharapkan indeks tersebut dapat menjadi parameter pembeda, sehingga dapat menjelaskan fenologi tanaman berdasarkan umur. Indeks maupun *band ratio* dapat berfungsi juga dalam mengurangi *albedo effect* dan *shadows* pada saat perekaman satelit, sehingga diperoleh hasil perhitungan rata-rata indeks spektral berdasarkan umur tanaman yang diturunkan dari data Landsat.

3.6 Analisis Korelasi

Hasil perhitungan korelasi umur sawit dengan parameter dan korelasi antara parameter yang dihitung seperti pada tabel pada Lampiran-1 menunjukkan bahwa hampir semua indeks spektral Landsat mempunyai korelasi yang cukup baik dengan umur tanamaa kecuali NDVI (-0.09), MIRI (0.03) dan RVI (-0.17). Parameter indeks yang paling besar adalah MIRI 1 (-0.56), kemudian

IRI (-0.48) dan lain lain. Hasil ini mengindikasikan bahwa NDVI, MIRI dan RVI adalah parameter yang tidak dapat digunakan dalam memprediksi umur sawit.

Dari sini terlihat bahwa di antara parameter terdapat korelasi yang sangat besar, yaitu Band-5 dengan rasio B5/B3 (0.92) dan Band-7 dengan rasio B4/B7 (-0.95). Selanjutnya parameter rasio B5/B3 dan rasio B4/B7 tidak digunakan untuk menghindari kondisi multi kolinearitas parameter pada analisis regresi. Dengan membuang parameter yang berkorelasi tinggi, parameter yang akan diujicobakan dalam model multiregresi, adalah parameter Band-2, Band-3, Band-4, Band-5, Band-7, IRI, MIRI1, dan Band-5/Band-7.

3.7 Analisis regresi

3.7.1 Regresi umur sawit dengan setiap parameter

Pengujian dilakukan untuk mencari hubungan regresi umur tanaman sawit dengan masing masing parameter dalam bentuk linier dan non linier. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan terbaik adalah dengan parameter Band-5 dengan bentuk hubungan eksponensial. Hal ini dicerminkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) yang lebih besar, yaitu 0.67, sedang model regresinya adalah

$$Y = 587.64 e^{-0.0638X}$$

Keterangan

Y = Umur Sawit, X = Band5.

3.7.2 Multiregresi linier

Dari semua parameter (kanal band dan indeks spektral) dipilih parameter yang mempunyai korelasi yang cukup besar untuk dimasukkan pada model, yaitu Band-2, Band-3, Band-4, Band-5, Band-7, IRI, MIRI1, Band-5/Band-7. Uji Model dilakukan dengan mencoba semua parameter ke dalam iterasi multiregresi pada software multi regresi dengan menggunakan *software EXCEL* dikombinasi delapan parameter sampai dengan 3 parameter secara *trial and error* dengan memperhatikan besar nilai R^2 dan penerimaan nilai p masing-masing parameter untuk tingkat kepercayaan 1 % dan 5 %. Hasil terbaik menunjukkan bahwa hanya tiga parameter yang dapat diterima dalam model regresi linier, yaitu seperti Tabel 3-1. Fungsi regresi linier menunjukkan koefisien Determinasi (R^2) = 0.694, dengan hanya 3 parameter, yaitu Band-5, IRI dan MIRI-1 yang berbeda nyata dan

sangat nyata pada tingkat kepercayaan 5% ($p < 0.05$), dan 1 % (0.01) yaitu :

Tabel 3-1 : PARAMETER MODEL REGRESI

Umur	Parameter	B	p-level
Y	Konstanta	61.299	0.00764 **)
	X1=B5	-0.537	0.00837 **)
	X2=IRI	39.388	0.02115 *)
	X3= MIRI-1	-42.313	0.04566 *)

*) Berbeda nyata pada taraf 5 %

***) Berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

Dari tabel di atas diperoleh persamaan estimasi umur tanaman sawit dengan B3, B4 dan MIRI1. Nilai p tiap parameter untuk tingkat kepercayaan 1 % dan 5 % seperti pada Tabel 3-2.

Tabel 3-2: PERSAMAAN ESTIMASI UMUR TANAMAN SAWIT

Umur	Parameter	B	p-level
Y =	Konstanta	292.9218	0.002*
	X1 =Kanal-1	-55.7602	0.045 *
	X2 =Kanal-3	-27.1028	0.049*
	X3=MIRI-1	-56.8520	0.0016 **)

*) Berbeda nyata pada taraf 5 %

***) Berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

Nilai $R^2 = 0.59$ dengan model regresi dalam bentuk logaritmik seperti persamaan berikut

$$Y = 292.9 - 65.7 \ln X1 - 27.1 \ln X2 - 56.85 \ln X3$$

Keterangan ($X_i > 0$)

3.7.4 Multiregresi eksponensial

Dengan menggunakan metode yang sama, yaitu parameter yang signifikan untuk memprediksi umur tanaman sawit adalah IRI dan Rasio B5/3. Nilai p tiap parameter untuk tingkat kepercayaan 1 % dan 5 % seperti pada Tabel 3-3

Tabel 3-3: NILAI P TIAP PARAMETER UNTUK TINGKAT KEPERCAYAAN 1 % & 5%

Umur	Parameter	B	p-level
Y =	Konslanta c1	-120.81	0.011741**
	M	5.1	(1.020445 *)
	XI = IRI	0.456	0.043213*)
	X2= B5/3	-0.98	1 0.008876 **)

*) Berbcda nyata pada taraf 5 %

***) Berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

Nilai $R^1 = 0.59$ dengan model regresi dalam bentuk exponensial adalah seperti persamaan

$$Y = -120.81 + \exp(5.1 + 0.456 \times 10.98 \times X^2)$$

Keterangan (Xi > 0)

4 KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa

- Parameter B2, B6, MIRI, RVI, dan NDVI dari Landsat TM tidak berkorelasi dengan umur sawit ($r < 0.2$).
- Scbaran band spektral dan indcks spektral Landsat TM terhadap umur tanaman sawit antara umur 0 - 3 tahun sangat acak hal itu discbabkan umur tanaman sawit tidak dapat diprediksi reflctansi tanaman sawit pada umur tcrsbut dipngaruhi tanaman scla dan tanah. Pada umur tersebut dengan Landsat TM.
- Parameter band spektral Landsat TM dan indcks spektral yang berkorelasi dengan umur kclapa sawit, adalah Band-4(-0.50), Band5 (-0.75), Band-7 (-0.52), IRI(0.56), MIRI1 (0.48), Band 5/3 (-0.71), dan Band 4/7 (-0.47).
- Fungsi terbaik antara umur dengan masing-masing parameter, adalah dengan Band-5 ($R^2 = 0.60$) dalam fiingsi logaritmik:

$$Y = -10.343 \ln(x) + 86.42$$

Keterangan Y = umur sawit.

- Model yang terbaik untuk estimasi umur sawit dengan mcnggunakan data Landsat, adalah

dalam bentuk multi regresi linear dengan ($R^2 = 0.69$). Persamaannya, adalah

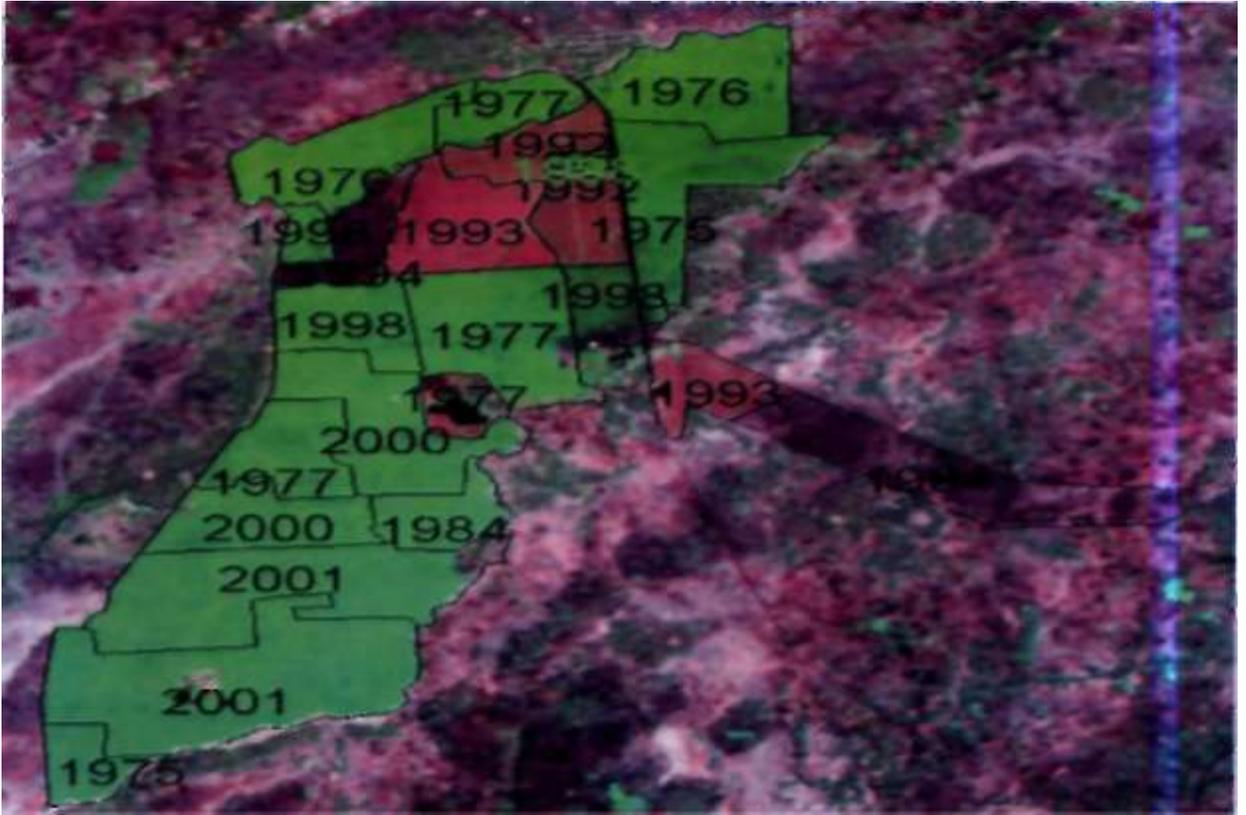
$$Y = 61.3 - 0.54X_1 + 39.39X_2 - 42.3X_3,$$

$X_i > 0, X_1 = B_5, X_2 = B_7$ dan $X_3 = MIRI1$

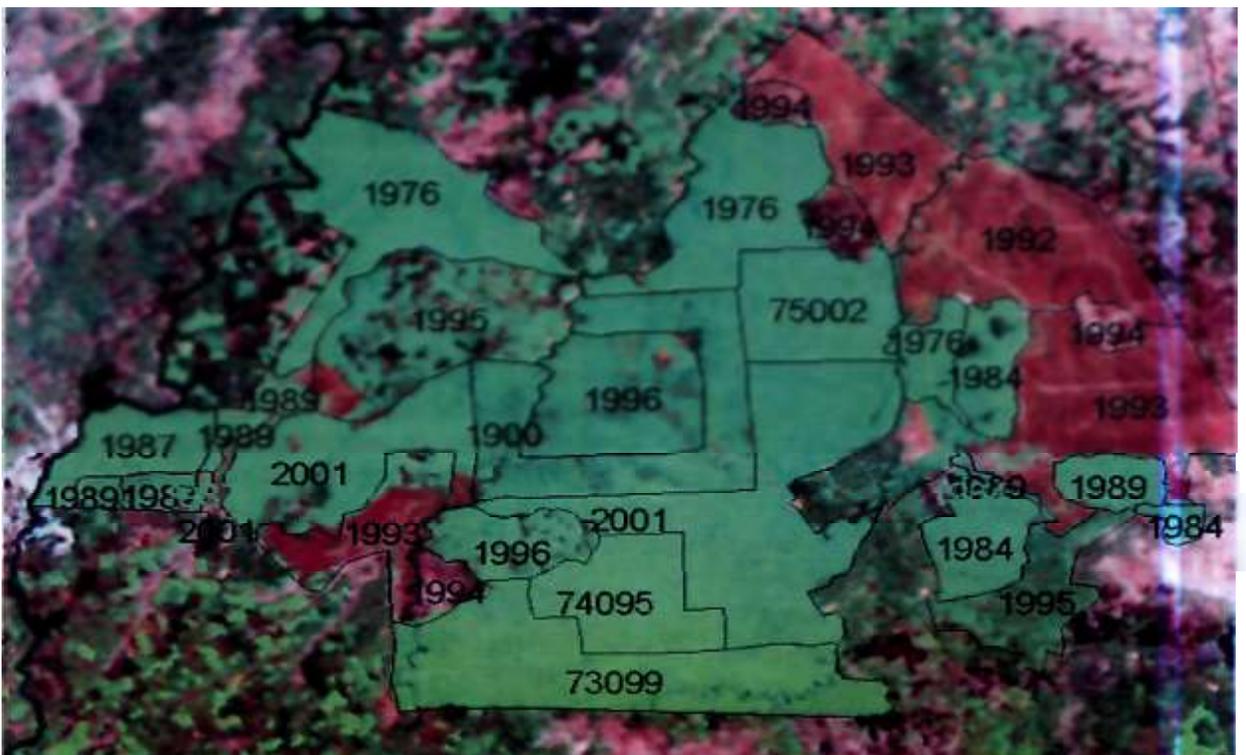
DAFTAR RUJUKAN

- Curlock JMO, Pronce, SD, 1993, *Remote Sensing of Biomass and Productivity*, Photosynthesis and Production in Changing Environment- A field and Laboratory Manual, Chapman and Hall, London
- Hasril Hasan S, 1998, Model Simulasi Produksi Kelapa Sawit Berdasarkan Karakteristik Kekeringan, Kasus Kebun kelapa Sawit di Lampung, Thesis Program pasca Sarjana IPB.
- Harsanugraha K.W. Arifin S, Identifikasi Tanaman Kelapa Sawit Berdasarkan Kategori Umur Mcnggunakan Data Landsat-TM, Studi Kasus Kabupaten Simalungun Sumatera Utara, Majalah Lapan, Vol 02 no.01, Hal 15-28.
- Ibrahim. S, Hasan, Z.A, Khalid M, 2000, *Aphccttion of Optical Remote SensingTechnofogy for Oil Palm Management*, Gis Development, ACRES, [WWW.gisdevelopment.net /aars/2000/ps3/ps302.shtml](http://WWW.gisdevelopment.net/aars/2000/ps3/ps302.shtml).
- Lillcsand and Keifer., 1994, Penginderaan Jauh Terapan dan Interpretasi Citra, Penerjemah Dulbari dan Prapto S., Gajah mada University Press, Yogyakarta.
- Lubis A.U, 1992, *Kelapa Sawit (Ehes Guineensis Jack) di Indonesia*, Pusat Penelitian Perkebunan Man hat Bandar Kuala, Pematang Siantar Sumatera Utara.
- Morrow. J. 2001, *Linear Regression Modelling for the estimasion of oil palm age from Landsat TM*, Int. Journal of Remote Sensing, Vol.22, page 2243 -2264
-, 2000, *Pengembangan Budidaya Kelapa Sawit*, PT. Cakra Pengembangan Agro Sejahtera.
- ..., 1997, *Statistik Perkebunan Indonesia 1996-1998*, Direktorat Jcndral Perkebunan Departemen Pertanian.

LAMPIRAN



Gambar3 -1: Overlay tahun lanam sawit di unit Bekri PTPN VII Lampung dengan Data Landsat tahun 1994



Gambar3-2: Overlay tahun tanam sawit di unit Rejosari PTPN VII Lampung dengan Data Landsat Tahun 1994