

**ESTIMASI DEGRADASI DAN DEFORESTASI HUTAN RAWA GAMBUT
DENGAN CITRA PENGINDERAAN JAUH
DI PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

*Estimation of Degradation and Deforestation of Peat Swamp Forests with
Remote Sensing Imagery in Central Kalimantan Province*

Raden Mas Sukarna dan Cakra Birawa

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

Email: sukarna@for.upr.ac.id

ABSTRACT

The changed in 1995 – 1998 when a programme of massive Peat Swamp Forest (PSF) conversion, the so-called Mega Rice Project (MRP) in Central Kalimantan was initiated to develop rice field has been impact both deforestation and forest degradation. The aim of this research is to classify forest degradation rates of PSF accurately using multi-stage remote sensing methods through (1) Forest Canopy Density model (FCD) LANDSAT 5 TM image acquired 2010 and supported by aerial photos interpretation, (2) inventory in each forest cluster were determined by purposive sampling using 5 plots with size of 20m x 20m. The results showed that there was a significant correlation ($r=0.82$) between FCD and Canopy Area Index (CAI). Significant correlation was also shown between CAI and stand density, dominance and frequency respectively with the value of $r = 0.974$; $r = 0.937$ and $r = 0.871$. Based on these correlation, predicted that PSF on the research area has been changed become deforestation 53.68%, very high degradation 3.37%, moderate high degradation 11.21%, middle degradation 15.30%, moderate low degradation 15.45% and low degradation 0.99%. The conclusion that the PSF ecosystem of MRP largely has been transformed into degradation and deforestation areas.

Keywords: Peat swamp forest, remote sensing, ecology, degradation and deforestation.

ABSTRAK

Konversi hutan rawa gambut (HRG) yang masif untuk perluasan lahan pertanian antara tahun 1995 – 1998 yang disebut mega proyek pengembangan lahan gambut (PLG) satu juta hektar di Provinsi Kalimantan Tengah telah menyebabkan terjadi degradasi dan deforestasi hutan yang kontinu. Informasi kondisi terkini dan faktual tentang degradasi dan deforestasi HRG masih sangat minim dan terbatas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian bertujuan untuk mengklasifikasi tingkat degradasi dan deforestasi HRG yang akurat menggunakan metode penginderaan jauh multi-tingkat dan pendekatan ekologis. Pengumpulan dan analisis data dilakukan melalui (1) klasifikasi kerapatan kanopi hutan menggunakan model *Forest Canopy Density* (FCD) Citra Landsat 5 TM dan interpretasi foto udara, (2) inventarisasi hutan pada masing-masing kluster kerapatan hutan yang ditentukan secara *purposive* dengan membuat 5 petak ukur contoh ukuran 20 m x 20 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang nyata antara nilai FCD dengan luas kanopi hutan (LKH) sebesar $r = 0,82$. Korelasi nyata juga ditunjukkan antara LKH dengan kerapatan tegakan, dominansi dan frekuensi jenis berturut turut dengan nilai $r = 0,974$; $r = 0,937$ dan $r = 0,871$. Berdasarkan nilai korelasi tersebut, diprediksi bahwa HRG pada lokasi penelitian yang telah mengalami deforestasi sebesar 53,68%, degradasi sangat berat sebesar 3,37%, degradasi berat sebesar 11,21%, degradasi agak berat sebesar 15,30%, degradasi sedang sebesar 15,45% dan degradasi ringan sebesar 0,99%. Kesimpulannya adalah bahwa ekosistem HRG pada kawasan bekas PLG saat ini sebagian besar telah mengalami degradasi dan deforestasi.

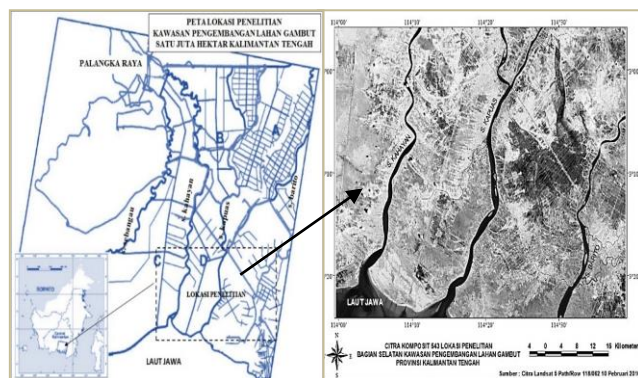
Kata kunci : Hutan Rawa Gambut, Penginderaan Jauh, Ekologi, Degradasi dan Deforestasi.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki hutan rawa gambut yang cukup luas yaitu ± 27 juta ha, yang meliputi Sumatera 8,2 juta ha, Kalimantan 6,8 juta ha, Irian Jaya 8,7 juta ha (Boehm H.D.V, 1999). Provinsi Kalimantan Tengah dengan luas wilayah 15.798.359 ha memiliki hutan rawa primer 228.773 ha (1,5%), hutan rawa sekunder 45.927 ha (0,3%), belukar rawa 1.979.807 ha (12,92%) dan daerah rawa seluas 549.007 ha (3,58%) (Wardoyo, 2003). Pada tahun 1995 sampai tahun 1998, Provinsi Kalimantan Tengah ditetapkan sebagai wilayah pengembangan lahan gambut (PLG) untuk ekstensifikasi lahan pertanian seluas lebih dari 1 juta ha yang menjadi memicu terjadinya degradasi dan deforestasi pada hutan rawa. Boehm H.D.V. *et al.* (2002) menjelaskan bahwa laju degradasi hutan rawa gambut antara tahun 1991 – 1997 sebesar 1,9% per tahun dan meningkat menjadi 6,5% per tahun antara tahun 1997 – 2000, sehingga laju rata-rata degradasi hutan rawa gambut antara tahun 1991 – 2001 sebesar 3,3%. Kondisi ini menyebabkan fungsi tata air tidak stabil dan mendorong terjadinya kebakaran hutan dan lahan gambut hampir setiap tahun pada musim kemarau, sehingga meningkatnya emisi gas rumah kaca (Siegert F. *et al.*, 2001). Perkembangan dan perubahan kondisi hutan rawa pasca PLG satu juta hektar yang relatif cepat belum dapat diikuti oleh kegiatan penilaian dan pemetaan degradasi hutan yang memadai, detil dan menyeluruh karena biaya yang mahal dan waktu yang lama. Permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana mengembangkan model penilaian degradasi hutan rawa secara efektif agar informasi kondisi hutan rawa gambut secara berkala dapat diketahui dan diperbaharui dengan baik. Awal tahun 1990 *Japan Overseas Forestry Consultants Association* (JOFCA) dan *International Timber Trade Organization* (ITTO) mampu mengembangkan model *Forest Canopy Density* (FCD) data digital Citra Landsat TM untuk mengklasifikasikan kondisi penutupan hutan tropis antara lain di India, Myanmar, Malaysia dan Indonesia secara efektif dengan tingkat kecermatan $>90\%$ (Rikimaru A, 1996). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat degradasi hutan rawa menggunakan aplikasi model FCD data digital Citra Landsat 5 TM yang terintegrasi dengan kajian ekologis hutan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dikembangkan dalam penelitian adalah metode penginderaan jauh multi-tingkat (*multi stage sampling*) yang meliputi beberapa tahap, yaitu (1) menentukan kluster kerapatan kanopi hutan rawa menggunakan model *Forest Canopy Density* (FCD) Citra Landsat 5 TM dan foto udara, (2) melakukan survai dan pengukuran parameter tegakan hutan menggunakan petak ukur 20 x 20 m pada masing-masing kluster hutan, (3) menganalisis tingkat degradasi hutan rawa melalui model hubungan antara kerapatan kanopi hutan dengan keragaman floristiknya.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Bagian Selatan Kawasan Bekas Pengembangan Lahan Gambut Satu Juta Hektar Provinsi Kalimantan Tengah

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan bekas pengembangan lahan gambut (PLG) satu juta hektar Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi penelitian terletak antara $114^{\circ} 00' - 114^{\circ} 40'$ Bujur Timur (BT) dan $02^{\circ} 55' - 03^{\circ} 25'$ Lintang Selatan (LS) dengan luas ± 400.000 ha termasuk dalam bagian Selatan DAS Kahayan, DAS Kapuas dan DAS Barito dan secara administrasi pemerintahan termasuk dalam wilayah Kabupaten Pulang Pisau dan Kabupaten Kapuas. Bahan yang digunakan adalah Citra Landsat 5 TM Path/Row 118/062 perekaman bulan Februari 2010 yang dianalisis menggunakan program FCD Mapper Versi 2.0, dan foto udara digital format kecil.

Analisis Spektral Kerapatan Kanopi dan Struktur Hutan Rawa

Perbaikan dan peningkatan teknik analisis spektral Citra Landsat 5 TM dalam penelitian ini dikembangkan melalui aplikasi model FCD (Rikimaru A, 1996; Roy P.S. *et al.*, 1997; Rikimaru A. *et al.*, 1998;

dengan mengintegrasikan 4 indeks biofisik dengan formulasi sebagai berikut.

$$\text{Advanced Vegetation Index (AVI)} = ((B4+1) \times (256-B3) \times B43)^{1/3}$$

$$\text{Baresoil Index (BI)} = ((B5+B3)-(B4+B1)/(B5+B3)+(B4+B1))100+100$$

$$\text{Shadow Index (SI)} = ((256-B1) \times (256-B2) \times (256-B3))^{1/3}$$

$$\text{Temperature Index (TI)} \text{ dari } L = L_{\min} + ((L_{\max}-L_{\min})/255) \times Q$$

$$\text{Forest Canopy Density (FCD)} = (VD \times SSI + 1)^{1/2} - 1$$

dimana B1 adalah saluran biru (Blue), B2 adalah saluran hijau (Green), B3 adalah saluran merah (Red), B4 adalah saluran inframerah dekat (NIR), B5 adalah saluran inframerah tengah (MIR), L adalah nilai radian inframerah thermal, Q adalah nilai digital citra satelit antara 0 – 255, VD adalah nilai kerapatan vegetasi dan SSI adalah nilai indeks skala bayangan tajuk pohon selanjutnya melalui *Principle Component Analysis* (PCA) dilakukan integrasi nilai AVI, SI, BI dan TI untuk menentukan nilai distribusi kerapatan kanopi hutan model FCD (Rikimaru A. dan Miyatake S., 1997). Berdasarkan klasifikasi model FCD Citra Landsat 5 TM, dapat ditentukanklasifikasi kerapatan kanopi dan struktur vegetasi hutan rawa pada masing-masing kluster hutan secara maksimal yang didukung dengan hasil interpretasi foto udara (Sukarna, 2009). Masing-masing kluster kanopi dan struktur vegetasi hutan rawa yang telah dikaji melalui karakteristik spektral Citra Landsat 5 TM diduga memiliki keterkaitan dengan kondisi floristiknya.

Analisis Regresi-Korelasi

Model hubungan struktur hutan rawa gambut antara FCD dan indeks luas kanopi (*Canopy Area Index* atau CAI) diuji melalui analisis regresi-korelasi, dan merupakan penentu terhadap model hubungannya dengan indeks Indeks Keragaman Jenis (H') Shannon-Wiener (Ludwig J.A. dan Reynolds J.F., 1988) yang dihitung berdasarkan indeks nilai penting (INP) menurut Dombois M. dan Ellenberg H.(1974).

Penentuan Tingkat Degradasi Hutan Rawa

Konsekuensi logis yang diperoleh dari pemodelan distribusi floristik adalah dihasilkannya informasi baru tentang tingkat degradasi hutan pada masing-masing kluster hutan. Apabila pada suatu kawasan terdapat kondisi struktur dan distribusi

floristik yang tinggi, maka hal ini menunjukkan ciri-ciri hutan yang baik dan sebaliknya jika pada suatu kawasan terdapat kondisi struktur dan distribusi floristik yang rendah, maka hal itu menunjukkan hutan yang rusak atau mengalami degradasi. Penentuan tingkat degradasi hutan rawa didasarkan pada criteria menurut Sukarna (2009) dan Sukarna (2014).

- Nilai FCD 81 – 100% dengan Nilai H' $\geq 3,25$ adalah hutan rawa dengan kondisi degradasi yang ringan
- Nilai FCD 61 – 80% dengan nilai H' antara $\geq 2,75$ – $< 3,25$ adalah hutan rawa dengan tingkat degradasi agak ringan
- Nilai FCD 41 – 60% dengan nilai H' $\geq 2,25$ – $< 2,75$ adalah hutan rawa dengan tingkat degradasi sedang (semi alamiah)
- Nilai FCD 21 – 40% dengan nilai (H') $\geq 1,75$ – $< 2,25$ adalah hutan rawa dengan tingkat degradasi agak berat
- Nilai FCD 1 - 20% dengan nilai H' $\geq 1,25$ - $< 1,75$ adalah hutan rawa dengan tingkat degradasi yang berat
- Nilai FCD 0% dengan nilai H' $< 1,25$ adalah hutan rawa yang sudah terbuka dengan tingkat degradasi yang sangat berat

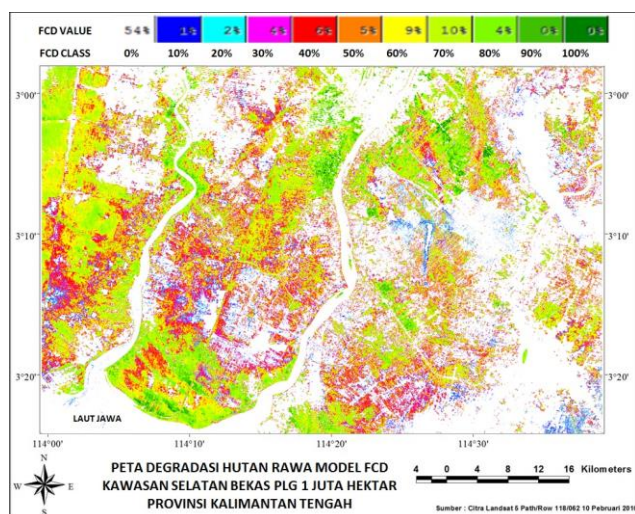
HASIL DAN PEMBAHASAN

Klusterisasi Struktur Hutan Rawa melalui Model FCD Citra Landsat 5 TM

Micheal A.W. *et al.* (2004) menjelaskan bahwa kesalahan pendugaan kerapatan vegetasi dari data spektral citra satelit disebabkan oleh pengaruh vegetasi lapisan bawah, latar belakang pantulan, restorasi citra, perbedaan waktu pengukuran lapangan dan perolehan data satelit serta resolusi spasial yang belum cukup untuk mengkaji variabilitas permukaan lahan. Untuk mengurangi kesalahan tersebut banyak dilakukan melalui pendekatan transformasi indeks vegetasi (Bouman B.A.M., 1992, Nemani R.L., *et al.* 1993). Hasil transformasi indeks vegetasi melalui *Principle Component Analysis* (PCA) terhadap data spektral Citra Landsat 5TM menunjukkan bahwa nilai antara indeks vegetasi dan indeks tanah bersifat negatif dengan nilai korelasi (r) - 0.69. Hasil tersebut menunjukkan bahwa besarnya koefisien determinasi (r²) adalah $\pm 0,5$. Hal ini berarti bahwa 50% penggunaan model PCA AVI dan BI ditentukan oleh faktor lain, sehingga masih memerlukan perbaikan klasifikasi spektral yang dapat

dilakukan melalui penajaman berbagai kombinasi (Franklin S.E., *et al.*, 1997), dan untuk mengurangi jenuhnya nilai spektral (Liang S., 2004). Rikimaru A. dan Miyatake S. (1997) dan Roy P.S., *et al.* (1997) menjelaskan bahwa nilai maksimum indeks vegetasi tidak tergantung pada kepadatan pohon atau hutan, sehingga akan jenuh terlebih dahulu jika dibandingkan dengan indeks bayangan (SI). Sebaliknya nilai SI sangat tergantung pada jumlah vegetasi yang tinggi seperti pohon dengan bayangan tajuk yang signifikan. Semakin rapat vegetasi pohon maka akan menyebabkan bayangan yang lebih banyak. Dengan demikian Nilai SI yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penurunan pada nilai indeks temperatur (TI). Hasil analisis klusterisasi kerapatan struktur vegetasi hutan rawa pada lokasi penelitian dapat dikelompokkan menjadi 4 kluster hutan rawa, yaitu 1) merupakan representasi dari kondisi struktur hutan yang jarang, 2) merupakan representasi dari distribusi struktur hutan yang agak jarang, 3) merupakan representasi dari kondisi struktur hutan yang agak rapat, dan 4) merupakan representasi dari kondisi struktur hutan yang rapat.

Berdasarkan hasil analisis kluster dapat dijelaskan bahwa faktor utama yang paling berpengaruh terhadap nilai struktur kerapatan tajuk hutan adalah nilai SI. Model integrasi antara nilai *Vegetation Density* (VD) dan nilai SI mengacu pada formulasi yang dikembangkan oleh Rikimaru A. dan Miyatake S. (1996) serta Roy P.S., *et al.* (1997). Dengan dasar tersebut dihasilkan citra *Forest Canopy Density* (FCD) yang menghasilkan variasi nilai spektral struktur dan kerapatan kanopi hutan rawa yang representatif seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Degradasi dan Deforestasi Hutan Rawa Gambut pada Lokasi Penelitian

Tabel 1. Hasil Klasifikasi Penutupan Lahan Rawa Model FCD Citra Landsat 5 TM

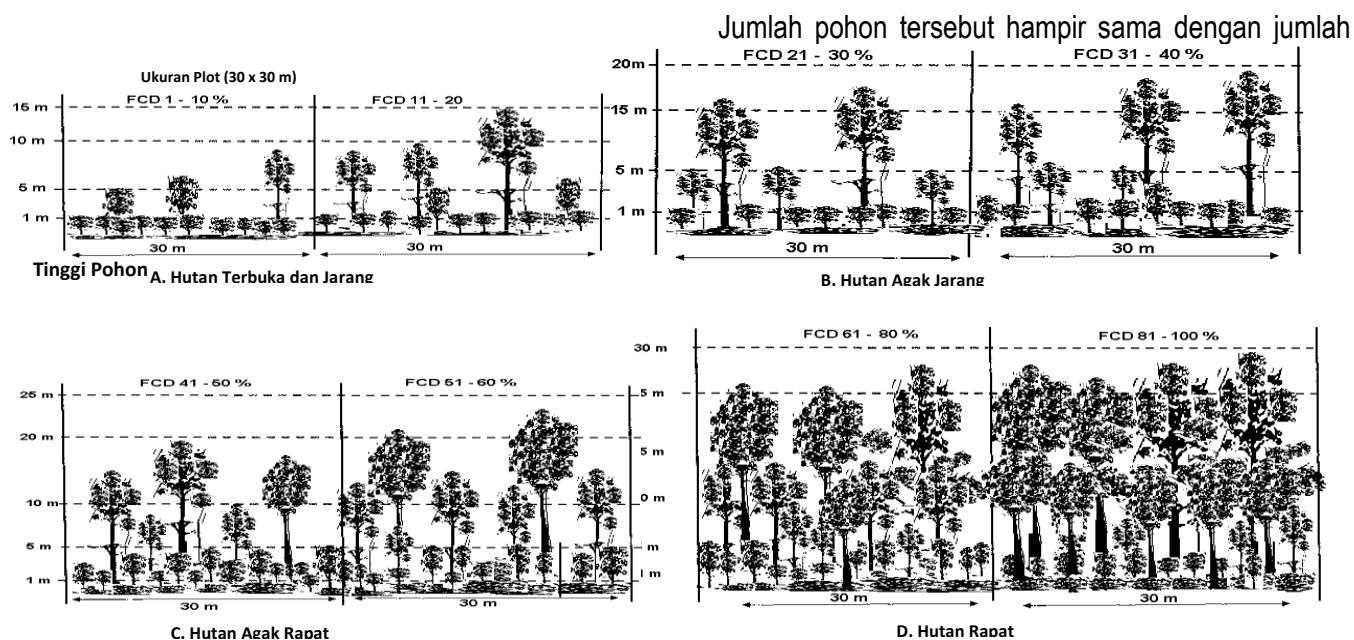
Sumber: Hasil Analisis FCD Citra Landsat, Interpretasi Foto Udara, dan

No.	Nilai FCD (%)	Luas (ha)	Luas (%)	Penutupan Lahan Rawa
1	0-0	217,147.95	53.68	Lahan kosong dan padang rumput
2	1-10	4,464.09	1.10	Padang rumput dan semak rendah
3	11-20	9,201.96	2.27	semak rendah, belukar muda jarang
4	21-30	17,029.98	4.21	semak tinggi dan belukar muda jarang
5	31-40	28,313.55	7.00	semak tinggi, belukar muda agak rapat
6	41-50	24,136.65	5.96	Semak dan belukar muda rapat
7	51-60	37,784.88	9.34	belukar mudarapat
8	61-70	44,124.21	10.90	Belukar muda dan hutan rapat
9	71-80	18,419.49	4.55	Belukar muda dan hutan rapat
10	81-90	3,755.07	0.93	Hutansangatrapat
11	91-100	260.91	0.06	Hutansangatrapat
Luas Total (ha)		404,638.74	100.00	

Survei Lapangan.

Profil Struktur Vegetasi Hutan Rawa Gambut

Analisis struktur dan keragaman vegetasi hutan rawa dalam penelitian ini didasarkan atas hasil pengukuran dan pengamatan vegetasi hutan rawa gambut di lapangan. Kawasan rawa dengan interval kerapatan kanopi 1 – 20% umumnya didominasi oleh padang rumput, semak rendah, dan pohon-pohon kecil berdiameter 5 – 10 cm yang distribusinya jarang. Pola peningkatan dan distribusi vegetasi terlihat pada kawasan rawa dengan interval kerapatan kanopi antara 21 – 40%, dimana kawasan ini umumnya didominasi oleh semak tinggi yang rapat dan belukar muda dengan pohon-pohon berdiameter antara 10 – 15 cm. Perubahan struktur floristik hutan rawa mulai terlihat jelas pada interval kerapatan kanopi 41 – 60%, dimana struktur hutan dengan pohon-pohon yang berdiameter antara 10 – 40 cm nampak mulai dominan, walaupun sebagian kecil masih terdapat beberapa penutupan padang rumput dan semak-semak. Selanjutnya kenampakan kondisi hutan primer terdapat pada interval kerapatan tajuk hutan antara 61 – 80%, dimana struktur hutan dengan pohon-pohon berdiameter antara 10 – 60 cm sudah dominan. Kawasan rawa dengan interval FCD 81 – 100% umumnya merupakan hutan yang didominasi oleh pohon-pohon berdiameter antara 10 – 60 cm.



Gambar 3. Profil Struktur Vegetasi Hutan Rawa Gambut Berdasarkan Julat Kerapatan Kanopi (FCD 1 – 100%) dan Tinggi Pohon.

Hubungan Kerapatan Kanopi, Keragaman Floristik dan Tingkat Degradasi Hutan

Hasil analisis regresi korelasi menunjukkan bahwa antara nilai FCD dan nilai indeks luas kanopi hutan (CAI) memiliki nilai korelasi yang signifikan. Demikian juga korelasi antara CAI dengan kerapatan Tegakan, Dominansi dan Frekuensi Jenis.

Tabel 3. Nilai Korelasi antara Model FCD, CAI, Kerapatan, Dominansi dan Frekuensi Jenis pada Hutan Rawa Gambut Lokasi Penelitian

Analisis Korelasi	Koefisien Korelasi (r)	Koefisien Determinasi (r^2)	Standar Error (SE)
FCD >< CAI	0,818	0,668	0,757
CAI ><Kerapatan	0,974	0,949	4,816
CAI ><Dominansi	0,937	0,877	2,278
CAI ><Frekuensi	0,871	0,759	0,945

Berdasarkan hasil analisis korelasi diketahui bahwa semakin tinggi nilai kerapatan kanopi pohon, maka semakin meningkat nilai keragaman jenis vegetasi hutan rawa. Hasil penelitian pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pada kawasan hutan rawa gambut yang sangat rapat (FCD 81-100%) memiliki nilai indeks keragaman jenis (H') yang tinggi yaitu > 3,25 dengan jumlah tingkat pohon dan tiang berdiameter ≥ 10 cm sebesar 447,75 batang per ha.

Air Hitam Laut, Jambi, yaitu sebesar 444,3 batang per ha. (Mawazin, 2013). Sebaliknya pada kawasan hutan rawa yang kerapatan tegakannya jarang (FCD 1-20%), nilai $H' < 1,75$ dengan jumlah pohon berdiameter hanya 45,56 batang per ha. Berdasarkan Elias (1999) dalam Mawazin (2013) kerusakan tegakan tinggal dapat dikelompokkan (1) tingkat kerusakan ringan (<25%), (2) tingkat kerusakan sedang (25-50%) dan tingkat kerusakan berat (>50%). Berdasarkan kategori tersebut, hutan rawa gambut pada lokasi penelitian dapat dikelompokkan menjadi (1) hutan yang masih normal, (2) hutan dengan degradasi sedang, (3) hutan dengan degradasi berat, (4) hutan dengan degradasi sangat berat dan (5) hutan yang telah mengalami penggundulan atau deforestasi.

Tabel 5. Hubungan Kerapatan Kanopi Hutan, Indeks Keragaman Jenis, Jumlah Tegakan dan Tingkat Degradasi Hutan Rawa pada Lokasi Penelitian

Kerapatan Kanopi Hutan (FCD)	Indeks Keragaman Jenis (H')	Analisis Statistik	Jumlah Rata-rata Tegakan per ha pada Lokasi Penelitian		Tingkat Degradasi Tegakan Hutan Rawa Gambut
			Tingkat Pohon	Tingkat Tiang	
SangatRapat (81-100%)	≥3,25	Sd	± 19,88	±31,26	0% (normal)
		Mean	71, 17	376,58	
Rapat (61-80%)	≥2,75 – <3,25	Sd	± 16,22	±24,88	37,32% (Sedang)
		Mean	64,48	216,17	
AgakRapat (41-60%)	≥2,25 - <2,75	Sd	± 15,36	±29,40	53,20% (AgakBerat)
		Mean	50,88	158,66	
AgakJarang (21-40%)	≥1,75 - <2,25	Sd	± 8,44	±23,51	67,49% (Berat)
		Mean	25,26	120,29	
Jarang (1-20%)	≥1,25 – <1,75	Sd	-	± 25,2	89,82% (SangatBerat)
		Mean	-	45,56	
Terbuka (0%)	-	Sd	-	-	Deforestasi
		Mean	-	-	

Keterangan : Sd = Standar Deviasi ; Mean = Nilai Tengah

Sukarna (2014) menjelaskan bahwa pada kawasan hutan yang masih normal dan degradasi sedang, masih ditemukan jenis-jenis dari famili Sapotaceae seperti jenis nyatoh (*Palaquium* spp.), famili Apocynaceae seperti jelutung (*Dyrrhloea lowii*), famili Anacardiaceae seperti terentang (*Camnosperma* sp.), bintangur (*Calophyllum* spp.) dan geronggang (*Cratogeomys arborescens*), famili Dipterocarpaceae seperti belangeran (*Shorea belangerana*), dan kayu asam (*Mangifera* spp.) dari famili Anacardiaceae. Pada kawasan hutan yang mengalami degradasi agak berat dan berat umumnya didominasi oleh jenis-jenis tumbuhan bawah seperti jenis tumeh (*Combretum rotundatum*) dari famili Anisophylleaceae, jenis jambu-jambu (*Eugenia* spp) dari famili Myrtaceae dan gelam (*Melaleuca leucadendron*). Pada kawasan hutan rawa yang mengalami degradasi sangat berat dan deforestasi umumnya ditemui jenis-jenis perdu dan rumput seperti kelakai (*Stenochlaena palustris*), jenis pakis (*Osmania cinnamomea*), purun (*Lepironia articulata*), rasau (*Pandanus helicopus*), perdu rawa (*Thorachostachyum bancanum*), alang-alang (*Imperata cylindrica*), melastoma (*Melastoma melanocephalum*), dan keramunting (*Rhodomitum tomentosa*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Hasil Klasifikasi spektral kerapatan kanopi hutan menggunakan citra penginderaan jauh menunjukkan ketelitian yang baik, sehingga cukup efektif digunakan untuk menentukan tingkat degradasi dan deforestasi hutan rawa gambut.
2. Hasil estimasi citra penginderaan jauh menunjukkan bahwa kawasan hutan rawa gambut pada lokasi penelitian secara umum telah mengalami deforestasi sebesar 53,68%, degradasi sangat berat sebesar 3,37%, degradasi berat sebesar 11,21%, degradasi agak berat sebesar 15,30%, degradasi sedang sebesar 15,45% dan degradasi ringan (0,99%).

DAFTAR PUSTAKA

- Boehm, H.D.V., 1999. Monitoring of 1997/1998 Fire and Burnt Scars in Central Kalimantan, Indonesia. ATSR-Report/Article. Kalteng Consultants, KirchstockacherWeg 2, 85635 Hohenkirchen, Germany. p 1-13.
- Boehm, H.D.V., Siegert, F. and Liews, S.C., 2002. Remote Sensing and Aerial Survey of Vegetation Cover Change in Lowland Peat Swamp of Central Kalimantan during the 1997 and 2002 Fires. Proceeding of the International Symposium on Land Management and Biodiversity in Southeast Asia. Research Centre for Biology, The Indonesia Institute of Sciences, Bogor, Indonesia.
- Bouman, B. A. M., 1992. Accuracy of Estimating The Leaf Area Index From Vegetation Indices Derived from Crop Reflectance Characteristics, a Simulation Study. International Journal of Remote Sensing 13 (16), p 3069 – 3084.
- Dombois M. and Elenberg H., 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley International Edition. John Wiley and Sons, New York
- Franklin, S.E., Lavigne, M.B., Deuling, M.J., Wulder, M.A. and Hunt, E.R., 1997. Estimation of Forest Leaf Area Index Using Remote Sensing

- and GIS Data for Modelling Net Primary Production. *International Journal of Remote Sensing* 18(16), p 3459 – 3471.
- Liang, S., 2004. *Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces*. John Wiley and Sons, Canada, p 76
- Ludwig, J.A., and Reynolds, J.F. 1988. *Statistical Ecology, A Primer on Method and Computing*. John Wiley and Sons. New York
- Mawazin, 2013. Tingkat Kerusakan Tegakan Tinggal di Hutan Rawa Gambut Sungai Kumpeh – Sungai Air Hitam Laut Jambi. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal*. Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitas, Bogor. 1(1) p 39-50
- Micheal, A. W., Hall, R.J., Coops, N.C., and Franklin, S.E. 2004. High Spatial Resolution Remotely Sensed Data for Ecosystem Characterization. *Washington. Bioscience* 54(6), p 511
- Nemani, R. L., Pierce, L. S., Running, and Band, L., 1993. Forest Ecosystem Processes at the Watershed Scale : Sensitivity to Remotely-sensed Leaf Area Index estimates. *International Journal of Remote Sensing* 14(13), p 2519-2534.
- Rikimaru, A., 1996. *LANDSAT TM Data Processing Guide for Forest Canopy Density Mapping and Monitoring Model*. ITTO Workshop on Utilization of Remote Sensing in Site Assessment and Planting of Logged-over Forest. Bangkok. p 1 – 8
- Rikimaru, A and Miyatake, S., 1997. Development of Forest Canopy Mapping and Monitoring Model using Indices of Vegetation, Bare soil and Shadow pp. *Proceeding of the 18th Asian Conference on Remote Sensing*, Kuala Lumpur, Malaysia. p E6. 1 – 6
- Rikimaru, A., Utsuki, Y., and Yamashita, S. 1998. *The Basic Study of Maximum Logging Volume Estimation for Consideration of Forest Resources Using Time Series FCD Model*. College of Engineering, Hosei University.
- Roy P.S., Rikimaru, A., and Miyatake, S., 1997. *Biophysical Spectral Response Modeling Approach for Forest Density Stratification*. *Proceeding of the 18th Asian Conference on Remote Sensing*, Kuala Lumpur, Malaysia. p JSB 1– 6
- Siebert, F., Boehm, H.D.V., Rieley, J.O., Page, S.E., Jauhiainen, J., Adi Jaya, 2001. *Peat Fire in Central Kalimantan, Indonesia: Fire Impacts and Carbon Release*. *International Symposium on Tropical Peatland*, Jakarta, 22-23 Agustus 2001.
- Sukarna, R.M., 2009. *Kajian Spektral Citra Landsat 7 ETM+ untuk Pemodelan Floristik Hutan Rawa di Taman Nasional Sebangau Provinsi Kalimantan Tengah*. Disertasi Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. p 225
- Sukarna, R.M., 2014. *Kajian Bentang Lahan Ekologi Floristik Hutan Rawa Gambut Berbasis Citra Penginderaan Jauh di Sub Das Sebangau Kalimantan Tengah*. *Jurnal Hutan Tropis*. Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru dan Persatuan Sarjana Kehutanan (PERSAKI) Pusat, Jakarta. 2(1), p 52 - 59
- Wardoyo, 2003. *Kondisi Hutan Kalimantan Tengah*. Makalah disampaikan pada Seminar Peranan Penginderaan Jauh dan SIG dalam Bidang Kehutanan 22 Oktober 2003 di Palangka Raya. Kerjasama Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Tengah dan Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah V Kalimantan Tengah dan Selatan.