



**ANALISIS PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA
SATELIT LANDSAT ETM7+ PADA KAWASAN TAMAN NASIONAL
GUNUNG PALUNG DI KABUPATEN KAYONG UTARA
PROVINSI KALIMANTAN BARAT**

*Land Cover Change Analysis By Using Landsat ETM7+ Image in Gunung Palung National
Park Residing in The District of North Kayong West Kalimantan Province*

Kelik Tricahyono, Joko Nugroho Riyono, Siti Latifah

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Jalan Imam Bonjol Pontianak 78124

E-mail: cahyo_jo@yahoo.co.id

ABSTRACT

Gunung Palung National Park has a very important role and a very significant function. Either ecological or conservation for the harborage against plasma nutfah resources of biodiversity and ecosystems which exist in Indonesia needs to be managed and managed properly. Considering the importance of the role and functions of Gunung Palung National Park so its management needs to be supported by data and information that is complete, valid and actual. This research aimed access changes in land cover in Gunung Palung National Park residing in the district of North Kayong West Kalimantan Province between 2005 and 2012. The methodology used this research was supervised classification with Maximum Likelihood and visual, ground check spatial data analysis by using overlay for both data landsat ETM7+ image interpretation coverage on 2005 and data landsat ETM7+ image interpretation coverage on 2012. The research shows land cover on Gunung Palung National Park residing in the district of North Kayong in 2012 was dominated by the Primary Swamp Forest of $\pm 39,27\%$, Primary Dryland Forest of $\pm 27,08\%$ and Secondary Swamp Forest of $\pm 17,12\%$. Where as most small land cover is Grassland of $\pm 0,01\%$. The biggest changed land cover occur in the Secondary Dryland Forests which decrease of $\pm 693,44$ ha. The most significant changes when compared with the situation in 2005 is the Dryland Agriculture interference Bush that increased by $\pm 190,69\%$. Deforestation occurring is $\pm 1.122,21$ ha ($\pm 160,32$ ha/year), the degradation is $\pm 100,19$ ha ($\pm 14,31$ ha/year) as well as reforestation is $\pm 4,69$ ha ($\pm 0,67$ ha/year).

Keywords : *Land cover changed, geographic information system, deforestation, degradation.*

PENDAHULUAN

Taman Nasional Gunung Palung (TNGP) memiliki peranan dan fungsi yang sangat penting secara ekologi maupun konservasi yaitu sebagai perlindungan terhadap sumber *plasma nutfah* bagi keanekaragaman hayati (*biodiversity*) dan ekosistem yang ada di Indonesia. Kawasan TNGP sebagian besar wilayahnya berada di Kabupaten Kayong Utara, Provinsi Kalimantan Barat. Kabupaten Kayong Utara saat ini mengalami pertambahan jumlah penduduk yang cukup pesat, hal tersebut

dapat menyebabkan meningkatnya tekanan terhadap kawasan hutan serta laju kerusakan hutan pada Kawasan TNGP. Jika kondisi tersebut tidak segera dikendalikan dan diperbaiki dengan penerapan kebijakan dan strategi secara cepat dan tepat maka dalam jangka panjang kerusakan hutan yang terjadi tersebut dapat berdampak negative terhadap kehidupan liar (*wildlife*), perekonomian, mutu kehidupan masyarakat sekitar hutan dan iklim secara global.

Penerapan kebijakan dan strategi secara cepat dan tepat perlu didukung dengan ketersediaan data dan informasi yang lengkap, valid serta aktual. Salah satu data yang sangat penting sebagai bahan untuk menentukan kebijakan dan strategi yang tepat yaitu data dan informasi mengenai kondisi penutupan lahan, perubahan penutupan lahan sertalaju kerusakan hutan yang terjadi pada wilayah tersebut. Data dan informasi mengenai kondisi penutupan lahan, perubahan penutupan lahan serta laju kerusakan hutan yang terjadi pada wilayah dapat diperoleh dari Citra Satelit Landsat ETM7+ time series melalui teknik remote sensing dan GIS.

Setiyono (2006) melakukan penelitian tentang deteksi perubahan penutupan lahan menggunakan Citra Satelit Landsat ETM+ di Daerah Aliran Sungai (DAS) Juwana Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati perubahan penutupan lahan yang terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Juwana. Data utamanya berupa data citra Landsat ETM+ kawasan DAS Juwana tahun 2000 dan 2003 yang digunakan untuk mendeteksi perubahan lahan dalam kurun waktu tersebut. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh informasi mengenai luas penutupan lahan pada tahun 2000 dan 2003 serta perubahan penutupan lahan yang terjadi antara tahun 2000 dan tahun 2003. Hasil yang diperoleh dalam penelitian tersebut adalah pada kawasan DAS Juwana terdapat 8 kelas penutupan lahan, yaitu hutan lahan kering sekunder, hutan tanaman, perkebunan/kebun, pertanian lahan kering, persawahan, tambak, pemukiman/lahan terbangun, dan tubuh air. Kawasan DAS Juwana dengan

luas 146.668,68 ha didominasi oleh persawahan dengan luasan 72.148,86 Ha (49,19 %) pada tahun 2000 yang mengalami penurunan menjadi 70.265,61 Ha (47,91 %) pada tahun 2003. Persamaan penelitian yang dilakukan oleh Setiyono dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah perolehan data sama-sama menggunakan teknik *remote sensing* dengan memanfaatkan data citra *time series*. Sedangkan perbedaan penelitian yang dilakukan oleh Setiyono dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah lokasi dan batasan areal penelitian, dimana penulis menggunakan batas penatagunaan kawasan hutan sedangkan Setiyono menggunakan batas DAS.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dan perubahan penutupan lahan serta laju kerusakan hutan yang terjadi pada Kawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara antara tahun 2005 sampai dengan tahun 2012. Dengan membandingkan dua atau lebih data hasil interpretasi citra satelit dengan tahun liputan yang berbeda tersebut kita dapat mengetahui kondisi perubahan penutupan lahan yang terjadi pada suatu wilayah serta laju kerusakan hutan yang terjadi setiap tahunnya.

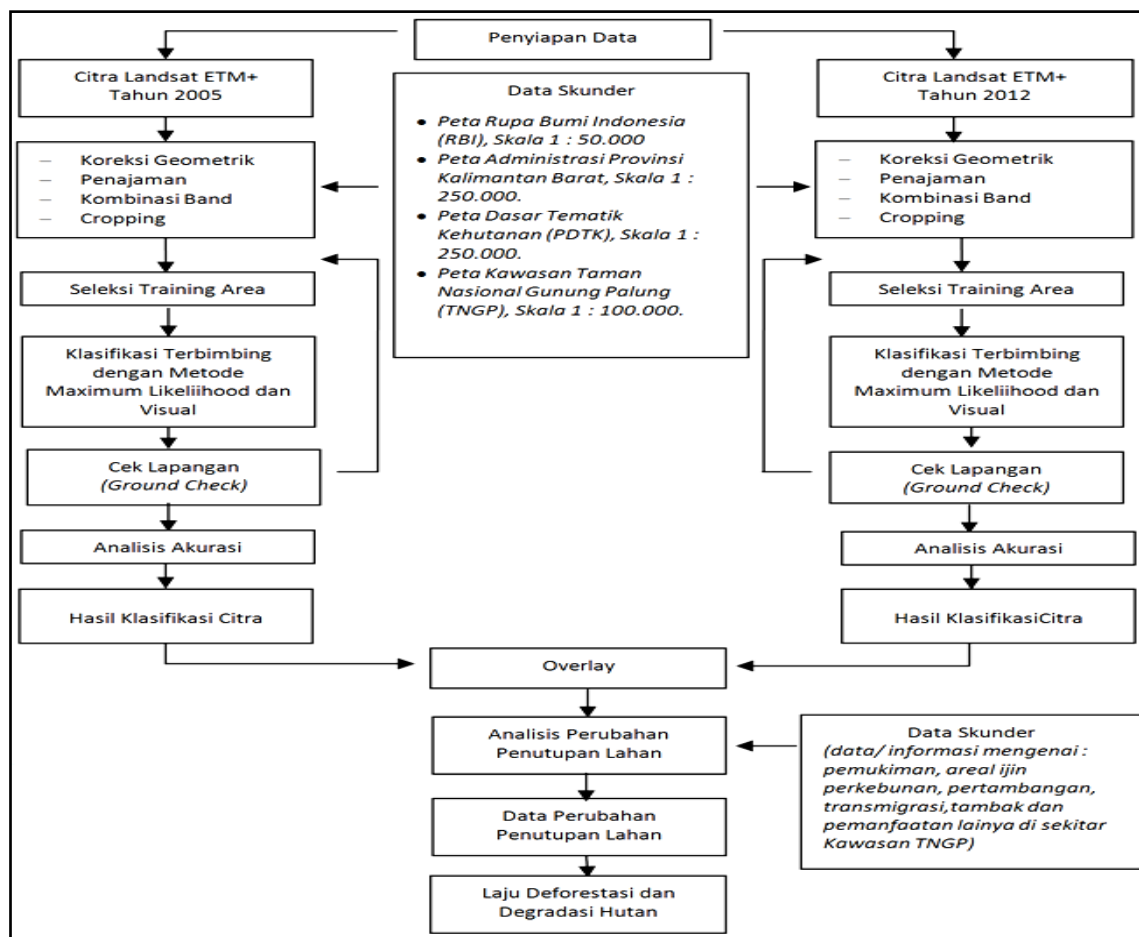
METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan dikawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara Provinsi Kalimantan Barat. Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Sistem Informasi Geografis (Lab-SIG) BPKH Wilayah III Pontianak. Kegiatan pengolahan awal citra (*pre-image processing*) dan penafsiran citra

dilakukan di Lab-SIG BPKH Wilayah III Pontianak dari tanggal 5 Agustus 2013 – 1 November 2013. *Ground check* dilakukan selama 2 minggu efektif di lapangan yaitu dari tanggal 11 November 2013 – 24 November 2013, kemudian dilanjutkan kegiatan pengolahan citra digital (*image processing*) dan analisis perubahan penutupan lahan dengan melakukan *overlay* yang dilakukan di Lab-SIG BPKH Wilayah III Pontianak dari tanggal 28 November 2013 – 20 Desember 2013. Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam empat tahap, yaitu pengolahan awal citra (*Pre-Image Processing*), penafsiran (*interpretasi*) citra, verifikasi data hasil penafsiran (*ground check*), pengolahancitra digital

(*image processing*) dan analisis perubahan penutupan lahan dengan melakukan *overlay*.

Besarnya tingkat *deforestasi* yang terjadi pada suatu wilayah dapat diketahui/diukur dengan melihat seberapa luas penutupan lahan hutan yang berubah (hilang) menjadi penutupan lahan non-hutan. Sedangkan besarnya tingkat *degradasi hutan* yang terjadi dapat diketahui / diukur dengan melihat seberapa luas penutupan lahan hutan dengan tingkat kualitas lebih baik berubah menjadi penutupan lahan hutan namun dengan tingkat kualitas lebih rendah. Diagram alir langkah kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Diagram Alir Langkah Kerja Penelitian (*Flow chart research procedur*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas dan perubahan masing-masing kelas penutupan lahan (*land cover*) kawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara tahun 2005 dan

Tahun 2012 hasil klasifikasi terhadap Citra Landsat ETM7+ Liputan tahun 2005 dan liputan tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 1, berikut.

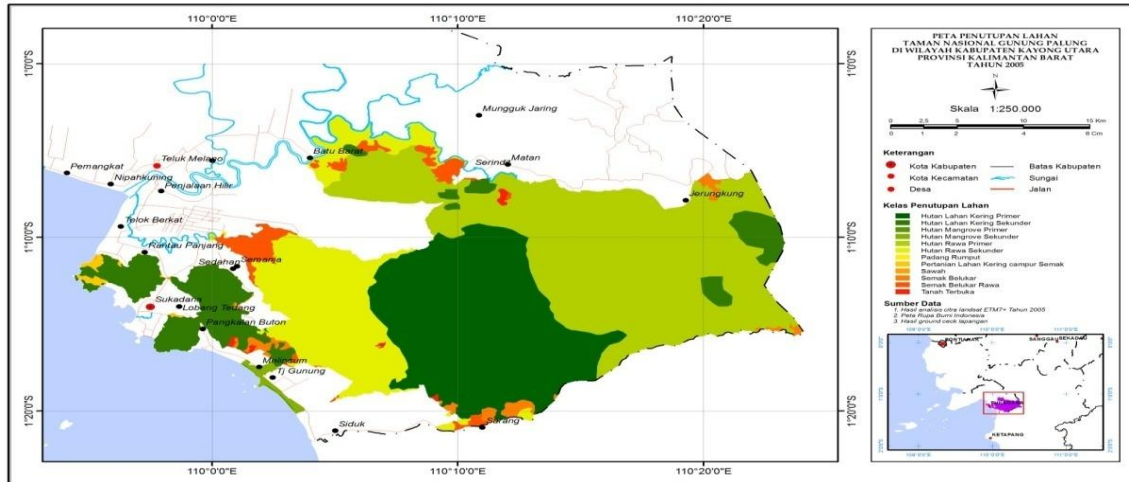
Tabel 1. Perubahan Luas Penutupan Lahan pada kawasan TNGP yang berada di wilayah Kabupaten Kayong Utara, antara Tahun 2005 dan 2012 (*Land Cover Change Area in Gunung Palung National Park residing in the district of North Kayong, between 2005 and 2012*).

| No | Kelas Penutupan Lahan | Luas Penutupan Lahan | | | | | |
|--------------------|--|----------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|--------------|
| | | Tahun 2005 | | Tahun 2012 | | Perubahan | |
| | | Luas (Ha) | % | Luas (Ha) | % | Luas (Ha) | % |
| Hutan | | | | | | | |
| 1. | Hutan Lahan Kering Primer (Hlkp) | 23.319,19 | 27,19 | 23.219,23 | 27,08 | -99,97 | -0,43 |
| 2. | Hutan Lahan Kering Sekunder (Hlks) | 8.926,51 | 10,41 | 8.233,07 | 9,60 | -693,44 | -7,77 |
| 3. | Hutan Mangrove Primer (Hmp) | 55,71 | 0,06 | | - | -55,71 | -100,00 |
| 4. | Hutan Mangrove Sekunder (Hms) | 443,02 | 0,52 | 498,73 | 0,58 | 55,71 | 12,58 |
| 5. | Hutan Rawa Primer (Hrp) | 33.979,49 | 39,63 | 33.676,43 | 39,27 | -303,05 | -0,89 |
| 6. | Hutan Rawa Sekunder (Hrs) | 14.703,07 | 17,15 | 14.682,00 | 17,12 | -21,07 | -0,14 |
| | | 81.426,98 | 94,96 | 80.309,46 | 93,66 | -1.117,52 | -1,30 |
| Non – Hutan | | | | | | | |
| 1. | Padang Rumput (Pr) | 5,19 | 0,01 | 5,19 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| 2. | Pertanian Lh Kering campur Smk (Plkcs) | 332,81 | 0,39 | 967,44 | 1,13 | 634,63 | 190,69 |
| 3. | Sawah (Sw) | 38,70 | 0,05 | 88,89 | 0,10 | 50,18 | 129,66 |
| 4. | Semak Belukar (Sbk) | 1.211,29 | 1,41 | 1.384,80 | 1,61 | 173,42 | 14,32 |
| 5. | Semak Belukar Rawa (Sbkr) | 2.487,11 | 2,90 | 2.910,58 | 3,39 | 423,48 | 17,03 |
| 6. | Pemukiman (Pm) | 0,00 | 0,00 | 8,62 | 0,01 | 8,62 | 100,00 |
| 7. | Tanah Terbuka (Tt) | 246,45 | 0,29 | 73,54 | 0,09 | -172,91 | -70,16 |
| | | 4.321,55 | 5,04 | 5.439,07 | 6,34 | 1.117,52 | 1,30 |
| | | 85.748,53 | 100,00 | 85.748,53 | 100,00 | | |

Berdasarkan hasil interpretasi terhadap Citra Landsat ETM7+ liputan tahun 2005, pada Kawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara tidak terdapat kelas penutupan lahan *pemukiman* namun terdapat kelas penutupan lahan berupa *hutan mangrove primer*. Berdasarkan hasil interpretasi yang dilakukan terhadap Citra Landsat ETM7+ liputan tahun 2012, pada Kawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara terdapat kelas penutupan lahan *pemukiman* namun

tidak terdapat lagi kelas penutupan lahan *hutan mangrove primer*, hal tersebut menunjukkan bahwa pada Kawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara dalam kurun waktu antara tahun 2005 hingga tahun 2012 terjadinya perubahan penutupan lahan (*land cover*).

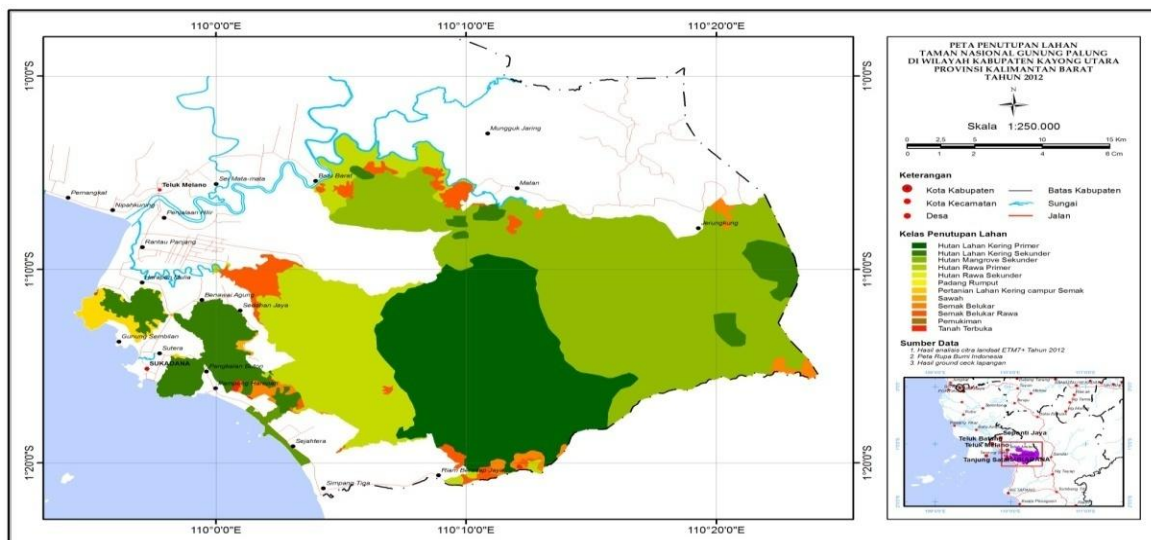
Penutupan lahan yang paling dominan pada tahun 2005 adalah *hutan rawa primer* yaitu seluas ± 33.979,49 ha (39,63%), Sedangkan kelas penutupan lahan terkecil berupa *padang rumput* yaitu seluas ± 5,19 ha (0,01 %).



Gambar 2. Peta Penutupan Lahan Kawasan Taman Nasional Gunung Palung yang berada di Wilayah Kabupaten Kayong Utara Tahun 2005 (*Land Cover Map Gunung Palung National Park residing in the district of North Kayong, 2005*).

Sedangkan penutupan lahan yang paling dominan pada tahun 2012 adalah *hutan rawa primer* yaitu seluas $\pm 33.676,43$ ha ($\pm 39,27\%$). Sedangkan

kelas penutupan lahan terkecil berupa *padang rumput* yaitu seluas $\pm 5,19$ ha ($\pm 0,01\%$).



Gambar 3. Peta Penutupan Lahan Kawasan Taman Nasional Gunung Palung yang berada di Wilayah Kabupaten Kayong Utara Tahun 2012 (*Land Cover Map Gunung Palung National Park residing in the district of North Kayong, 2012*).

Perubahan jenis penutupan lahan yang paling besar terjadi pada kelas penutupan lahan *Hutan Lahan Kering Sekunder* yaitu berkurang $\pm 693,44$ ha. Sedangkan jika dibandingkan dengan

kondisi pada tahun 2005, perubahan penutupan lahan yang paling signifikan terjadi pada kelas penutupan lahan *Pertanian Lahan Kering campur Semak* yaitu bertambah $\pm 190,69\%$. Luas dan

jenis perubahan masing-masing kelas penutupan lahan yang terjadi pada Kawasan TNGP di Kabupaten Kayong

Utara antara tahun 2005 hingga tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Luas dan Jenis Perubahan Penutupan Lahan pada Kawasan TNGP yang Berada di Kabupaten Kayong Utara, antara Tahun 2005 dan 2012 (*Area and Land Cover Change Type in Gunung Palung National Park residing in the district of North Kayong, between 2005 and 2012*).

| Kelas Penutupan Lahan | Tahun 2012 (<i>Hutan</i>) | | | | | | Tahun 2012 (<i>Non-Hutan</i>) | | | | | | Total 2005 | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------|----------|--------|-----------|-----------|---------------------------------|----------|----------|--------|--------|-------|------------|-----------|-----------|
| | Hlkp | Hlks | Hmp | Hms | Hrp | Hrs | Sbk | Sbkr | Pr | Plkcs | Sw | Pm | | Tt | |
| Tahun 2005 (<i>Hutan</i>) | Hlkp | 23.219,23 | - | - | - | - | - | 33,43 | 66,54 | - | - | - | - | - | 23.319,19 |
| | Hlks | - | 8.233,07 | - | - | - | - | - | - | - | 643,25 | 50,18 | - | - | 8.926,51 |
| | Hmp | - | - | 55,71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 55,71 |
| | Hms | - | - | - | 443,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 443,02 |
| | Hrp | - | - | - | - | 33.676,43 | 44,48 | 248,13 | 10,44 | - | - | - | - | - | 33.979,49 |
| | Hrs | - | - | - | - | - | 14.632,83 | 25,93 | 44,31 | - | - | - | - | - | 14.703,07 |
| Tahun 2005 (<i>Non-Hutan</i>) | Sbk | - | - | - | - | - | 4,69 | 1.043,43 | 146,55 | - | - | - | - | 16,61 | 1.211,28 |
| | Sbkr | - | - | - | - | - | - | - | 2.487,11 | - | - | - | - | - | 2.487,11 |
| | Pr | - | - | - | - | - | - | - | - | 5,19 | - | - | - | - | 5,19 |
| | Plkcs | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 324,19 | - | 8,62 | - | 332,81 |
| | Sw | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 38,70 | - | - | 38,70 |
| | Pm | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tt | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 56,93 | 246,45 | |
| Total 2012 | 23.219,23 | 8.233,07 | - | 498,73 | 33.676,43 | 14.682,00 | 1.384,80 | 2.910,58 | 5,19 | 967,44 | 88,89 | 8,62 | 73,54 | 85.748,53 | |

Besarnya *deforestasi* dan *degradasi hutan* yang terjadi pada Kawasan TNGP

di Kabupaten Kayong Utara dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut.

Tabel 3. Deforestasi Pada Kawasan TNGP di Kabupaten Kayong Utara (*Deforestation in Gunung Palung National Park Residing in The District of North Kayong*).

| Kelas Penutupan Lahan | Tahun 2012 (<i>berubah menjadi</i>) | | | | | | | Deforestasi (Ha) |
|-----------------------|---------------------------------------|---------------|-------|---------------|--------------|-------|-----------------|------------------|
| | Sbk | Sbkr | Pr | Plkcs | Sw | Pm | Tt | |
| Tahun 2005 | Hlkp | 33.43 | 66.54 | - | - | - | - | 99.97 |
| | Hlks | - | - | - | 43.25 | 50.18 | - | 693.44 |
| | Hmp | - | - | - | - | - | - | - |
| | Hms | - | - | - | - | - | - | - |
| | Hrp | 248.13 | 10.44 | - | - | - | - | 258.57 |
| | Hrs | 25.93 | 44.31 | - | - | - | - | 70.24 |
| <i>Jumlah</i> | <i>307.49</i> | <i>121.28</i> | - | <i>643.25</i> | <i>50.18</i> | - | 1.122.21 | |

Tabel 4. Degradasi Hutan Pada Kawasan TNGP di Kabupaten Kayong Utara (*Degradation Forest in Gunung Palung National Park Residing in The District of North Kayong*).

| Kelas Penutupan Lahan | Tahun 2012 (<i>berubah menjadi</i>) | | | Degradasi Hutan (Ha) |
|-----------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|----------------------|
| | Hlks | Hms | Hrs | |
| Tahun 2005 | Hlkp | - | - | - |
| | Hmp | - | 55.71 | - |
| | Hrp | - | - | 44.48 |
| <i>Jumlah</i> | - | 55.71 | 44.48 | 100.19 |

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 dapat diketahui bahwa *Deforestasi* yang terjadi sebesar $\pm 1.122,21$ ha ($\pm 1,40\%$). Sedangkan *Degradasi hutan* yang terjadi sebesar $100,19$ ha ($\pm 0,12\%$). Selain proses *deforestasi*, pada Kawasan TNGP di Kabupaten Kayong Utara juga terjadi proses *reforestasi* yaitu sebesar $\pm 4,69$ ha. Meskipun demikian jika hitung secara keseluruhan, perubahan yang terjadi pada kondisi hutan yang ada lebih dominan terjadinya *deforestasi* dibandingkan dengan *reforestasi*.

Berdasarkan analisis data spasial, *deforestasi* dan *degradasi* hutan yang terjadi tersebut sebagian besar berada di daerah yang berbatasan langsung dengan pemukiman masyarakat terutama pada daerah pemukiman dengan populasi penduduk yang besar yaitu Kecamatan Sukadana diantaranya yang berada di wilayah Desa : Sutera, Gunung sembilan, Harapan Mulia, Sedahan Jaya, Simpang Tiga dan Riam Berasap Jaya. Jika dikaitkan dengan kondisi demografi kependudukan yang ada di sekitar Kawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara tersebut dengan proses *deforestasi* serta *degradasi* hutan yang terjadi, maka hal tersebut mengindikasikan bahwa penambahan jumlah penduduk yang terjadi berdampak pada meningkatnya tekanan terhadap kondisi hutan pada Kawasan TNGP di wilayah Kabupaten kayong Utara.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Penutupan lahan kawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara pada tahun 2005 maupun tahun 2012 masing-masing dikelompokkan dalam 12 kelas penutupan lahan (*land cover*).
- b. Hasil klasifikasi citra landsat ETM7+ tahun 2012 tidak terdapat lagi kelas penutupan lahan *Hutan Mangrove Primer* yang berubah menjadi *Hutan Mangrove Sekunder*, namun pada tahun 2012 terdapat penambahan kelas penutupan lahan yang berupa *Pemukiman* yang semula pada tahun 2005 berupa *Pertanian Lahan Kering campur Semak*.
- c. Deforestasi yang terjadi pada Kawasan TNGP yang berada di Kabupaten Kayong Utara sebesar $\pm 1.122,21$ ha ($\pm 1,40\%$) dengan rata-rata sebesar $\pm 160,32$ ha/tahun ($\pm 0,20\%$ /tahun). Sedangkan degradasi hutan yang terjadi sebesar $\pm 100,19$ ha ($\pm 0,12\%$) dengan rata-rata ± 14 ha/tahun ($\pm 0,02$ ha/tahun).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Planologi Kehutanan, Pusat Perpetaan Kehutanan. 2003. *Pembakuan Standar Penafsiran Citra Satelit Resolusi Sedang*. Jakarta. Badan Planologi Kehutanan.
- Badan Planologi Kehutanan, Pusat Perpetaan Kehutanan. 2004. *Pembakuan Standar Penafsiran Citra Satelit Resolusi Tinggi*. Jakarta. Badan Planologi Kehutanan.

- Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah (BPKH) III Pontianak. 2006. *Laporan Rekonstruksi Batas Sebagian Kawasan Taman Nasional Gunung palung Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat*. Pontianak.
- , 2012. *Statistik Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah (BPKH) III Pontianak Tahun 2012*. Pontianak.
- Haryani, Poppy. 2011. Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan dan Perubahan Garis Pantai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipunagara dan Sekitarnya [skripsi]. Bogor : Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Indrabudi H, B. Arunarwati, A. Rusmanto, dkk. 2003. *Pembakuan Standar Penafsiran Citra Satelit*. Kerjasama Pusat Perpetaan Kehutanan, Badan Planologi Kehutanan Departemen Kehutanan RI dengan Pusat Survey Sumberdaya Alam Darat Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL). Bogor.
- Karina, Indri. 2008. Pemanfaatan Citra Landsat ETM+ dan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Kawasan Potensial Rehabilitasi Mangrove sebagian Pesisir Timur Nanggroe Aceh [skripsi]. Yogyakarta : Fakultas Geografi, Universitas Gajah Mada.
- Lillesand, T.M. dan R. W. Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra* (Di Indonesia kan oleh Dulbahri, P. Suharsono, Hartono, dkk.). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lo, C.P. 1995. *Penginderaan Jauh Terapan* (Di Indonesiakan oleh B. Purbowaseso). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Purwadhi, F.S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Grasindo. Jakarta.
- Setiyono, Bambang. 2006. *Deteksi Perubahan Penutupan Lahan Menggunakan Citra Satelit Landsat ETM+ di Daerah Aliran Sungai (DAS) Juwana Jawa Tengah* [skripsi]. Bogor : Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Subkhan, Moh. 2005. *Aplikasi Penginderaan Jauh Pemanfaatan dan Sistem Informasi Geografis dalam Penentuan Lahan Potensial untuk Rehabilitasi Mangrove di Pesisir Kabupaten Brebes* [skripsi]. Yogyakarta : Fakultas Geografi, Universitas Gajah Mada.
- Suhendang, Endang. 2013. *Pengantar Ilmu Kehutanan. Kehutanan Sebagai Ilmu Pengetahuan, Kegiatan, dan Bidang Pekerjaan*. IPB Press. Bogor.