

**APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM
MENGKAJI PERUBAHAN LUAS HUTAN DI KABUPATEN KUANTAN SINGINGI (RIAU)
TAHUN 2000-2010**

Doni Saputra Berutu dan Ali Nurman

Jurusan Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr V Medan Estate Medan 20211, Indonesia
Email: alinurmanhutabarat@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Memetakan perubahan luas hutan di Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2000-2010, (2) Mengetahui perubahan luas hutan di Kabupaten Kuantan Singingi dalam 10 tahun terakhir (2000-2010), dan (3) Mengetahui arah perubahan (konversi) hutan yang terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2000-2010.

Penelitian dilakukan di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. Populasi dan sampel dalam penelitian ini adalah seluruh wilayah hutan di Kabupaten Kuantan Singingi. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah studi dokumenter, interpretasi, kerja lapangan, dan analisis. Metode klasifikasi yang digunakan dalam menginterpretasi citra adalah metode interpretasi visual dengan teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kualitatif.

Hasil penelitian ini adalah (1) Peta luas hutan tahun 2000 dan 2010 serta peta perubahan luas hutan tahun 2000-2010 dengan tingkat keakuratan data 76,19%. (2) Perubahan luas hutan yang terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi adalah 861,08 Km² dengan kecamatan yang mengalami perubahan luas hutan yang paling besar adalah Kecamatan Kuantan Mudik yaitu 24,44%, dan kecamatan yang mengalami perubahan luas hutan yang paling sedikit adalah Kecamatan Gunung Toar yaitu 0,299% dari seluruh perubahan luas hutan yang terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi. (3) Perubahan (konversi) hutan yang terbesar adalah ke lahan perkebunan rakyat yaitu 89,78% dari seluruh jumlah perubahan luas hutan yang terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi dengan jenis hutan yang paling besar terkonversi adalah jenis hutan produksi.

Kata Kunci : Penginderaan jauh, SIG, Perubahan Luas Hutan

PENDAHULUAN

Hutan merupakan paru-paru dunia karena hutan memiliki pengaruh besar terhadap ketersediaan oksigen dunia. Selain itu, hutan juga merupakan suatu ekosistem yang tidak hanya menyimpan sumberdaya alam berupa kayu, tetapi masih banyak potensi non kayu yang dapat diambil manfaatnya oleh masyarakat melalui budidaya tanaman pertanian pada lahan hutan. Sebagai fungsi ekosistem hutan sangat berperan

dalam berbagai hal seperti penyedia sumber air, pencegah banjir dan erosi, tempat hidup berjuta flora dan fauna, dan peran penyeimbang lingkungan, serta mencegah timbulnya pemanasan global.

Perubahan luas hutan disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya: penebangan hutan baik secara legal maupun illegal, pembukaan lahan perkebunan, kebakaran hutan, kebutuhan wilayah pemukiman, dan

sebagainya (Howard, 1996). Bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan lonjakan kebutuhan lahan pertanian, pemukiman, lapangan kerja baru dan sebagainya. Perubahan luas hutan juga terjadi akibat aktivitas manusia yang membutuhkan ruang untuk berkembang. Luas lahan yang semakin sempit, menyebabkan keadaan biofisik suatu daerah mengalami pemerosotan kualitas lahan dan daya dukung lingkungan bahkan sering terjadi lahan yang kritis.

Di daerah tropika, beberapa tipe penutupan hutan berkurang secara cepat karena kesalahan dalam pengelolaan dan kegiatan penebangan hutan dengan pembakaran selaras dengan adanya pertumbuhan penduduk (Howard, 1996). Tidak terkecuali, perubahan luas hutan juga terjadi di Indonesia bahkan menjadi masalah yang sangat memprihatinkan. Sementara itu pemanfaatan hutan dan perlindungannya telah diatur dalam UUD 1945, UU No. 5 tahun 1990, PP No. 2 tahun 1985 dan beberapa keputusan menteri kehutanan serta beberapa keputusan Dirjen PHPA dan Dirjen Pengusahaan Hutan. Namun gangguan terhadap sumberdaya hutan terus berlangsung bahkan intensitasnya makin meningkat.

Laju kerusakan hutan di Indonesia rata-rata 2,5 juta ha/tahun, sedangkan Riau memberi kontribusi rata-rata 150.000 ha/tahun, dalam dua puluh tahun terakhir, tutupan hutan alam di Riau telah berkurang sekitar 75 % (Fahmi, 2008). Jika dirata-ratakan, dalam sehari ada lebih dari 400 hektar lahan yang "terkoyak", dengan kerugian mencapai Rp 1,2 miliar per hari. Hingga akhir 2007, hutan alam tersisa di Provinsi Riau adalah sekitar 2.254.188 ha atau 25% dari jumlah luas daratan Riau. Laju kerusakan hutan tersebut terutama disebabkan oleh penghancuran hutan secara legal

maupun illegal misalnya kerusakan hutan akibat perluasan perkebunan sawit. Greenpeace sebagai organisasi lingkungan global juga telah menyampaikan kekhawatiran akan hilangnya hutan di Indonesia terutama hutan yang ada di Riau (Fahmi, 2008). Kerusakan hutan di Riau merupakan yang paling menjadi sorotan di Indonesia bahkan dunia. Setiap tahunnya Riau menghasilkan kabut yang disebabkan oleh pembakaran hutan.

Menurut Prasetyantoko dan Setiawan (2011), Riau adalah salah satu kawasan pertama bagi budidaya kelapa sawit sebagai tanaman/perkebunan industri di Indonesia. Pengejaran target sawit 6 juta hektar sampai 2015 oleh Presiden SBY dan kebijakan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP) 2002 dinilai telah menimbulkan percepatan kerusakan atau berkurangnya luas hutan di Riau, terutama dalam hal pembukaan hutan untuk lahan perkebunan baik itu perkebunan rakyat maupun perkebunan milik perusahaan. Ini disebabkan karena adanya kebebasan pembukaan hutan oleh kebijakan tersebut, sehingga masyarakat maupun pengusaha perusahaan leluasa membuka hutan.

Kabupaten Kuantan Singingi memiliki luas $\pm 7.656,03$ km² dengan sebagian besar wilayahnya adalah hutan. Luas hutan alam Kuantan Singingi berjumlah $\pm 452.684,08$ ha (BPS Kuansing, 2011) yang tersebar di seluruh kecamatan yang ada di Kabupten Kuantan Singingi. Sebagai kabupaten yang tergolong baru mekar (1999), pembangunan di Kabupaten Kuantan Singingi sangat gencar dilakukan baik dari sektor sarana dan prasarana pemerintahan, sarana pemukiman maupun di sektor perkebunan yang tentu saja sangat berdampak pada perubahan luas

hutan. Mengingat Riau adalah salah satu kawasan pertama bagi budidaya kelapa sawit, perubahan luas hutan di Kabupaten Kuantan Singingi juga tergolong besar dan cepat.

Perubahan luas hutan yang relatif cepat itu perlu dipantau dan dibuat peta perubahan luas hutan. Untuk itu diperlukan penyajian data dalam peta mutakhir yang dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan penggunaan lahan dan terkhusus perubahan luas hutan, sehingga perubahan luas hutan tersebut dapat dipantau dan difungsikan dengan baik.

Pembuatan peta yang mutakhir bila dilakukan berdasarkan pengukuran langsung di lapangan biasanya lebih akurat, akan tetapi membutuhkan waktu, tenaga, biaya yang relatif besar. Pada medan yang sulit dijangkau secara ekonomi maka kerja lapangan tidak mungkin dilakukan atau dilakukan pada sampel lapangan yang terbatas jumlahnya. Untuk mengatasi hal ini perlu dicari alternatif lain sehingga dapat mengurangi kerja lapangan, waktu, tenaga dan biaya yang lebih murah.

Salah satu alternatif untuk mengatasi pengadaan peta adalah dengan memanfaatkan hasil teknologi penginderaan jauh yaitu citra, karena citra dapat diinterpretasikan secara visual untuk memperoleh informasi paling mutakhir tentang tutupan hutan, kondisi hutan, jenis vegetasi hutan, informasi bentuk lahan, penggunaan dan potensi lahan, dan sebagainya yang tidak dapat diperoleh dari sumber data lainnya secara spesifik (Howard, 1996). Citra atau foto citra diperoleh dari hasil rekaman satelit yang selanjutnya disebut citra satelit. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat, dikarenakan selain citra yang dihasilkan memiliki kualitas dan resolusi yang bagus, citra Landsat saat ini dapat diakses dengan mudah dan

gratis. Lebih dari itu, citra inframerah tengah dari Landsat dapat membantu untuk meningkatkan klasifikasi pada kategori tertentu.

Yang menjadi masalah selanjutnya adalah mengenai keakuratan data penginderaan jauh (citra) yang nantinya akan menentukan keefektifan data penginderaan jauh untuk digunakan dalam menginterpretasikan objek-objek yang ada di lapangan. Semakin akurat data maka akan semakin efektif data tersebut digunakan untuk menginterpretasi perubahan luas hutan bahkan mampu diinterpretasikan untuk kenampakan yang lebih luas seperti penggunaan lahan yang membutuhkan ketelitian data yang tinggi. Jadi, dalam penginderaan jauh sangat penting diketahui seberapa akurat data yang digunakan sehingga data tersebut dapat menghasilkan data yang benar, akurat dan terpercaya.

Selain teknik penginderaan jauh untuk pengolahan keruangan dapat digunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Sistem Informasi Geografis adalah seperangkat sistem yang berbasis komputer yang mampu untuk memasukkan, mengelola (memberi dan mengambil kembali), memanipulasi dan analisis serta memberikan uraian (Aronoff, 1989). Untuk tujuan praktis dalam bidang kehutanan, dapat dilakukan dengan cara "mengawinkan" data penginderaan jauh, data lapangan, dan uji silang hasil analisis citra dengan sampel di lapangan untuk menguji tingkat akurasi citra (Howard, 1996).

Perubahan luas hutan yang secara signifikan terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2000-2010, menjadi masalah yang melatarbelakangi peneliti ingin mengetahui bagaimana penerapan Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dalam mengkaji seberapa besar perubahan

luas hutan yang telah terjadi dari tahun 2000 hingga 2010. Dari hasil pengolahan data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis tersebut akan didapat informasi perubahan luas hutan dalam bentuk Peta. Peta informasi perubahan luas hutan tersebut memungkinkan dapat digunakan untuk kegiatan rehabilitasi lahan dan konservasi serta dapat digunakan sebagai bahan penyusunan kebijakan dan strategi pengelolaan dan pemanfaatan lahan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Kuantan Singingi, Riau. Adapun alasan melakukan penelitian ini karena sepengetahuan peneliti belum ada dilaksanakan penelitian dengan judul serupa di lokasi tempat penelitian ini. Selanjutnya peneliti juga ingin mengetahui perubahan luas hutan di Kabupaten ini, mengingat begitu banyaknya masalah kerusakan hutan di Provinsi Riau.

Yang menjadi populasi dan sampel dalam penelitian ini adalah seluruh wilayah hutan di Kabupaten Kuantan Singingi. Hal ini dikarena penelitian ini menggunakan interpretasi citra Landsat yang memiliki resolusi spasial (pixel) 30 x 30 meter, sehingga kurang efisien jika digunakan pada cakupan atau areal yang lebih kecil dari ukuran rata-rata luas Kabupaten. Artinya data satelit Landsat kurang efisien untuk menginterpretasikan peta diatas skala 1 : 25.000.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi (1) Studi Dokumenter, dimana data spasial (citra) dalam penelitian ini diperoleh dengan cara mendownload data dari U.S. Geological Survey di <http://glovis.usgs.gov/>, dan peta rupa bumi diperoleh dari BAKOSURTANAL dalam bentuk hardcopy; (2) interpretasi visual dimana kegiatan mengolah data yang

ada sehingga menghasilkan informasi yang baru menggunakan kunci interpretasi; dan (3) Kerja lapangan yang meliputi kegiatan uji lapangan dan observasi.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik deskriptif kualitatif. Teknik ini digunakan untuk mengetahui bagaimana perubahan luas hutan selama 10 tahun terakhir yaitu tahun 2000 hingga 2010 dan membandingkan dengan data-data sekunder yang peroleh. Selanjutnya dari peta perubahan luas hutan tersebut juga dikaji besaran luas perubahan penggunaan lahan yang terjadi dari luas hutan yang berubah. Sehingga diketahui besaran perubahan penggunaan lahan selain hutan dan diketahui lahan apa-apa saja yang mengalami perubahan dari perubahan luas hutan yang dikaji. Data yang diperoleh atau yang dihasilkan akan diolah dan diklasifikasikan berdasarkan jumlah perubahan luas hutan dan lahan lainnya tiap wilayah kecamatan sehingga berbentuk susunan urutan data dalam tabel ataupun diagram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari proses interpretasi citra tahun 2000 dan 2010, diperoleh data luas hutan pada tahun 2000 adalah sekitar 2381,53 Km² dan pada tahun 2010, hutan mengalami penurunan luas menjadi 1521,45 Km². Dari data tersebut dapat diketahui besar perubahan luas hutan di Kabupaten Kuantan Singingi sejak tahun 2000 hingga tahun 2010 mengalami perubahan luas hutan sebesar -861,08 Km². Artinya, luas hutan di Kabupaten Kuantan Singingi telah mengalami pengurangan/penurunan luas yaitu sebesar 861,08 Km² atau sekitar 36,16% dari jumlah sebelumnya.

Setiap kecamatan memiliki luas hutan yang berbeda, ini juga disebabkan oleh luas wilayah

kecamatan yang berbeda pula. Luas hutan tersebut diperoleh dari hasil interpretasi citra Landsat tahun 2000 yang diproses sedemikian rupa

sehingga menghasilkan peta luas hutan. Besaran luas hutan pada tahun 2000 secara terperinci berdasarkan kecamatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas hutan berdasarkan kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2000

No.	Nama Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)	Luas Hutan 2000 (Km ²)	Persentase (%)
1	Kuantan Mudik	1026,501	522,942	9,762
2	Hulu Kuantan	244,130	135,827	2,536
3	Gunung Toar	164,967	31,578	0,589
4	Singingi	974,535	600,869	11,216
5	Singingi Hilir	987,752	495,243	9,245
6	Kuantan Tengah	501,307	160,533	2,997
7	Benai	325,617	45,672	0,853
8	Kuantan Hilir	192,562	55,925	1,044
9	Pangean	233,936	53,886	1,006
10	Logas Tanah Darat	433,404	185,253	3,458
11	Cerenti	166,202	54,775	1,023
12	Inuman	106,151	38,367	0,716
Jumlah		5357,058	2382,530	44,444

Sumber: Citra Landsat tahun 2000

Untuk tahun 2010 dilakukan proses yang sama dengan tahun 2000, sehingga dihasilkan pula peta luas

hutan tahun 2010 yang secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 2. Luas hutan berdasarkan kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2010

No.	Nama Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)	Luas Hutan 2010 (Km ²)	Persentase (%)
1	Kuantan Mudik	1026,501	312,457	5,8330
2	Hulu Kuantan	244,130	95,292	1,7790
3	Gunung Toar	164,967	28,997	0,5410
4	Singingi	974,535	484,845	9,0510
5	Singingi Hilir	987,752	398,971	7,4480
6	Kuantan Tengah	501,307	128,635	2,4010
7	Benai	325,617	1,640	0,0310
8	Kuantan Hilir	192,562	8,950	0,1670
9	Pangean	233,936	15,549	0,2900
10	Logas Tanah Darat	433,404	43,853	0,8190
11	Cerenti	166,202	2,231	0,0420
12	Inuman	106,151	0,011	0,0002
Jumlah		5357,058	1521,450	28,4010

Sumber: Citra Landsat tahun 2010

Dari hasil interpretasi citra, telah dapat dilihat perbedaan luas hutan tahun 2000 dan 2010, dan setelah dilakukan proses *overlay* peta (peta 5.1 dan peta 5.2) dihasilkan peta perubahan luas hutan (peta 5.3). Dari

hasil *overlay* (menumpang-susunkan peta) peta tersebut diperoleh data perubahan luas hutan Kabupaten Kuantan Singingi yang secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 3. Perubahan luas hutan berdasarkan kecamatan di Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2000 dan 2010

No.	Nama Kecamatan	Luas Hutan 2000 (Km ²)	Luas Hutan 2010 (Km ²)	Luas Perubahan Hutan
1	Kuantan Mudik	522,942	312,457	210,485
2	Hulu Kuantan	135,827	95,292	40,535
3	Gunung Toar	31,578	28,997	2,581
4	Singingi	600,869	484,845	116,024
5	Singingi Hilir	495,243	398,971	96,272
6	Kuantan Tengah	160,533	128,635	31,887
7	Benai	45,672	1,640	44,032
8	Kuantan Hilir	55,925	8,950	46,975
9	Pangean	53,886	15,549	38,337
10	Logas Tanah Darat	185,253	43,853	141,4
11	Cerenti	54,775	2,231	52,544
12	Inuman	38,367	0,011	38,356
Jumlah		2382,530	1521,450	861,080

Sumber: *Overlay* citra Landsat tahun 2000 dan 2010

Pada Tabel 5.3, perubahan luas hutan yang terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2000-2010 adalah 861,08 Km². Kecamatan yang mengalami perubahan luas hutan yang paling besar adalah Kecamatan Kuantan Mudik yang mencapai 210,485 Km² atau 24,44% dari seluruh jumlah perubahan luas hutan yang terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi, sedangkan kecamatan yang mengalami perubahan luas hutan yang paling sedikit adalah Kecamatan Gunung Toar yaitu 2,581 Km² atau 0,299% dari seluruh jumlah perubahan luas hutan yang terjadi.

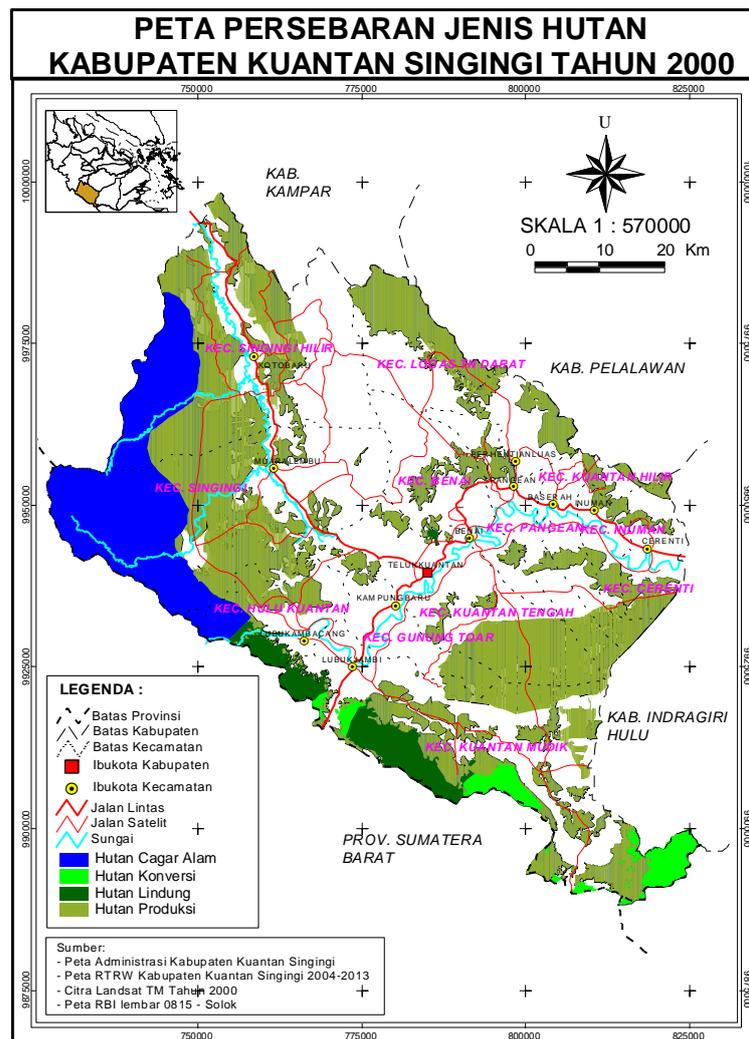
Dari hasil interpretasi dan proses *overlay* peta, diperoleh besaran luas perubahan hutan di Kabupaten

Kuantan Singingi. Selanjutnya yang dilakukan adalah penyajian data perubahan (konversi) hutan ke lahan lainnya untuk mengetahui ke arah atau ke lahan apa hutan tersebut terkonversi (berubah). Peta RTRW digunakan sebagai acuan untuk memperoleh data penggunaan lahan di Kabupaten Kuantan Singingi. Dari hasil *overlay* peta RTRW Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2004-2013 dan peta perubahan luas hutan yang diperoleh dari citra Landsat, didapatkan data hutan yang mengalami konversi yang luasnya paling tinggi adalah ke lahan perkebunan rakyat, yang jumlahnya sekitar 773,08 Km². Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 4. Arah Konversi (Perubahan) Hutan Kabupaten Kuantan Singingi

No.	Arah Konversi Hutan	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1.	Hutan » Perkebunan rakyat	773,08	89,78
2.	Hutan » Perkebunan swasta	86,01	9,99
3.	Hutan » Permukiman	0,68	0,08
4.	Hutan » Sawah	0,80	0,09
5.	Hutan » Lain-lain	0,53	0,06
Jumlah		861,08	100,00

Sumber: Peta RTRW tahun 2004-2013 dan Peta perubahan luas hutan tahun 2000-2010 Kabupaten Kuantan Singingi



Gambar 1. Peta Persebaran jenis hutan Kabupaten Kuantan Singingi tahun 2000

9,99%, lahan permukiman 0,08%, lahan sawah 0,09%, dan lahan lain-lain 0,06% dari seluruh jumlah perubahan luas hutan yang terjadi dengan wilayah hutan yang paling besar terkonversi adalah jenis hutan produksi.

Adapun saran dalam penelitian ini adalah perlu adanya peningkatan pengetahuan dalam bidang Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi serta peningkatan pemanfaatannya dalam bidang kehutanan.

Pemerintah perlu memperhatikan dan mengontrol perubahan luas hutan di Kabupaten Kuantan Singingi, serta bagi masyarakat setempat, perlu adanya peningkatan pengetahuan mengenai pentingnya menjaga kelestarian hutan.

Untuk kebutuhan keilmuan, perlu adanya penelitian lanjutan pada tahun yang berbeda dan menggunakan citra dengan resolusi spasial yang lebih tinggi agar mendapatkan hasil yang lebih akurat dan cakupan lahan yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

Aronoff, S. 1989. Remote Sensing For GIS Manager (terjemahan). Yogyakarta: Gajah Mada University Press

BPS. 2011. Kabupaten Kuantan Singingi Dalam Angka 2010. Telukkuantan: BPS Kabupaten Kuantan Singingi

Budiati, I. W. K. 2005. Pemetaan Persebaran Hutan Menurut klasifikasi Fungsi Hutan di Kabupaten Blora dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Semarang. Online

(<http://koleksi.pustaka-skripsi.com/dl.php?f=1140.pdf> diakses 27 Januari 2012 pukul 11:57)

Darmawan, M. 2011. Sistem Informasi Geografi (SIG) dan Standarisasi Pemetaan. BAKOSURTANAL online (<http://www.bakosurtanal.go.id/bakosurtanal/remote-sensing-dan-sig/> Diakses 10 Mei 2012 pukul 16:15)

Dinas Kehutanan. 2011. Data Hutan Kabupaten Kuantan Singingi. Telukkuantan: Dinas Kehutanan Kabupaten Kuantan Singingi

Fahmi, Z. 2008. Catatan Kecil Kondisi Kehutanan Riau. Pekanbaru: Jaringan Kerja Peduli Hutan Riau online (<http://www.jikalahari.org> diakses 8 Mei 2012 pukul 15:20)

Howard, J. A. 1996. Penginderaan Jauh; untuk Sumberdaya Hutan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press

<http://id.wikipedia.org/wiki/hutan> (diakses 21 April 2012 pukul 16:21)

http://id.wikipedia.org/wiki/Data_spasial (diakses 14 Mei 2012 pukul 15:20)

<http://mahmuddin.wordpress.com/2009/09/09/degradasi-hutan-hujan-tropis-di-indonesia/> (diakses 1 Mei 2012 pukul 16:20)

Laksono, R. 2008. Analisis Perubahan Hutan Dengan Pemanfaatan Citra Landsat Tahun 1996 Dan 2002 Di Kabupaten Rembang. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Online (<http://etd.eprints.ums.ac.id/481/> diakses pada tanggal 17 Mei 2012 pukul 19:53)

- Lillesand, T.M & F.W. Kiefer. 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. R. Dubahri, penerjemah. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press
- Lumbantoruan, W. (2010). Studi Perkembangan Kota Medan Menggunakan Data Penginderaan Jauh dan SIG. *JURNAL GEOGRAFI*, 2(2), 93-106.
- Nurman, A. (2010). Pemanfaatan Data Modis Untuk Mendeteksi Daerah Tangkapan Ikan Pantai Timur dan Barat Sumatera Utara. *JURNAL GEOGRAFI*, 2(2), 17-30.
- Perumperhutani. 1978. Fungsi dan Manfaat Hutan. Departemen Kehutanan. Online (<http://www.puslitbangsdh.perumperhutani.com/?page=home..> diakses pada tanggal 10 Mei 2012 pukul 16:21)
- Prahasta, E. 2009. Sistem Informasi Geografis (SIG); Tutorial ArcView. Bandung: Informatika
- Prasetyantoko, A. dan Setiawan, D. 2011. Pendanaan Iklim; antara Kebutuhan dan Keselamatan Rakyat. Jakarta: WALHI.
- Presiden RI. 1990. Undang Undang No. 5 Tahun 1990 Tentang : Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Jakarta
- Putro, B.S. (2011). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Sub DAS Slahung Kabupaten Ponorogo Dengan Pemanfaatan citra Satelit Citra Landsat 7 ETM+ Tahun 2003,2006 Dan 2009. Tesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Rifa'i, H. 2007. Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Infrmasi Geografi untuk Mengkaji Perkembangan Fisik Kota Medan (Studi Kasus Kecamatan Medan Barat). Skripsi, Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Medan
- Sekjen DEPHUTBUN. 1999. Undang-Undang No. 5 Tahun 1967 Tentang Kehutanan. Jakarta : DEPHUTBUN
- Sekjen DEPHUTBUN. 1999. Undang-Undang No. 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan. Jakarta : DEPHUTBUN
- Sinambela, P. 2011. Analisis Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Toba Samosir. Skripsi, USU. Online (<http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/30108> diakses pada tanggal 20 Mei 2012 pukul 22:43)