



---

**PERUBAHAN KERAPATAN VEGETASI DAERAH ALIRAN SUNGAI BODRI  
BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA PENGINDERAAN JAUH**

**Tjaturahono Budi Sanjoto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Staf Pengajar Jurusan Geografi Universitas Negeri Semarang

---

**Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*  
Diterima Mei 2013  
Disetujui Juni 2013  
Dipublikasikan Juli 2013

*Keywords:*  
Image satellite, vegetation  
density, watershed area

---

**Abstract**

*This study aims to assessing changes in watershed vegetation density in multi-temporal Bodri (1992-2009) with remote sensing satellite imagery. This research is descriptive-eksplanatory. Research variables include changes in vegetation density on the watershed Bodri (1992-2009). The results showed that the vegetation density of Bodri watershed began in 1992, 2002, and 2009 may change relatively dynamic and each category is different. Tightly categories grew wide, otherwise meeting the more narrow category. This indicates that reforestation be done in the upstream watershed Bodri progressing well.*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan kerapatanvegetasi pada DAS Bodri secara multi temporal (1992 – 2009) dengan citra satelit penginderaan jauh Penelitian ini bersifat *deskriptif-eksplanatory*. Analisis kerapatan vegetasi menggunakan formula NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*s). Hasil penelitian menunjukkan kerapatan vegetasi DAS Bodri mulai tahun 1992, 2002, dan tahun 2009 mengalami perubahan yang cukup dinamis dan masing-masing kategori berbeda-beda. Kategori sangat rapat semakin bertambah luas, sebaliknya kategori rapat semakin sempit. Hal ini mengindikasikan reboisasi yang dilakukan di hulu DAS Bodri berlangsung dengan baik.

□ Alamat korespondensi:  
Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes  
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: geografiunnes@gmail.com

## PENDAHULUAN

Pada setiap musim hujan hampir di sebagian besar wilayah Indonesia terjadi musibah banjir dan tanah longsor. Musibah ini sangat merugikan karena menghancurkan berbagai fasilitas umum, harta benda, dan jiwa manusia. Banjir dan longsor juga menyebabkan terjadinya pendangkalan di danau maupun perairan pesisir. Di wilayah pesisir, akibat banjir di daerah hulu yang membawa material sedimen menyebabkan terjadinya pendangkalan di wilayah estuaria dan perairan pantai.

Fenomena ini juga terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bodri yang bermuara di Pantai Utara Jawa dengan bentuk muaranya berupa delta. Permasalahan yang saat ini dihadapi DAS Bodri adalah degradasi lingkungan yang berlangsung selama beberapa tahun terakhir. Proses degradasi ini dipercepat dengan semakin rusaknya hutan di daerah hulu oleh karena pembukaan lahan untuk pertanian, permukiman, industri. Berdasarkan data statistik Kabupaten Kendal dapat diketahui bahwa selama kurun waktu enam tahun (tahun 2000 – 2006) luas lahan untuk bangunan dan pekarangan bertambah 413 ha, sebaliknya luas lahan hutan berkurang

470 ha. Guna mengatasi permasalahan di atas, maka perlu diadakan kajian secara serius, salah satunya dengan meneliti perubahan kerapatan vegetasi DAS Bodri.

Indeks kerapatan vegetasi merupakan kondisi tingkatan kerapatan vegetasi yang ada di daerah tersebut. Semakin tinggi nilai indeknya maka semakin rapat kondisi vegetasi di daerah tersebut. Dengan membandingkan kerapatan vegetasi secara multi temporal dari tahun 1992 hingga 2009, maka akan dapat diketahui perubahan kerapatan vegetasi. Peningkatan aktifitas penduduk di wilayah hulu DAS Bodri menyebabkan perubahan pola penggunaan lahan yang tercermin dalam perubahan kerapatan vegetasi di wilayah DAS Bodri. Saat ini teknik penginderaan jauh sistem satelit sudah banyak digunakan untuk berbagai penelitian termasuk pengelolaan DAS dan wilayah pesisir. Keunggulan penggunaan citra inderaja dalam penelitian ini adalah diperolehnya informasi obyek secara multi temporal, sehingga dapat dikaji dan dianalisis perkembangannya. Gambaran obyek pada citra inderaja juga menolong kita untuk berfikir secara spasial sehingga membantu di dalam analisis keterkaitan antar ruang yang dalam hal ini adalah keterkaitan antara proses yang terjadi di hulu hingga DAS. Untuk itu penelitian

Perubahan Kerapatan Vegetasi Daerah Aliran Sungai Bodri perlu dilakukan dengan menggunakan Citra Landsat Multi Spektral dan Multi Temporal.

Citra satelit landsat adalah salah satu citra satelit sumberdaya alam yang mempunyai resolusi spasial 30 m x 30 meter (kecuali saluran inframerah thermal), dan merekam dalam 7 saluran spektral. Masing-masing saluran citra satelit landsat peka terhadap respons atau tanggapan spektral obyek pada julat panjang gelombang tertentu, dan hal ini yang menyebabkan nilai piksel pada berbagai saluran spektral sebagai cerminan nilai tanggapan spektral pun bervariasi. Adanya variasi tanggapan spektral pada setiap saluran merupakan salah satu kelebihan dari citra satelit landsat, sebab dengan memadukan berbagai saluran tersebut dapat diperoleh citra baru dengan informasi baru pula. Berdasarkan citra satelit landsat saluran hijau dan inframerah tengah (TM2 dan TM5), dapat diturunkan informasi kerapatan vegetasi (Suharyadi, 2000).

Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan citra multisaluran, untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lainnya yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa konsentrasi klorofil (Projo

Danoedoro, 1989 dan 2012). Secara praktis indeks vegetasi ini merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi.

James (1996, dalam Hartono, 2005) menyatakan "indeks vegetasi" merupakan suatu ukuran kuantitatif berdasarkan nilai digital citra satelit untuk mengukur biomasa suatu vegetasi. Salah satu indeks vegetasi adalah Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Secara matematis formula *NDVI* adalah sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(\text{saluran inframerah dekat} - \text{saluran merah})}{(\text{saluran inframerah dekat} + \text{saluran merah})}$$

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang diangkat dalam kajian ini adalah bagaimana perubahan kerapatan vegetasi yang terjadi di DAS Bodri. Tujuannya adalah ingin mengetahui dinamika perubahan kerapatan vegetasi DAS Bodri mulai tahun 1992 hingga 2009 menggunakan citra satelit landsat.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini bersifat *deskriptif-eksplanatory*, yaitu berusaha mencari data

seluas mungkin dalam rangka mempelajari kondisi kerapatan vegetasi DAS Bodri, serta berusaha menjelaskan hubungan diantara faktor-faktor yang mempengaruhinya. Dalam hal ini berarti data-data yang sudah terkumpul dapat digunakan untuk menginterpretasikan genesis dan evolusi sekuensial perubahan kerapatan vegetasi DAS Bodri. Penentuan sampel lapangan dilakukan berdasarkan *purposive area sampling* dengan dibantu peta rupa bumi dan Global Positioning System (GPS).

Pengumpulan data dilakukan dengan teknik penginderaan jauh dan teknik pengukuran lapangan. Pengukuran lapangan dimaksudkan untuk memvalidasi data hasil pengolahan citra secara digital. Citra satelit yang digunakan terdiri dari Citra Landsat 5 Tahun 1992, Landsat 7 tahun 2002, dan Landsat 7 tahun 2009. Kegiatan pengumpulan data dengan teknik penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan Software ER Mapper 7.0, yang dimulai dengan mengimport data/citra mentah (dalam format *.tif*) landsat yang diperoleh dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Setelah import data mentah berhasil maka data disimpan dalam ekstensi *.ers*. Untuk selanjutnya data tersebut diolah lebih lanjut sebagai data masukan dalam berbagai

tujuan misalnya untuk penelitian ini adalah mengetahui tingkat kerapatan vegetasi DAS Bodri. Sebelum melakukan pengolahan citra secara digital untuk mengklasifikasi tingkat kerapatan vegetasi maka seluruh citra yang digunakan dikoreksi geometrik dan atmosferik, sehingga citra yang digunakan merupakan citra yang sudah terestorasi. Setelah kegiatan koreksi radiometrik dan geometrik dilakukan, maka citra siap untuk diolah lebih lanjut yaitu melakukan ekstraksi kerapatan vegetasi daerah penelitian. Analisis kerapatan vegetasi daerah penelitian dengan menggunakan formula NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

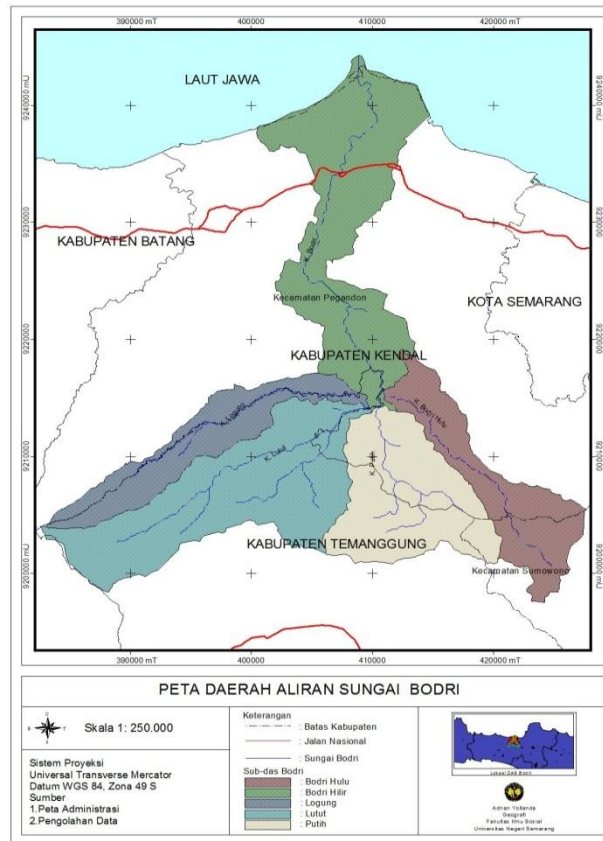
## HASIL PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

DAS Bodri merupakan DAS yang terletak di Propinsi Jawa Tengah yang masuk pada tiga wilayah administrasi Kabupaten, yaitu Kabupaten Temanggung, Kendal dan Semarang. Sebagian besar (50,58%) DAS Bodri berada di wilayah Kabupaten Kendal dengan luasan sebesar 33.873,68 ha. DAS Bodri terbagi menjadi 4 sub DAS utama yaitu sub DAS Lutut dan Logung berada di wilayah Kecamatan Tretep, Jumo, Candiroto dan sebagian

Patean; sub DAS Putih berada di Kecamatan Singorojo, Kandangan, sebagian Limbangan dan Sumowono; dan sub DAS Bodri Hulu berada di Kecamatan

Sumowono, sebagian Limbangan dan Kecamatan Singorojo. Wilayah DAS Bodri tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta DAS Bodri

### Kajian Kerapatan Vegetasi DAS Bodri Tahun 1992

Citra satelit yang digunakan untuk analisis kerapatan vegetasi DAS Bodri tahun 1992 adalah citra Landsat-5TM yang mempunyai mempunyai resolusi spasial mencapai 30 meter. Waktu pengambilan gambar (akuisisi) adalah tanggal 06 Juli 1992, atau dengan kata lain pengambilan

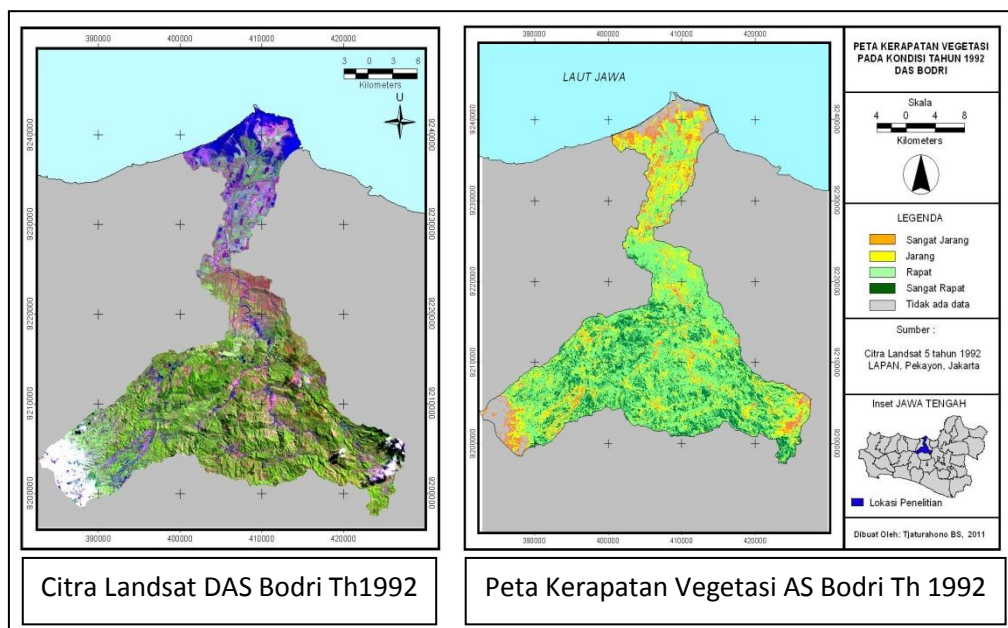
datanya dilakukan saat musim kemarau. Kualitas citra tahun 1992 termasuk baik, karena tutupan awan yang ada di daerah penelitian relatif sedikit. Sebaran awan yang paling banyak berada di sebelah tenggara DAS Bodri. Berdasarkan hasil pengolahan data dari citra satelit Landsat-5TM tahun 1992, didapatkan gambaran bahwa daerah penelitian mempunyai tingkat kerapatan

yang sangat bervariasi mulai dari *sangat rapat*, *rapat*, *jarang* hingga *tidak rapat*. Tingkat kerapatan vegetasi daerah penelitian dapat dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luasan Tingkat Kerapatan Vegetasi pada Tahun 1992 DAS Bodri (dalam Ha)

	Sangat Rapat	Rapat	Jarang	Sangat Jarang	Total
Tahun 1992	11.239	34.644	12.382	4.631	62.896
	(18%)	(55%)	(20%)	(7%)	(100%)

Sumber: Hasil penelitian, 2011



Gambar 2. Citra landsat 5 Tahun 1992 dan Peta Kerapatan Vegetasi DAS Bodri

Kategori *rapat* ini tersebar di bagian hulu dan tengah DAS Bodri. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *jarang* mempunyai luasan 12.382 hektar (20%). Kategori ini tersebar di bagian tengah dan hilir DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *jarang* disimbolkan dengan warna kuning.

Tingkat kerapatan vegetasi kategori *sangat jarang* mempunyai luasan 4.631 hektar (7%). Kategori ini tersebar di hilir DAS Bodri, dan di puncak vulkan Ungaran

dan Vulkan Sindoro. Pada peta NDVI kategori *sangat jarang* disimbolkan dengan warna kuning.

### Kajian Kerapatan Vegetasi DAS Bodri Tahun 2002

Citra satelit yang digunakan untuk analisis kerapatan vegetasi DAS Bodri tahun 2002 adalah Landsat-7TM dengan resolusi spasial 30 meter. Waktu pengambilan gambar pada bulan Agustus

2002 atau dengan kata lain dilakukan saat musim kemarau akhir. Kualitas citra ini termasuk baik, karena tutupan awan di daerah penelitian relatif sedikit. Sebaran awan terbanyak berada di puncak vulkan Ungaran dan yang lain ada di selatan dan timur daerah penelitian.

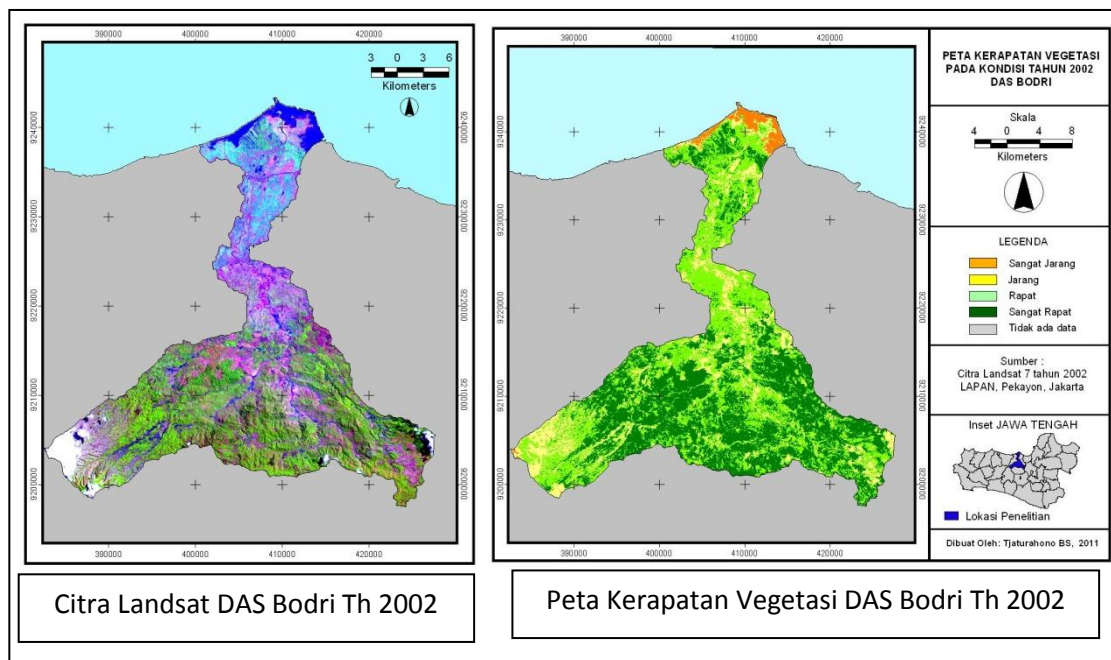
Berdasarkan hasil pengolahan data citra satelit tahun 2002, daerah penelitian mempunyai tingkat kerapatan yang bervariasi mulai dari *sangat rapat*, *rapat*, *jarang* hingga *sangat jarang*. Adapun sebaran setiap kelas kerapatan dapat dilihat pada Gambar 3. Tingkat kerapatan vegetasi daerah penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *sangat rapat* mempunyai luasan 27.469 hektar (41%), sebagian besar tersebar di bagian selatan (hulu) dan sebagian kecil di bagian hilir DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *sangat rapat* disimbolkan warna hijau tua. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *rapat* mempunyai luasan 27.504 hektar (42%). Kategori ini tersebar di bagian hulu - tengah DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *rapat* disimbolkan warna hijau muda. Sebaran tingkat kerapatan kategori *sangat jarang* mempunyai luasan 1677 hektar (3%). Kategori ini tersebar di muara DAS Bodri, dan di puncak Vulkan Sindoro. Pada peta NDVI kategori *sangat*

vegetasi kategori *rapat* ini dapat di lihat pada peta klasifikasi NDVI daerah penelitian yang tersaji Gambar 3.

Tingkat kerapatan vegetasi daerah penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *sangat rapat* mempunyai luasan 27.469 hektar (41%), sebagian besar tersebar di bagian selatan (hulu) dan sebagian kecil di bagian hilir DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *sangat rapat* disimbolkan dengan warna hijau tua. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *rapat* mempunyai luasan 27.504 hektar (42%). Kategori ini tersebar di bagian hulu - tengah DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *rapat* disimbolkan dengan warna hijau muda. Sebaran tingkat kerapatan vegetasi kategori *rapat* ini dapat di lihat pada peta klasifikasi NDVI daerah penelitian yang tersaji Gambar 3 di atas.

Tingkat kerapatan vegetasi kategori *jarang* mempunyai luasan 9.261 hektar (14%). Kategori ini tersebar di bagian tengah DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *jarang* disimbolkan dengan warna hijau muda.

Tingkat kerapatan vegetasi *jarang* disimbolkan dengan warna coklat muda.



Gambar 3. Citra Landsat 7 Tahun 2002 dan Peta Kerapatan Vegetasi DAS Bodri

Tabel 2. Luasan Tingkat Kerapatan Vegetasi pada Tahun 2002 DAS Bodri (dalam Ha)

	Sangat Rapat	Rapat	Jarang	Sangat Jarang	Total
Tahun 2002	27.469	27.504	9.261	1.677	65.911
	(41%)	(42%)	(14%)	(3%)	(100%)

Sumber: Hasil penelitian, 2011

### Kajian Kerapatan Vegetasi DAS Bodri Tahun 2009

Citra satelit yang digunakan untuk analisis kerapatan vegetasi DAS Bodri tahun 2009 adalah citra Landsat-7TM dengan resolusi spasial mencapai 30 meter. Waktu pengambilan gambar (akuisisi) adalah Juli 2009 atau dengan kata lain pengambilan datanya dilakukan pada saat musim kemarau. Kualitas citra Landsat-7TM tahun 2009 cukup baik karena tutupan

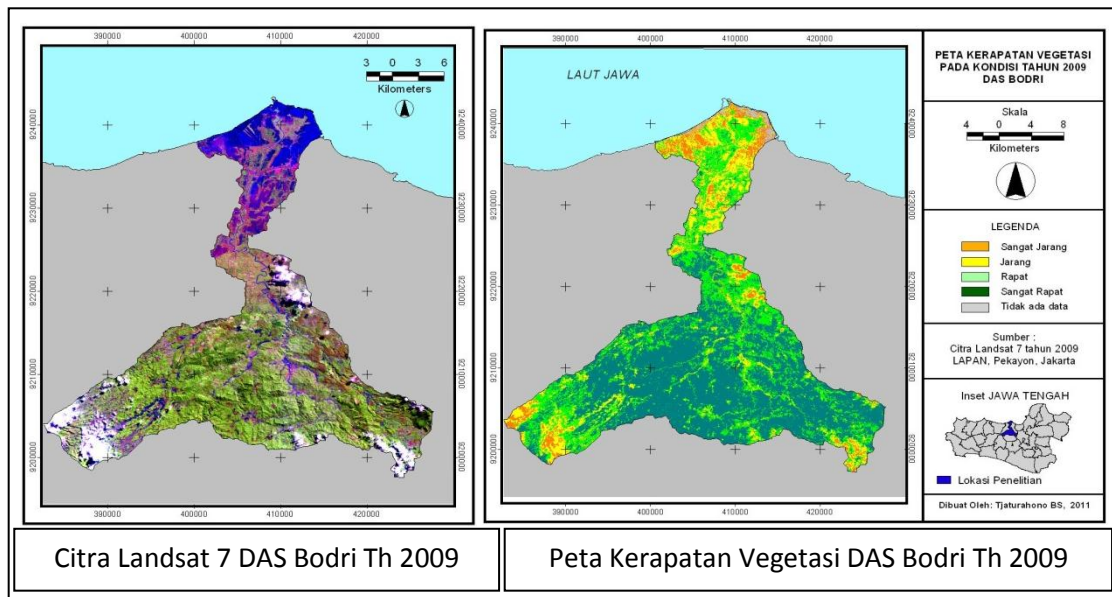
awannya sedikit. Sebaran awan terbanyak berada di bagian barat daya DAS Bodri yang merupakan daerah vulkan Sindoro.

Berdasarkan hasil pengolahan data citra satelit tahun 2009, daerah penelitian mempunyai tingkat kerapatan yang bervariasi mulai dari *sangat rapat*, *rapat*, *jarang* hingga *sangat jarang*. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *sangat rapat* mempunyai luasan 34.119 hektar (52%), sebagian besar tersebar di bagian selatan



(hulu) dan sebagian kecil di bagian hilir DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *sangat rapat* disimbolkan warna hijau tua. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *rapat* mempunyai luasan 18.737 hektar (28%). Kategori ini tersebar di bagian hulu - tengah DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *rapat* disimbolkan warna hijau muda. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *jarang* mempunyai luasan 9.554 hektar (14%). Kategori ini tersebar di bagian tengah DAS Bodri. Pada peta NDVI kategori *jarang* disimbolkan warna hijau muda. Tingkat

kerapatan vegetasi kategori *sangat jarang* mempunyai luasan 3.631 hektar (6%). Kategori ini tersebar di muara DAS Bodri dan di puncak Vulkan Sindoro. Pada peta NDVI kategori *sangat jarang* disimbolkan warna coklat muda. Tabel 2 berikut menyajikan data luasan setiap kelas kerapatan vegetasi pada tahun 2009. Sebaran masing-masing kelas kerapatan vegetasi dapat dilihat pada gambar peta kerapatan vegetasi yang tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Citra Landsat 7 Tahun 2009 dan Peta Kerapatan Vegetasi DAS Bodri

**Dinamika Perubahan Kerapatan Vegetasi DAS Bodri Tahun 1992-2009**

Berdasarkan dari hasil penelitian ternyata yang telah dilakukan dalam kurun waktu antara tahun 1992 sampai dengan

tahun 2009 luas kerapatan vegetasi yang memiliki kategori sangat rapat semakin luas yaitu pada tahun 1992 seluas 11.239 ha, dan pada tahun 2002 menjadi seluas 27.496 hektar, kemudian pada tahun 2009 menjadi

seluas 34.119 ha. Pada kerapatan vegetasi yang kategori rapat semakin menyempit yaitu pada tahun 1992 seluas 34.644 ha, pada tahun 2002 menjadi seluas 27.504 hektar, kemudian pada tahun 2009 menjadi seluas 18.737 ha. Pada kerapatan vegetasi yang kategori jarang semakin menyempit yaitu pada tahun 1992 seluas 12.382 ha, pada tahun 2002 menjadi seluas 9.261 hektar, kemudian pada tahun 2009 menjadi seluas 9.554 ha. Dalam kaitannya dengan perkembangan kualitas perairan pantai Kendal maka luas perairan yang berkualitas kurang baik yaitu ditandai dengan kandungan material tersuspensinya berkategori tinggi ternyata berfluktuatif, yaitu pada tahun 1992 seluas 15.913 ha, tahun 2002 turun drastis menjadi 1.736 ha, dan tahun 2009 naik lagi menjadi 3.416 ha.

Pada kerapatan vegetasi yang berkategori sangat jarang mengalami perubahan yang berfluktuatif, yaitu pada tahun 1992 seluas 4.631 ha, dan pada tahun 2002 turun menjadi seluas 1.677 hektar, kemudian pada tahun 2009 luasannya naik

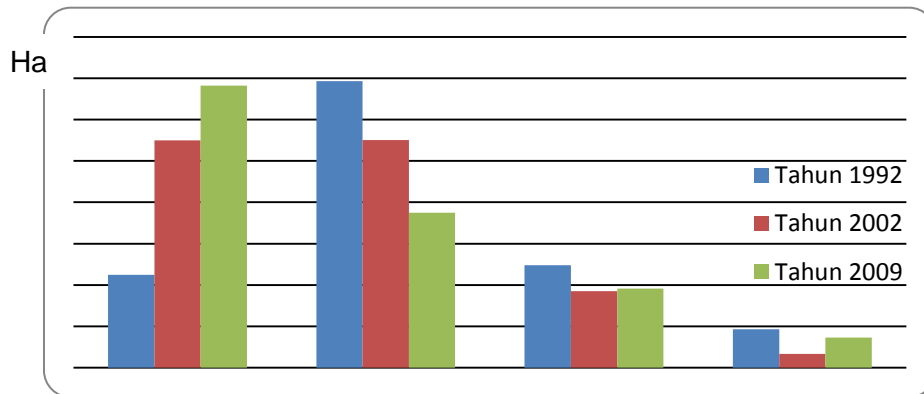
menjadi seluas 3.631 ha. Secara keseluruhan dari tahun 1992, 2002, dan 2009, jumlah kerapatan vegetasi pada kategori sangat rapat sebanyak 72.827 ha, kategori rapat sebanyak 80.885 ha, kategori jarang sebanyak 31.197 ha, dan yang berkategori sangat jarang 9.939 ha. Lebih jelasnya terkait dengan dinamika perubahan kerapatan vegetasi yang terjadi dari tahun 1992 sampai dengan tahun 2009 akan disajikan pada Tabel 4, sebagai berikut.

Sebagaimana disebutkan dalam kajian pustaka dan metodologi penelitian, pada kajian kerapatan vegetasi ini digunakan rumus NDVI dengan menggunakan band 4 (band infra merah) dan band 3 (band merah), sedangkan perhitungan luasan masing-masing katagori kerapatan vegetasi klasifikasi dilakukan dengan membuat *poligon region* pada masing-masing citra NDVI yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan perhitungan statistik dengan menggunakan interval *sub sampling* 4 dengan *forcerecalculate stats* (Green, 1989; Green et.al., 1998).

Tabel 4. Perubahan Kerapatan Vegetasi Tahun 1992 dan Tahun 2009 DAS Bodri (Ha)

	Sangat Rapat	Rapat	Jarang	Sangat Jarang	Total
Tahun 1992	11.239	34.644	12.382	4.631	62.896
Tahun 2002	27.469	27.504	9.261	1.677	65.911
Tahun 2009	34.119	18.737	9.554	3.631	66.041

Sumber: Hasil penelitian, 2011



Gambar 5. Grafik Perbandingan Luasan Kelas Kerapatan Vegetasi Tahun 1992, 2002, dan 2009

Berdasarkan hasil pengolahan data citra satelit tahun 1992, 2002, dan 2009 daerah penelitian mempunyai tingkat kerapatan yang bervariasi mulai dari *sangat rapat*, *rapat*, *jarang* hingga *sangat jarang*. Berdasarkan pola sebarannya, pada peta NDVI tahun 1992 kategori *sangat rapat* tersebar di bagian hulu DAS Bodri, kategori *rapat* tersebar di bagian hulu dan tengah DAS Bodri. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *jarang* tersebar di bagian tengah dan hilir DAS Bodri dan kategori *sangat jarang* tersebar di hilir DAS Bodri, dan di puncak vulkan Ungaran dan Vulkan Sindoro.

Pada Tahun 2002 tingkat kerapatan vegetasi kategori *sangat rapat* sebagian besar tersebar di bagian selatan (hulu) dan sebagian kecil di bagian hilir DAS Bodri. Pada kategori *rapat* tersebar di bagian hulu - tengah DAS Bodri. Pada tahun 2009 tingkat kerapatan vegetasi kategori *sangat*

*rapat* sebagian besar tersebar di bagian selatan (hulu) dan sebagian kecil di bagian hilir DAS Bodri. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *rapat* tersebar di bagian hulu - tengah DAS Bodri. Tingkat kerapatan vegetasi kategori *jarang* tersebar di bagian tengah DAS Bodri dan kategori *sangat jarang* tersebar di muara DAS Bodri, dan di puncak Vulkan Sindoro.

Kerapatan vegetasi di daerah penelitian mulai tahun 1992, 2002, dan tahun 2009 mengalami perubahan yang cukup dinamis dan masing-masing kategori berbeda-beda. Kategori sangat rapat semakin bertambah luas, sebaliknya kategori rapat semakin sempit. Hal ini mengindikasikan reboisasi yang dilakukan di hulu DAS Bodri berlangsung dengan baik.

Pada kategori jarang termasuk mengalami perubahan yang fluktuatif, namun bila dibandingkan luas pada tahun 1992 dengan 2009 masih lebih luas tahun 1992 mengindikasikan bahwa lahan-lahan yang *jarang* dan *sangat jarang* semakin berkurang. Hal ini bermakna positif karena lahan yang terbuka semakin sedikit jumlahnya. DAS Bodri sebagai suatu sistem memberikan pengertian bahwa segala sesuatu yang ada dalam DAS saling berkaitan. Perubahan penutup lahan yang terjadi di daerah hulu DAS akan mempengaruhi kondisi daerah hilir DAS, termasuk perairan pantai di mana sungai tersebut bermuara. Dengan demikian apabila terjadi kerusakan lahan di daerah hulu berarti dapat menyebabkan degradasi kualitas lingkungan hingga perairan pantai, sebaliknya apabila pengelolaan lahan DAS bagian hulu maupun tengah baik maka kualitas perairan di pantai akan baik juga. Hukum sebab akibat ini masih berlaku di DAS Bodri sebagai suatu sistem.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diuraikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kerapatan vegetasi DAS Bodri mulai tahun 1992, 2002, dan tahun 2009

mengalami perubahan yang cukup dinamis dan masing-masing kategori berbeda-beda. Kategori *sangat rapat* semakin bertambah luas, sebaliknya kategori *rapat* semakin sempit. Hal ini mengindikasikan reboisasi yang dilakukan di hulu DAS Bodri berlangsung dengan baik.

2. Pengelolaan lahan di Hulu DAS Bodri perlu dipertahankan agar kerapatan vegetasi di daerah tersebut terjaga, sehingga tingkat sedimentasi di perairan pantai berkurang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, R., Sutrisno, A dan Dwi P.S. 2012. Evaluasi Pola Pemanfaatan Ruang Kawasan Pesisir Kecamatan Kaliwungu Kendal. *Jurnal Geografi 8 (2): 11-23*.
- BPS Kabupaten Kendal. 2000-2006. *Kendal Dalam Angka*. Kendal.
- Congalton, R.G., 1991. *A Review of Assessing the Accuracy of Classification of Remotely Sensed Data*. Maryland: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- Danoedoro, Projo. 1989. Hubungan antara Konsentrasi Klorofil an Informasi Spektral Vegetasi pada Data Digital *Multispektral SPOT* Daerah Sekitar Lereng Gunungapi Merapi Bagian Selatan. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Dijital*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Green, E.P., Clark, C.D., Mumby, P.J., Edward, A.J and Ellis, A.C. 1998. *Remote Sensing Tehniquefor Mangrove Mapping, Internasional Journal of Remote sensing, 5 (19): 935-956.*

Green, W.B., 1989. *Digital Image Proccesing: A System Approach*. New York, USA: Van Nostrand Reinhold.

Hartono, 2005. Analisis Data Penginderaan Jauh dan SIG Untuk Studi Sumberdaya Air Permukaan DAS Rawa Biru Merauke Papua. *Seminar Nasional*. Jakarta: FMIPA UI.

Suharyadi. 2000. *Transformasi Spektral Citra Dijital Landsat TM untuk Pemetaan Kepadatan Bangunan di Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.