

Perubahan Ruang Hijau Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Data Penginderaan Jauh Multi-Temporal

Dianovita¹, Sukentyas Estuti Siwi²

¹Magister Ilmu Geografi, Fakultas MIPA, UI

²Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN

Email: dianovita.tan@gmail.com

Abstrak. Kabupaten Bojonegoro merupakan salah satu kabupaten yang ditetapkan sebagai kawasan rawan bencana yaitu kawasan rawan tanah longsor dan kawasan rawan banjir yang tertuang pada peraturan presiden nomor 28 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Pulau Jawa-Bali pada pasal 45 ayat 3 huruf a dan c. Banyak sekali faktor penyebab terjadinya tanah longsor dan banjir, salah satunya yaitu berkurangnya kawasan ruang hijau di suatu wilayah. Informasi Ruang Hijau sangat diperlukan, informasi tersebut sebagai salah satu parameter penilaian kondisi lingkungan suatu wilayah. Dengan memanfaatkan citra landsat dapat diperoleh luasan ruang hijau dengan metode (Normalized Differential Vegetation Index) NDVI yang mampu melakukan klasifikasi obyek vegetasi dan non vegetasi, Untuk mengetahui tingkat akurasi hasil klasifikasi maka di hitung tingkat akurasi melalui besaran nilai kappa menggunakan data SPOT 6/7 yang mempunyai resolusi spasial lebih tinggi, Penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi sebaran dan perubahan kawasan Ruang Hijau menggunakan data Landsat 8 tahun 2015 untuk mengetahui kondisi pasca banjir, kemudian dan Landsat-8 tahun 2017 untuk mengetahui kondisi saat ini. Hasil yang diperoleh yaitu terjadi penurunan Ruang Hijau dari tahun 2015 sampai 2017 Ruang Hijau Kabupaten Bojonegoro mengalami penurunan sebesar 12.679,7 Ha.

Kata kunci: Ruang hijau, NDVI, Landsat8, SPOT6/7, Analisis spasial, Multi Temporal

Abstract. Bojonegoro as one of regency in East Java Province is designated to prone of some natural disaster, such as landslides and floods which also stated as in presidential regulation number 28 of 2012 in Article 45 paragraph 3 letter a and c. Lots of factors causes the occurrence of landslides and floods, one of them is the reduced of green space. The information of green space is highly use as the parameters for assessment of the environmental conditions of a region. Information of changing area of green space driven from utilization of remotely sensed data of Landsat using NDVI (Normalized Differential Vegetation Index) method known capable of performing object classification to identical vegetation and non vegetation. The level of accuracy of classification results then calculated the level accuracy through the value off kappa using SPOT 6/7 data that has a higher spatial resolution. This research was conducted to explore the distribution and change of green space are using Landsat 8 data in 2015 of post flood and Landsat 8 in 2017 to know current condition. The results showed that there was a decrease of Green Space from 2015 to 2017 at about 12.679,7 Ha in Bojonegoro regency.

Keywords: The green space, NDVI, Landsat 8, SPOT 6/, Spatial Analysis, Multi Temporal

1. Pendahuluan

Kabupaten Bojonegoro merupakan salah satu kabupaten yang di tetapkan sebagai kawasan rawan bencana yaitu kawasan rawan tanah longsor dan kawasan rawan banjir yang tertuang pada peraturan presiden nomor 28 tahun 2012 pada pasal 45 ayat 3 huruf a dan c. Banyak sekali faktor yang

menyebabkan terjadinya tanah longsor dan banjir, salah satunya yaitu berkurangnya ruang hijau suatu wilayah. Informasi ruang hijau sangat diperlukan sebagai salah satu parameter penilaian kondisi lingkungan suatu wilayah, misalnya saja banjir di kabupaten Bojonegoro akibat luapan sungai Bengawan Solo itu sendiri atau adanya perubahan ruang hijau di DAS yang melalui kabupaten Bojonegoro, atau kejadian tanah longsor di beberapa titik di kabupaten Bojonegoro disebabkan perubahan ruang hijau di kabupaten Bojonegoro mengalami penurunan atau faktor iklim dan kondisi fisik tanah.

Sedikitnya terdapat 16 Daerah Aliran Sungai (DAS) di pulau Jawa yang kondisinya sangat kritis, keadaan ini terindikasi dari status penggunaan lahan bervegetasi di bawah 20 % dan tidak mencapai 30% dari yang dipersyaratkan dalam undang-undang nomor 26 tahun 2009 tentang penata ruang (Ikhwanuddin, 2010). Kabupaten Bojonegoro di lewati DAS Bengawan Solo yang merupakan salah satu DAS kritis yang menjadi perhatian, sehingga informasi penggunaan lahan bervegetasi dan tidak bervegetasi merupakan salah satu parameter yang diperlukan untuk menilai suatu DAS kritis.

Peristiwa tanah longsor dan banjir yang terjadi dari tahun ketahun serta keadaan DAS sudah kritis merupakan indikasi telah terjadinya kerusakan lingkungan. Untuk memantau sebaran, luasan dan perubahan ruang hijau suatu wilayah, tentunya memerlukan kegiatan lapangan yang akan memakan banyak biaya dan waktu, karena meliputi kegiatan pengamatan, pengukuran dan analisis untuk wilayah yang luas. Saat ini dengan kemajuan teknologi, Citra satelit penginderaan jauh menggambarkan kondisi atau gambaran daerah atau areal sesuai kenyataan yang ada, karena merupakan potret/foto daerah situasi nyata dan model medan yang sebenarnya dapat diciptakan lewat citra penginderaan jauh satelit.

Citra penginderaan Jauh resolusi menengah yang digunakan pada penelitian ini akan sangat membantu memberikan informasi secara cepat, cakupan wilayah pengamatan luas, serta periode perekaman data suatu wilayah di lakukan secara temporal sehingga kebutuhan dalam pemantauan ruang hijau dari tahun terdahulu ketahun sekarang dapat di lakukan dengan mudah. Dalam penelitian ini Ruang hijau (RH) adalah bagian muka bumi (wilayah urban) yang tertutup oleh tajuk vegetasi (klorofil) bila dilihat dari atas, tanpa membedakan jenis penggunaan tanahnya (Sobirin, 2001 dalam Sukentyas, tesis, 2012). Melihat dari definisi tersebut ruang hijau disini meliputi penutup lahan bervegetasi yaitu berupa hutan, semak belukar, perkebunan, sawah, padang rumput, serta penggunaan lahan lain yg berupa vegetasi.

Permasalahan

Belum tersedianya informasi sebaran dan luasan ruang hijau di kabupaten Bojonegoro secara temporal.

Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang dihadapi saat ini, maka tujuan penelitian adalah untuk:

- a) Mengetahui sebaran dan luasan ruang hijau di Kabupaten Bojonegoro tahun 2015 dan 2017.
- b) Mengetahui perubahan sebaran ruang hijau di kabupaten Bojonegoro dari tahun 2015 sampai tahun 2017.

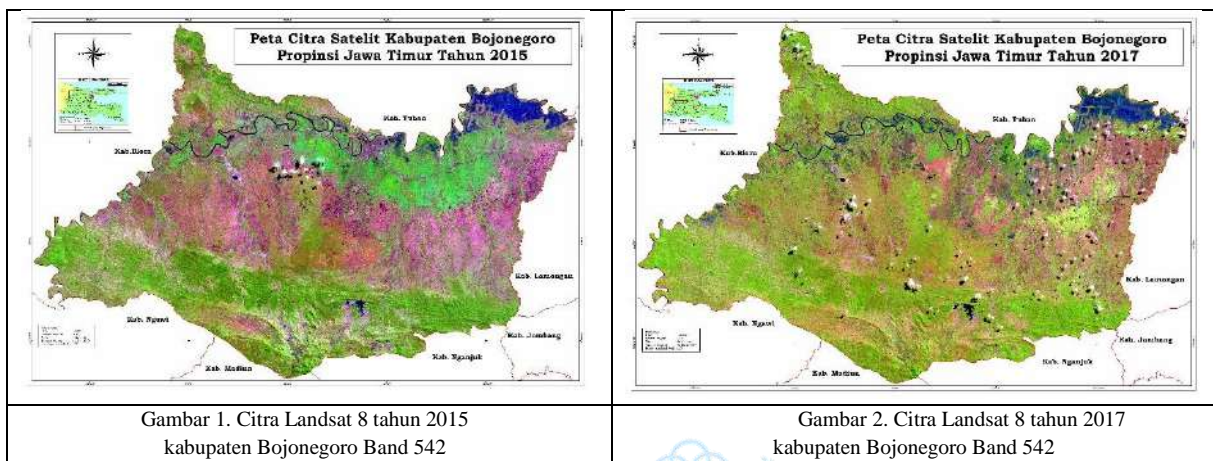
2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kabupaten Bojonegoro, secara administrative memiliki luas wilayah yaitu mencapai 230.706 Ha dan secara administrative memiliki batas wilayah yaitu :

- Sebelah utara : Kabupaten Tuban
- Sebelah Timur : Kabupaten Lamongan
- Sebelah Selatan : Kabupaten Madiun, Nganjuk dan Jombang
- Sebelah Barat : Kabupaten Ngawi dan Blora (Jawa Tengah)

Tahun 2016 wilayah Kabupaten Bojonegoro secara administratif kabupaten Bojonegoro saat ini terbagi menjadi 28 kecamatan dengan 419 desa dan 11 kelurahan. Wilayah kabupaten Bojonegoro merupakan bagian dari wilayah provinsi Jawa Timur yang secara orientasi berada dibagian paling barat wilayah provinsi Jawa Timur dan berbatasan langsung dengan kabupaten Blora yang merupakan



Dari citra tersebut sebelum dilakukan tahapan pengolahan lanjut, dilakukan prapengolahan citra terlebih dahulu, yaitu koreksi Radiometri yang meliputi koreksi gangguan diatas atmosfer dan koreksi matahari. Biasanya sebelum koreksi radiometri, untuk standar pengolahan ada koreksi geometri, hal ini tidak dilakukan karena data yang di kumpulka pada level 1T yaitu yang sudah dikoreksi geometri sistematis dan koreksi menggunakan acuan Landsat GLS 2000 yang sudah dilakukan oleh LAPAN tempat dimana data landsat diperoleh. Setelah dilakukan koreksi radiometrik dimana nilai akhir berupa reflektansi nilai obyek, kemudian dilakukan pengolahan Indeks Vegetasi, indeks vegetasi yang diterapkan untuk mengekstrak informasi tentang kondisi dan luas lahan bervegetasi sebagai ruang hijau di kabupaten Bojonegoro adalah NDVI dengan menggunakan algoritma (pers.1) :

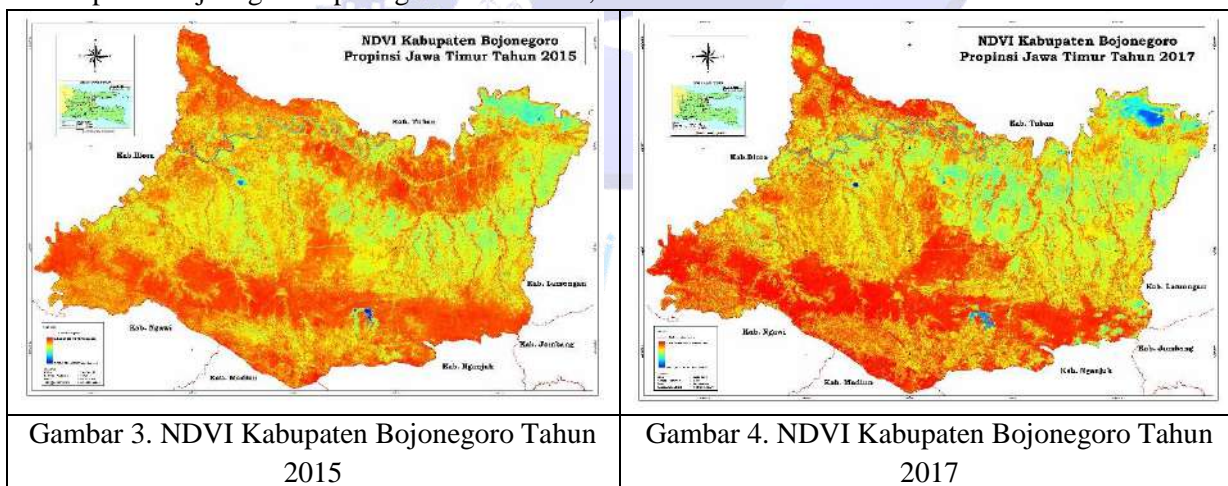
$$NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED) \quad (Pers.1)$$

Keterangan :

NIR : Nilai spectral saluran *Near Infrared*

R : Nilai spectral saluran *Red*

Setelah diperoleh nilai NDVI dari 2 data citra landsat tahun 2015 dan 2017, masing – masing dilakukan pemotongan (Cropping citra NDVI) sesuai batas wilayah kajian, dalam hal ini batas Kabupaten Bojonegoro seperti gambar berikut, 3, 4 berikut :



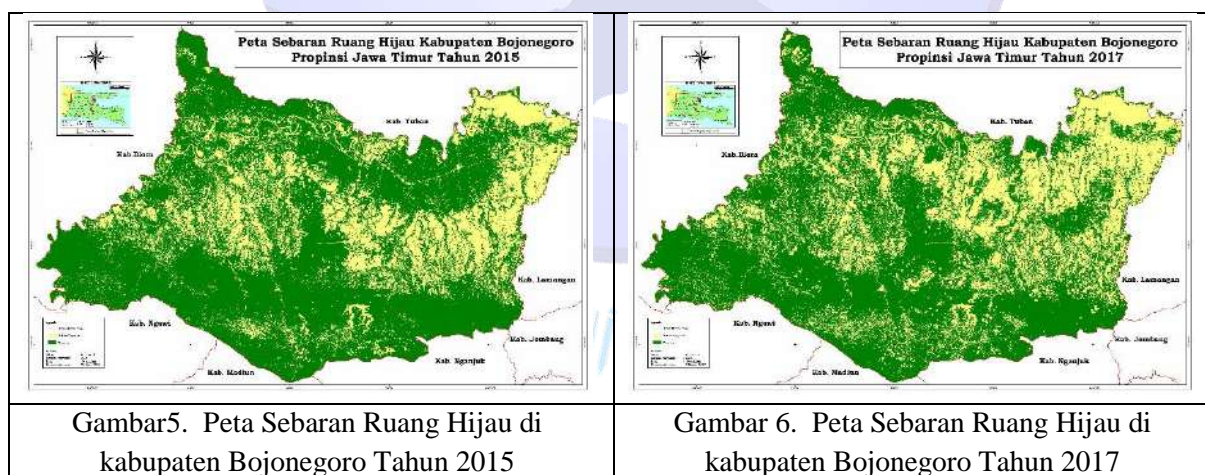
Ada beberapa pendapat para ahli yang sudah melakukan penelitian sebelumnya menguatkan alasan mengapa pada Penelitian ini menggunakan NDVI, yaitu : (1). NDVI adalah indikator yang baik dari kemampuan vegetasi untuk menyerap radiasi fotosintesis aktif, dimana NDVI telah banyak digunakan untuk memperkirakan biomassa hijau (Solicha, 2007), (2). Penggunaan reflektansi pada

spectrum inframerah – dekat dan spectrum merah pada algoritma NDVI didasarkan pada fakta bahwa klorofil menyerap spectrum merah, sedangkan struktur mesopil daun memantulkan spectrum inframerah dekat (Pettorelli et al, 2005), (3). NDVI berhasil digunakan untuk memprediksi aktivitas fotosintesis karena algoritma NDVI menggunakan informasi tentang reflektansi pada spectrum merah dan inframerah dekat.

Secara teori nilai NDVI yang diperoleh akan berkisar antara -1 sampai +1. Secara umum nilai NDVI yang lebih kecil atau sama dengan nol mencerminkan kondisi lahan tidak bervegetasi sedangkan nilai NDVI lebih dari nol dan mendekati 1 merupakan area bervegetasi.

Dari dua data NDVI kabupaten Bojonegoro dapat dilihat variasi nilai NDVI yaitu berkisar - 0.396 sampai 0.823 untuk tahun 2015, dimana nilai minimal yaitu - 0.396 ditampilkan dengan warna biru menyatakan itu bukan vegetasi, sedangkan maximum 0.823 ditampilkan warna merah menyatakan itu merupakan vegetasi, dan -0.656 sampai 0.835 untuk tahun 2017, dimana nilai minimal yaitu - 0.656 ditampilkan dengan warna biru menyatakan itu bukan vegetasi, sedangkan maximum 0.835 ditampilkan warna merah menyatakan itu merupakan vegetasi. Kemudian mencari threshold vegetasi dan bukan vegetasi dari NDVI dua tahun tersebut dengan mengamati kondisi tutupan lahan pada masing - masing citra, dimana citra satelit penginderaan jauh merepresentasikan tutupan lahan dengan menggunakan kombinasi kanal tertentu. Untuk mengetahui dimana saja sebaran ruang hijau di Kabupaten Bojonegoro caranya mengamati nilai NDVI mencari threshold yang pas buat obyek bukan vegetasi dan yang vegetasi dengan di temukan nilai threshold dari masing – masing citra mana untuk vegetasi dengan yang bukan vegetasi. Dengan teknologi penginderaan jauh satelit ini sangat membantu memberikan informasi secara luas tanpa harus kontak langsung dengan wilayah kajian, dan dapat mengamati secara temporal. Adapun threshold yang di dapat oleh masing – masing tahun NDVI dan citranya yaitu : threshold ≤ 0.457 bukan Vegetasi dan threshold $0.457 \geq 0.826$ Vegetasi.

Dari dua threshold yang ada dapat dikelaskan menjadi vegetasi dan bukan vegetasi serta secara spasial dapat dilihat sebarannya di mana saja. Hasil sebaran ruang hijau di kabupaten Bojonegoro, seperti sebagai berikut gambar 5,6:



Dimana Jika untuk data tahun 2015 sebaran ruang hijau di lihat merata pada sebagian wilayah selatan, Wilayah tengah dan timur laut ruang hijau berkurang, sedangkan untuk tahun 2017 mulai berkurang di beberapa bagian baik itu bagian selatan, tengah maupun utara, untuk wilayah timurlaut penurunan ruang hijau semakin luas terlihat warna kuning pada peta sebaran ruang hijau tahun 2017 semakin besar. secara spasial dapat dilihat wilayah bagian mana saja yang mengalami perubahan

sebaran Ruang hijau dari gambar 5 dan 6. Jika dikaitkan dengan tabel perhitungan distribusi ruang hijau dari tahun 2015 hingga 2017 (Table 1.)

Tabel 1 Distribusi Ruang Hijau di kabupaten Bojonegoro Tahun 2015-2017

	Ruang Hijau	Tahun 2015		Tahun 2017		Perubahan Luas 2015-2017 (Ha)
		Ha	%	Ha	%	
1	Vegetasi	162.138,60	70,1	149.458,94	64,6	12.679,7 (-)
2	Bukan vegetasi	69.288,75	29,9	81.968,41	35,4	12.679,7 (+)
Total		231.427,4		231.427,4		

Ruang hijau mengalami penurunan sebesar 12,679.7 ha (pada obyek vegetasi) dan secara tidak langsung pada obyek bukan vegetasi mengalami kenaikan. Walaupun mengalami penurunan ruang hijau dari tahun 2015 ke tahun 2017, akan tetapi persyaratan undang undang yang mensyaratkan suatu wilayah ruang hijau minimal 30% dari luas wilayah, maka kabupaten Bojonegoro masih memenuhi persyaratan baik pada tahun 2015 maupun 2017.

Penurunan pada luasan ruang hijau berdasarkan nilai indeks vegetasi harus di analisa dengan data lain berupa hasil interpretasi penggunaan lahan yang di cek dilapangan serta dengan informasi peta penggunaan lahan dari suatu instansi, hal ini penting untuk mencari informasi penurunan ruang hijau di penggunaan lahan apa mengalami penurunan akibat aktivitas manusia sehingga menjadi area yang tidak bervegetasi yang dapat mengganggu secara ekologis, atau penurunan karena kondisi masa tanam dan masa panen, misalnya saja salah satu contoh penurunan terjadi di penggunaan lahan sawah, apabila waktu perhitungan nilai indeks berbeda waktu, pengambilan masa panen dan masa tanam akan berpengaruh terhadap nilai kehijauan, akan tetapi vegetasi sawah tidak hilang atau berubah menjadi penggunaan lahan lain. Beda halnya juga dengan pengurangan ruang hijau terjadi pada penggunaan lahan hutan kemungkinan ini menjadi pengaruh besar terhadap ketahanan ekologi, karena hutan tanaman yaitu jati, jika penurunan terjadi karena data yang digunakan untuk mengekstrak informasi indeks vegetasi berbeda musim, maka hal ini akan berpengaruh dengan nilai indeks vegetasinya karena jati akan menggugurkan daunnya pada musim kering sehingga terlihat indeks vegetasi menurun. padahal ketika musim basah kembali daun akan menjadi banyak dan meningkatkan nilai indeks vegetasi pada wilayah tersebut, yang artinya tidak ada perubahan hutan tanam menjadi penggunaan lahan yang tidak bervegetasi.

3.2 Analisa ruang hijau terhadap penggunaan lahan.

Berikut kita tampilkan penggunaan lahan kabupaten Bojonegoro sebagai berikut :

Peta Penggunaan Lahan	Simbol	PL	Luas (Ha)
		Hutan	98.411,3
		Belukar	280,3
		Perkebunan	77,7
		Permukiman	14.016,4
		Tanah Terbuka	614,7
		Badan air	1.438,9
		Pertanian Lahan Kering	27.835,7
		Sawah	88.591,4
		Tambang	161,1

Overlay data Ruang Hijau (RH) baik tahun 2015 maupun 2017 dengan penggunaan lahan yang ada, dapat diperoleh berapa besar penurunan ruang hijau di penggunaan lahan yang bervegetasi. Hasilnya berupa table dibawah ini :

Tabel 2 Perubahan luas Ruang Hijau di kabupaten Bojonegoro Tahun 2015-2017 pada jenis penggunaan lahan yang bervegetasi.

Jenis PL	RH 2015	RH 2017	Perubahan (ha)
Hutan Tanam	86.045,60	85.786,89	258,71
Semak Belukar	46,06	94,80	48,73
Perkebunan	65,46	66,75	1,29
Permukiman	9.115,32	7.342,77	1.772,55
Pertanian Lahan Kering	17.002,69	16.932,06	119,13
Persawahan	48.894,11	18.345,12	30.548,99

Penurunan Ruang Hijau tertinggi pada wilayah persawahan sebesar 30.548,99 ha, hal ini bisa disebabkan luasan penggunaan lahan persawahan benar bertambah akibat pertambahan penduduk sehingga mempengaruhi meningkatnya pertambahan aktivitas manusia pada bidang pertanian, selain itu bisa juga penurunan nilai ruang hijau pada kedua tahun akibat perbedaan masa panen dan tanam pada kedua tahun. Selain itu penurunan yang cukup besar yaitu pada wilayah permukiman, hal ini diakibatkan dari pertambahan penduduk dari tahun 2015 ke 2017, dimana dengan pertambahan penduduk tentunya bertambah juga area yang digunakan untuk tempat tinggal, dengan berkurangnya tutupan lahan bervegetasi menjadi non vegetasi yaitu permukiman sebesar 1.772,55 ha. Berikutnya lagi yang mengalami penurunan ruang hijau dari tahun 2015 ke 2017 pada Hutan tanaman bisa diakibatkan pada kedua tahun berbeda musim, yaitu musim basah dan kering, hal ini akan sangat mempengaruhi pada penggunaan lahan pada hutan tanaman jati, di mana setelah cek lapangan hutan tanaman di kabupaten Bojonegoro berupa jati, sifat daun pada tanaman jati tentunya berbeda ketika musim berbeda, pada musim kemarau pohon jati akan menggugurkan daunnya, hal ini akan sangat mempengaruhi indeks vegetasi dan sebaliknya pada musim basah jati akan berdaun lagi sehingga nilai indeks vegetasi akan naik. Sedangkan Ruang hijau pada penggunaan lahan semak belukar mengalami kenaikan sebesar

48,73 ha. Begitu juga terjadi peningkatan untuk penggunaan lahan perkebunan yaitu sebesar 1,29 ha. Sedangkan pertambahan lahan kering mengalami penurunan ruang hijau sebesar 119,13 ha.

Terjadinya penurunan ruang hijau suatu wilayah sebagian besar diakibatkan adanya pertumbuhan penduduk disuatu wilayah yang melakukan berbagai aktivitas yang dapat menurunkan keberadaan ruang hijau suatu wilayah. Pemantauan ruang hijau menjadi sangat penting untuk menjaga kelestarian lingkungan dan menghindari terjadinya bencana, karena jika ruang hijau yang penggunaannya lahannya berupa tegakan pohon pada kemiringan lereng yang curam mengalami penurunan akan menurunkan nilai secara ekologis, misalnya fungsi dari tegakan pohon tersebut menahan tanah untuk tidak longsor, atau jenis tanaman tertentu yang berfungsi menahan laju infiltrasi suatu wilayah sehingga dapat menghindari terjadinya banjir.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada data satelit yang dapat menimbulkan bias terhadap hasil yang diperoleh yaitu musim yang sama agar konsistensi nilai yang di munculkan benar adanya.

4. Kesimpulan

Dari hasil kajian studi, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Selama kurun waktu 2 tahun (2015 - 2017), secara pengamatan data sekunder dan pengolahan data menggunakan algoritma NDVI, telah terjadi penurunan ruang hijau di kabupaten Bojonegoro dari tahun 2015 sampai 2017 sebesar 12.679,7 Ha.
2. Kabupaten Bojonegoro masih memenuhi syarat luas ruang hijau tidak kurang dari 30% ruang hijau dari luas wilayah yang ada.
3. Aktivitas manusia yang menjadikan factor utama yang mengakitatnya berkurangnya ruang hijau suatu wilayah menjadi ruang yang tidak bervegetasi.
4. Nilai indeks vegetasi sebaiknya di kaitkan dengan jenis penggunaan lahan dan kemiring lereng suatu wilayah untuk menganalisis wilayah secara ekologi, misalnya penyebab terjadinya banjir atau tanah longsor.
5. Jika hasil NDVI dikaitkan dengan jenis penggunaan tanah yang diperoleh dari interpretasi citra dan pegecekan dilapangan, maka penurunan ruang hijau di kabupaten Bojonegoro terbesar terjadi pada wilayah yang penggunaan lahannya berupa persawahan.
6. Hal yang perlu menjadi perhatian pada pemilihan data satelit untuk mengekstrak informasi nilai indeks vegetasi yaitu musim, hendaknya semua citra memiliki musim yang sama untuk menjaga konsistensi nilai indeks vegetasi nantinya.
7. Sehingga untuk melakukan penelitian lanjut kedepannya harus memperhatikan musim untuk citra satelit dipakai, di Integrasikan dengan informasi tutupan lahan, sehingga mendapatkan hasil sebaran ruang hijau yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

- Howarth, P and G. M. Wickware, 1981. Procedure for Change Detection Using Landsat Digital Data. *Int.J.Remote Sensing*, 2(3) : 277-291
- Jaya, I N.S. and S. Kobayashi., 1995. Detecting changes in forest vegetation using Multitemporal Landsat TM Data: A Case study in the Shibata Forest, Niigata Prefec. *Journal of Forest Planning* 1:23-38.
- Danoedoro, Projo. 1996. Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada
- Frananda, H., Hartono, dan Jatmiko, R. H. 2015. Komparasi Indeks Vegetasi untuk Estimasi Stok Karbon Hutan Mangrove Kawasan Segoro Anak pada Kawasan Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi, Jawa Timur. *Majalah Ilmiah Globe*, Vol. 17, 113-123.

- Goetz, Alexander F. H., Wellman, J. B., & Barnes, W. L. 1985. *Optical Remote Sensing of the Earth*. USA: IEEE.
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Paris
- LAPAN Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh. 2014. Spesifikasi Data Spot-6 dan Spot-7. [http://pustekdata.lapan.go.id/index.php/subbl_og/read/2014/2631/Spesifikas i-DataSpot-6-dan-Spot-7/litbang-pengolahandata](http://pustekdata.lapan.go.id/index.php/subbl_og/read/2014/2631/Spesifikas_i-DataSpot-6-dan-Spot-7/litbang-pengolahandata)
- Prasasli, I. & Sambodo, K. A. 2004. Pengkajian Nilai Indeks Vegetasi Data MODIS dengan Menerapkan Beberapa Algoritma Pengolahan Data Indeks Vegetasi. LAPAN: Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital, Vol.1, No. 1, 20-34.
- Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007, No. 4725. Jakarta.
- Sutaryo, Dandun. 2009. Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia Programme
- Singh, A. 1989. Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. *Int.J.Remote Sensing*, 10 (6): 989-1003.
- Suhendang, E. 2002. Pengantar Ilmu Kehutanan. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor, 305 p
- Waryono, Tarsoen. 2002. Telaah Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pertanian dan Kehutanan Propinsi DKI Jakarta. Kumpulan Makalah Periode 1987-2008. Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia.
- Weicheng Wu. 2014. *The Generalized Difference Vegetation Index (GDVI) for Dryland Characterization*. *Remote Sensing*, Vol. 6, 1211-1233.

