

Estimasi Kandungan Biomassa Vegetasi Hijau Menggunakan Data Penginderaan Jauh

Sukentyas Estuti Siwi¹

¹Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh – LAPAN, email : sukentyas.estuti@lapan.go.id

Abstrak – Teknologi penginderaan jauh dapat digunakan sebagai alat bantu dalam menghitung dan memantau kandungan biomassa vegetasi hijau untuk skala tutupan lahan. Adapun cara untuk mengetahui kandungan biomassa tersebut dengan mencari korelasi antara parameter kandungan biomassa vegetasi hijau di lapangan dengan parameter nilai-nilai digital vegetasi hijau yang ada pada citra satelit penginderaan jauh. Tujuan dari penelitian ini adalah mengestimasi seberapa besar kandungan biomassa vegetasi hijau yang ada di Kota Depok pada tahun 2011 dengan menggunakan data penginderaan jauh. Korelasi antara NDVI dengan kandungan biomassa vegetasi hijau di 80 lokasi sampel diperoleh nilai r sama dengan 0.876 pada tingkat signifikan 95%. Artinya, bahwa ada hubungan yang kuat antara nilai NDVI dengan kandungan biomassa vegetasi hijau. Dalam hal ini, keragaman kandungan biomassa vegetasi hijau hanya bisa dijelaskan oleh tinggi rendahnya nilai NDVI sebesar 76.7% sisanya sebesar 23.3% dipengaruhi faktor lain. Karena memiliki hubungan yang kuat, maka dapat diestimasi besarnya kandungan biomassa vegetasi hijau di Kota Depok tahun 2011 sebesar 5,833,531 kg.

Kata Kunci: *Biomassa, Vegetasi Hijau, NDVI*

PENDAHULUAN

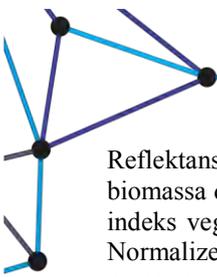
Tingginya laju pertumbuhan Kota Jakarta sebagai ibukota negara memacu tumbuh berkembangnya Kota Depok, Bogor, Tangerang, dan Kota Bekasi sebagai wilayah penyangga. Pertumbuhan dan perkembangan tersebut menyebabkan proses alih fungsi (konversi) penggunaan lahan yang tidak dapat dihindari. Alih fungsi penggunaan lahan yang terjadi, umumnya hanya mempertimbangkan faktor ekonomi tanpa pertimbangan lainnya, sehingga sering menimbulkan fenomena permasalahan lingkungan hidup.

Tipikal permasalahan tumbuh berkembangnya lingkungan perkotaan sebagai penyangga ibukota negara lebih cenderung disebabkan oleh (a) tingginya tingkat pertumbuhan penduduk terutama akibat laju urbanisasi, dan (b) meningkatnya kebutuhan tanah dan ruang. Keberadaan tersebut pada akhirnya mendesak ruang-ruang hijau alamiah yang diperankan sebagai penyangga kehidupan dan kenyamanan lingkungan wilayah perkotaan.

Teknologi penginderaan jauh telah berkembang pesat sebagai alat yang ampuh dalam studi lingkungan hidup karena teknologi ini dapat dikalibrasi, obyektif, memberikan informasi yang efektif dan berulang untuk daerah yang luas, dan dapat dihubungkan secara empiri dengan pengumpulan data lapangan [1]. Teknologi penginderaan jauh telah digunakan secara luas untuk memantau dan memperkirakan biomassa vegetasi hijau [2]; [3]; [4]; [5].

Biomassa, secara umum, termasuk massa hidup diatas tanah dan dibawah tanah, seperti pohon, semak, tanaman merambat, akar, dan massa mati dari serasah halus dan kasar yang terkait dengan tanah [6]. Karena kesulitan dalam mengumpulkan data lapangan biomassa di bawah tanah, penelitian yang paling banyak dilakukan sebelumnya adalah estimasi biomassa difokuskan pada biomassa di atas tanah (AGB). Jadi, fokus penelitian dalam makalah ini adalah biomassa vegetasi hijau di atas tanah.

Lebih jauh [7] menyatakan bahwa potensi ruang terbuka hijau (RTH) di Provinsi DKI Jakarta berdasarkan tipe penutupannya memiliki bobot biomassa berbeda satu dengan lainnya. Potensi RTH Pertamanan dengan estimasi total biomas 100.805,49 m³, RTH Kehutanan dengan estimasi total biomas 124.644 m³, dan RTH Budidaya Pertanian dengan estimasi total biomas 131.217,30 m³.



Reflektansi spektral band merah dan inframerah dekat (NIR) telah terbukti secara langsung berhubungan dengan biomassa di atas tanah vegetasi hijau. Kombinasi matematis panjang gelombang merah dan NIR diukur sebagai indeks vegetasi yang memanfaatkan kemampuan panjang gelombang dalam pantulan tanaman. Indeks seperti Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), yang memanfaatkan pantulan di band merah dan NIR dapat mengurangi variabilitas pengukuran karena jenis tanah, intensitas cahaya matahari dan sudut insiden sinar matahari [8].

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah mencari nilai korelasi antara parameter kandungan biomassa vegetasi hijau di lapangan dengan parameter nilai-nilai digital vegetasi hijau yang ada pada citra satelit penginderaan jauh. Sehingga selanjutnya bisa diestimasi kandungan biomassa vegetasi hijau di Kota Depok, Provinsi Jawa Barat.

DATA DAN METODE

Studi Area

Penelitian ini telah dilakukan di Kota Depok, Provinsi Jawa Barat, dimana secara geografis terletak di koordinat 6°18'47.06"-6°27'54.57" S and 106°42'55.14"-106°55'9.97" BT. Luas Kota Depok sebesar 20,029 ha memiliki 11 kecamatan yakni Kecamatan Cinere, Limo, Bojongsari, Sawangan, Pancoran Mas, Beji, Cimanggis, Sukmajaya, Cilodong, Cipayung dan Kecamatan Tapos (Gambar 1).



Gambar 1. Daerah penelitian

Pengumpulan Data dan Pemrosesan

Data penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra multispektral HRV2 SPOT-4 (Gambar 2-2). Citra tersebut memiliki resolusi spasial 20 m dan terdiri dari 4 band (green, red, NIR, dan SWIR) dengan tanggal perekaman 13 Juni 2011 dan memiliki tutupan awan <5%. Data penelitian ini diperoleh dari instansi Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh – LAPAN.

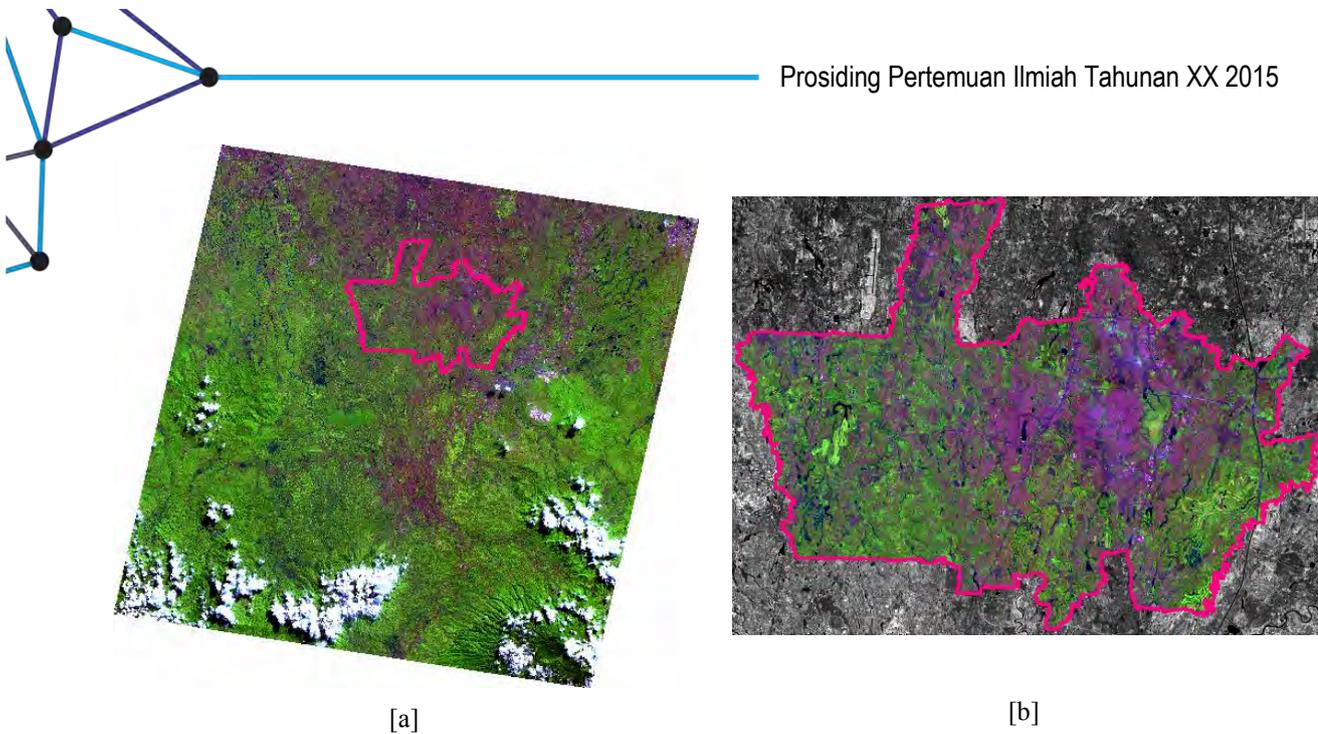
Data SPOT-4 yang diterima pertama kali merupakan data yang telah terkoreksi geometrik sistematis tanpa titik kontrol tanah (GCP). Sehingga tidak lagi dilakukan koreksi geometrik lebih lanjut. Koreksi yang dilakukan adalah koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan pada sudut elevasi matahari dan jarak antara matahari-bumi akibat penerimaan data yang berbeda waktu. Langkah pertama dalam koreksi radiometrik adalah menghitung nilai reflektan citra di *Top of Atmosphere* (ToA). Koreksi ToA memperhitungkan [a] parameter kalibrasi untuk tanggal perekaman yakni gain dan bias dari citra; [b] sudut zenit matahari; dan [c] radiasi matahari yang dinormalisasikan [9]. Formula untuk reflektan di ToA adalah sebagai berikut:

$$\text{Reflektan}_i = \frac{\pi \cdot (DN_i / G_i + B_i) \cdot d^2}{ESUN_i \cdot \cos \theta} \quad (1)$$

Dimana: i: Band Green (B1), Red (B2), NIR (B3), SWIR (B4); DNi: Nilai digital band i; Gi: Gain band i; Bi: Bias band i; d: jarak bumi-matahari, yang dihitung menggunakan formula:

$$d = 1 - [0.0168 * (\text{Cos}((\text{Julian day}/365) * 360))] \quad (2)$$

ESUNi: exoatmosferik irradiant band i; Cos θ: zenith angle, (θ = 90 – sudut elevation)



Gambar 2. [a] Citra Multispektral SPOT-4 K/J 284/262 tanggal perekaman 13 Juni 2011; [b] Citra Multispektral SPOT-4 Kota Depok hasil proses *cropping*

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan salah satu indeks vegetasi yang paling umum dan banyak digunakan untuk penelitian vegetasi. NDVI merupakan indikator numerik yang menggunakan band tampak (khususnya band merah) dan band inframerah dekat (NIR) dari spektrum elektromagnetik yang diadopsi untuk membantu menganalisis dan melihat apakah target (vegetasi) yang diamati mengandung vegetasi hijau hidup atau mati dari data penginderaan jauh. Formula NDVI yang digunakan sebagai berikut:

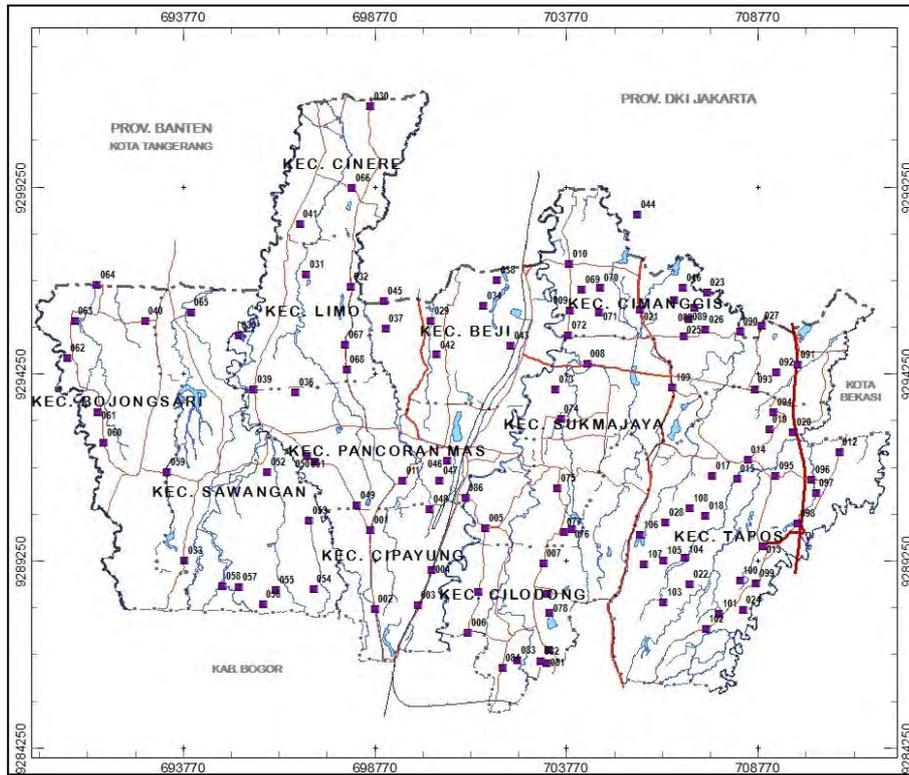
$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{Red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{Red}) \quad (3)$$

dimana ρ_{NIR} dan ρ_{Red} adalah nilai reflektan dari band NIR dan merah pada data SPOT-4 yang telah dikoreksi ToA. Secara teoritis, nilai NDVI direpresentasikan sebagai nilai rasio yang berkisar antara -1 sampai dengan 1, tetapi dalam prakteknya nilai negatif merupakan air, nilai rendah positif merupakan tanah terbuka dan nilai tinggi positif merupakan vegetasi hijau.

Survei Lapangan

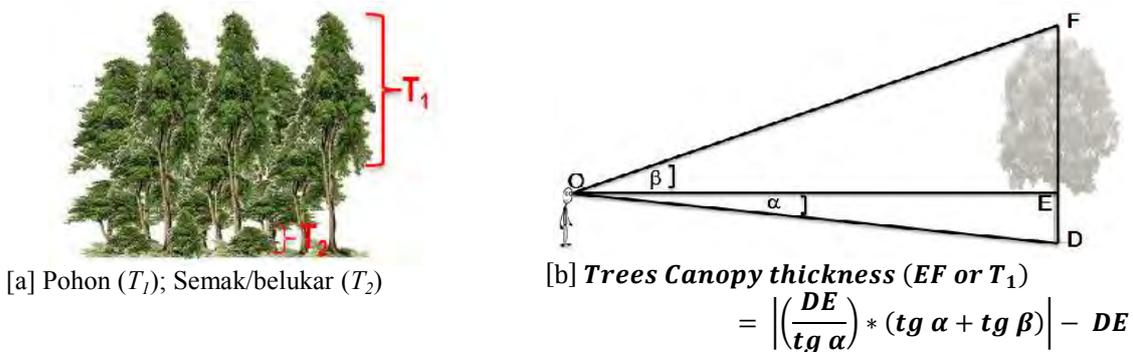
Penentuan lokasi sampel di lapangan didasarkan pada distribusi spasial NDVI dengan menerapkan teknik *stratified sampling*. Jumlah sampel diidentifikasi sebanyak 80 lokasi tersebar hampir merata di seluruh daerah penelitian dikarenakan resolusi spasial (ukuran pixel) data SPOT-4 adalah 20m x 20m maka ukuran sampel di lapangan memiliki ukuran 100m x 100m (atau 5x5 piksel dalam data SPOT-4). Data yang diukur dalam penelitian ini adalah:

1. Titik koordinat sampel
Titik sampel lapangan dibuat sebanyak 80 titik tersebar merata di daerah penelitian (Gambar 3) dan setiap titik dicatat nilai koordinatnya menggunakan sistem posisi global (GPS).



Gambar 3. Distribusi titik sampel lapangan

2. Ketebalan/tinggi kanopi (T_e /Canopy thickness) dalam meter
Ketebalan kanopi adalah tinggi kanopi dari pohon atau semak/belukar (Gambar 4.[a]) yang dihitung mulai dari bebas batang sampai ke puncak pohon/semak/belukar menggunakan clinometer (Gambar 4.[b]) [10].



Gambar 4. [a] Ketebalan kanopi dari pohon/semak/belukar; [b] cara menghitung ketebalan kanopi

3. Kerapatan kanopi (R_e /Canopy density) dalam persen per sampel plots (%/m)
Pengukuran kerapatan kanopi/tajuk dilakukan dengan mengamati langsung kondisi dari pohon/semak/belukar disetiap titik sampel lapangan dan memberikan penilaian kualitatif dari kerapatan tajuknya dengan nilai persentase. Asumsi nilai persentase kerapatan tajuk adalah jika suatu pohon/semak/belukar mendapatkan sinar matahari yang sedikit untuk menembus daerah di bawah vegetasi maka kerapatan tajuknya lebih rapat dengan nilai persentase >80% [10] [11]. Adapun kekurangan pengukuran dengan cara kualitatif ini adalah sifat subyektif yang tinggi dan dipengaruhi oleh preferensi pribadi.
4. Tutupan kanopi/tajuk (C_p /Canopy cover) dalam persen (%) dan tutupan vegetasi bawah (C_r /under vegetation cover) dalam persen (%)
Tutupan tajuk (C_p) dan tutupan vegetasi bawah (C_r) adalah persentase tutupan tajuk jika dilihat dari atas untuk mengukurnya dapat digunakan citra penginderaan jauh resolusi sangat tinggi seperti quickbird/ikonos/worldview2/pleiades yang bisa mendeteksi C_p untuk pohon/belukar dan C_r untuk rumput/padi. Gambar 5 menjelaskan bagaimana cara menghitung persentase tutupan tajuk dan tutupan vegetasi bawah. Sebagai contoh sampel no 1C, masing-masing kotak yang berukuran 20mx20m

mempunyai nilai persentase 4% sehingga satu titik sampel lapangan (100mx100m) memiliki nilai persentase 100%. Jika distribusi Cp atau Cr di dalam kotak 20mx20m sama dengan atau lebih dari 0.5 maka persentasenya adalah 4% [12].



Gambar 5. Contoh perhitungan Cp dan Cr untuk sampel 1C diperoleh Cp sebesar 60% dan Cr sebesar 40%

Biomassa Vegetasi Hijau

Estimasi biomassa dalam sampel lapangan dihitung dari rumus George W. Cox (1976 dalam [11]) dan telah dimodifikasi, dengan asumsi bahwa standar biomassa vegetasi atas seperti pohon atau semak adalah 6.0 kg/m² dan di bawah vegetasi seperti rumput atau padi 1.5 kg/m² (Owen, 1974 di [11]). Persamaan matematika untuk menghitung biomassa lapangan adalah sebagai berikut:

$$BM = \{T_e * R_e * C_p * 6 \text{ kg/m}^2 + (C_r * 1.5) \text{ kg/m}^2\} \quad (4)$$

Dimana, BM = biomassa vegetasi hijau (kg/m²); Te = ketebalan/tinggi kanopi/tajuk (m); Re = ketebalan kanopi/tajuk (%/m); Cp = persentase tutupan tajuk (%); Cr = persentase tutupan vegetasi bawah (%).

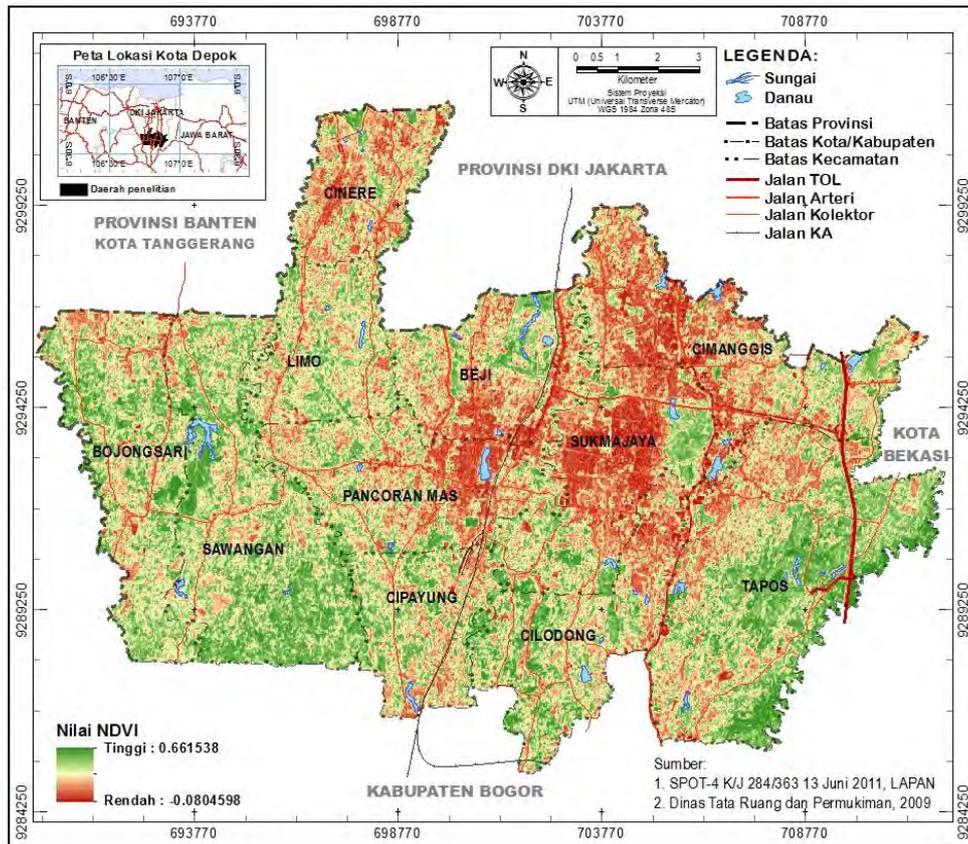
Analisis

NDVI adalah variabel independen, sedangkan ketebalan kanopi, kerapatan kanopi, persentase tutupan tajuk dan di bawah penutup vegetasi adalah variabel dependen. Keterkaitan antara variabel dinyatakan oleh model regresi linear dan analisis korelasi. Analisis korelasi antara dua variabel dengan menggunakan teknik statistik korelasi Pearson. Hubungan antara dua variabel dijelaskan oleh r (nilai korelasi), jika nilai r semakin dekat dengan 1 maka hubungan antara dua variabel akan lebih kuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

NDVI merupakan indikator yang baik dari kemampuan vegetasi untuk menyerap radiasi aktif fotosintesis, dimana NDVI telah banyak digunakan untuk memperkirakan biomassa, indeks luas daun (LAI), dan produktivitas pola. Keuntungan utama menggunakan NDVI untuk pemantauan vegetasi adalah perhitungannya yang sederhana, memiliki tingkat korelasi yang tinggi dengan berbagai parameter vegetasi, cakupan area yang luas, dan frekuensi temporal yang tinggi dari data penginderaan jauh. Selain itu juga NDVI bersifat umum di semua wilayah tanpa melihat adanya faktor koreksi jika dibandingkan dengan indeks vegetasi lainnya yang sudah mengalami penambahan faktor koreksi seperti SAVI/SARVI memasukkan faktor koreksi untuk tanah dan EVI memasukkan faktor koreksi aerosol, dan memperhatikan karakteristik daerah yang dikaji.

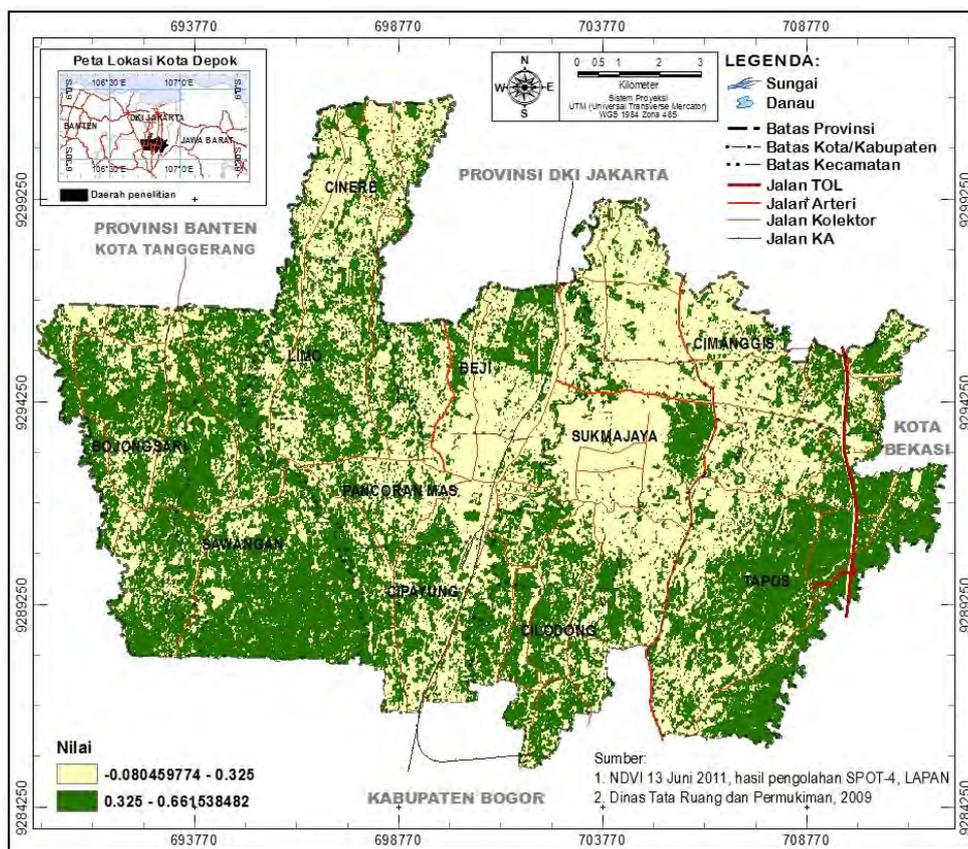
Data NDVI mempunyai ruang lingkup penerapan yang cukup luas. Analisis dan interpretasi data NDVI dapat diarahkan antara lain untuk: (a) membedakan objek inderaja antara vegetasi (lahan bervegetasi), lahan non-vegetasi (seperti lahan terbuka dan areal pemukiman penduduk), dengan air (sungai, danau, laut), dan (b) menyusun klasifikasi jenis dan kondisi pertumbuhan vegetasi berdasarkan tingkat kehijauannya. Keterbatasan data NDVI adalah tidak dapat digunakan untuk membedakan antara bagian citra yang tertutup awan dengan citra permukaan air.



Gambar 6. Informasi NDVI dari data SPOT-4 tanggal 13 Juni 2011

Gambar 6 menjelaskan hasil pengolahan NDVI dari data SPOT-4 tanggal 13 Juni 2011 diperoleh nilai terendah -0.080 dan nilai tertinggi 0.661. Nilai terendah mengindikasikan untuk obyek non-vegetasi (pada peta berwarna merah), sedangkan nilai tertinggi mengindikasikan obyek vegetasi (pada peta berwarna hijau).

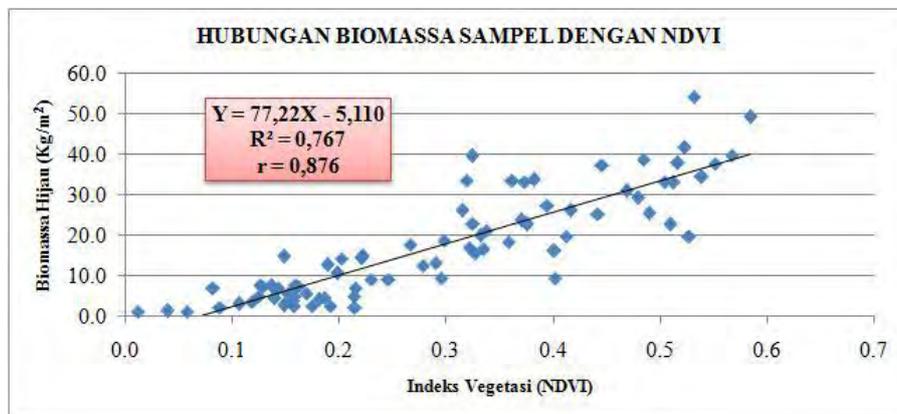
Pada peta terlihat dimana warna merah mendominasi di Kecamatan Sukmajaya, Cimanggis, Pancoran Mas dan Kecamatan Beji. Hal ini disebabkan pada kecamatan-kecamatan tersebut merupakan pusat aktivitas dari perkotaan di Kota Depok, seperti pusat ibukota, pusat perumahan, dan pusat jasa dan hiburan. Sedangkan warna hijau lebih dominan di daerah pinggiran Kota Depok, seperti di Kecamatan Tapos, Sawangan, dan Kecamatan Bojongsari. Hal ini dikarekan pada kecamatan tersebut merupakan daerah pertanian di Kota Depok. Jika dilihat lebih jauh lagi arah perkembangan kota Depok untuk permukiman akan mengarah ke Kota Bekasi di Kecamatan Tapos Utara dan Kecamatan Cinere serta Kecamatan Bojongsari Utara yang berbatasan langsung dengan DKI Jakarta dan Kota Tangerang.



Gambar 7. Informasi kerapatan vegetasi

Terkait untuk menghitung biomassa lapangan maka diperlukan informasi tentang vegetasi dan non-vegetasi yang ada di Kota Depok. Informasi tersebut diperoleh dengan mengklasifikasikan informasi NDVI, dimana langkah pertama adalah menentukan nilai ambang batas (*threshold value*) antara vegetasi dan non-vegetasi (Gambar 7). Hasil yang diperoleh adalah nilai ambang batas antara vegetasi dan non-vegetasi adalah 0.325. Sehingga nilai lebih kecil dari 0.325 sampai dengan -0.080 merupakan obyek non vegetasi dengan luas sebesar 9,660 ha (48,2%), sedangkan nilai lebih besar dari 0.325 sampai dengan 0.662 merupakan obyek vegetasi dengan luas 10,369 ha (51,8%). Jika pertumbuhan dan perkembangan perkotaan hanya melihat dari sisi ekonomi tanpa memperhatikan lingkungan hidup, maka dapat dipastikan dalam kurun waktu 5-10 tahun vegetasi hijau akan semakin berkurang keberadaannya.

Hasil survei lapangan diolah untuk mengetahui kandungan biomassa vegetasi hijau lapangan pada setiap titik sampel. Selanjutnya dilakukan analisis statistik untuk mencari hubungan korelasi antara NDVI dari citra penginderaan jauh dengan kandungan biomassa vegetasi hijau di lapangan.



Gambar 8. Grafik hubungan antara NDVI dari penginderaan jauh dan kandungan biomassa vegetasi hijau di lapangan

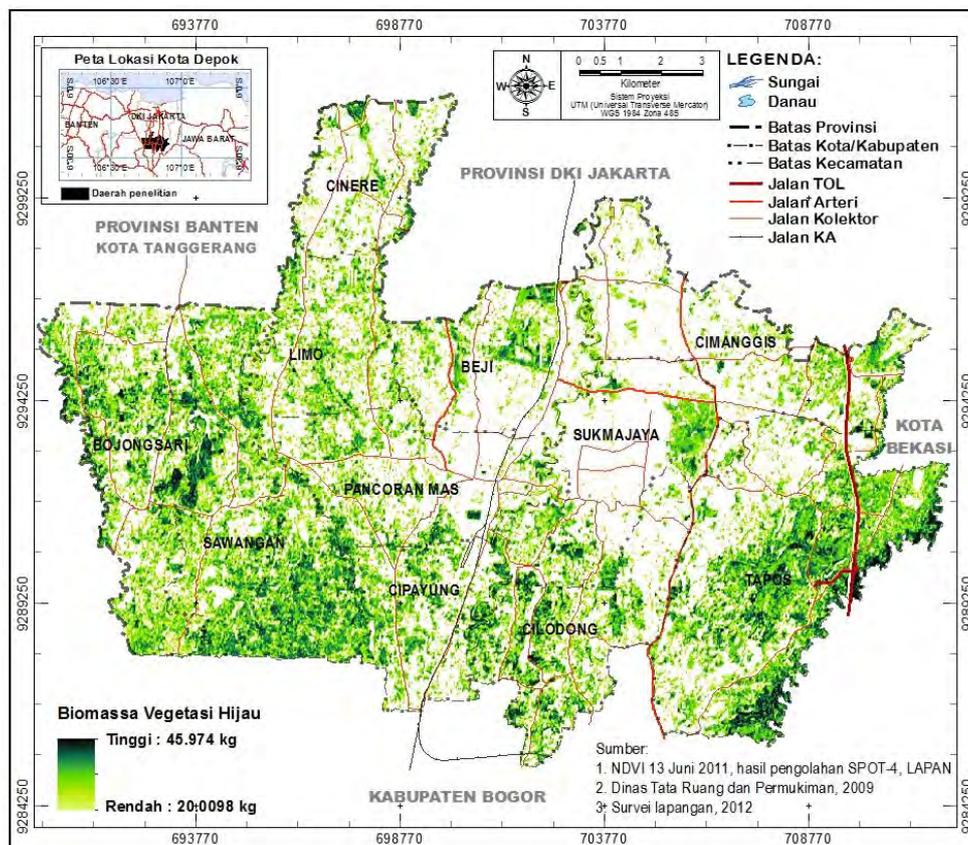


Hasil korelasi diperoleh nilai $r=0.876$ dengan tingkat signifikan 95% yang artinya bahwa ada hubungan yang kuat antara NDVI dari penginderaan jauh dan kandungan biomassa vegetasi hijau di lapangan. Hubungan ini dilihat dari keragaman kandungan biomassa vegetasi hijau yang hanya bisa diterangkan atau dijelaskan oleh tinggi rendahnya nilai NDVI sebesar 76.7% dan sisanya sebesar 23.3% dipengaruhi oleh faktor luar lainnya (Gambar 8).

Perhitungan estimasi kandungan biomassa vegetasi hijau di Kota Depok berdasarkan data SPOT-4 hanya dilakukan pada piksel-piksel yang mempunyai nilai NDVI lebih besar dari nilai ambang batas (0.325) yang telah ditentukan untuk membedakan vegetasi dan non-vegetasi. Perhitungan tersebut menggunakan persamaan matematis yang diperoleh dari hasil analisis korelasi antara NDVI dan biomassa lapangan yakni $Y=77.22X-5.110$.

Tabel 1. Estimasi kandungan biomassa vegetasi hijau tahun 2011 di Kota Depok

No	Kecamatan	Kandungan Biomassa Vegetasi Hijau (kg)
1	Beji	294,742
2	Bojongsari	710,420
3	Cilodong	506,350
4	Cimanggis	343,772
5	Cinere	183,335
6	Cipayung	358,304
7	Limo	371,429
8	Pancoran Mas	403,773
9	Sawangan	1,130,298
10	Sukmajaya	311,930
11	Tapos	1,219,178
TOTAL		5,833,531



Gambar 9. Kandungan biomassa vegetasi hijau Kota Depok, 13 Juni 2011

Hasil perhitungan kandungan biomassa vegetasi hijau secara spasial dapat dilihat pada Gambar 9, sedangkan perhitungan estimasinya dapat dilihat pada Tabel 1. Hasilnya diperoleh bahwa Kecamatan Tapos, Sawangan, dan Kecamatan Bojongsari memiliki kandungan biomassa vegetasi hijau yang tinggi dibandingkan dengan kecamatan lainnya seperti Kecamatan Beji, Sukmajaya, dan Kecamatan Cinere. Seperti yang telah dikemukakan diatas bahwa Kecamatan Beji, Sukmajaya, dan Kecamatan Cinere merupakan kawasan non vegetasi, dimana penggunaan lahannya di dominasi oleh permukiman.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara nilai NDVI dari data penginderaan jauh (data SPOT-4) dengan kandungan biomassa vegetasi hijau di lapangan yang ditunjukkan dengan korelasi $r=0.876$ dengan tingkat signifikan 95%. Estimasi kandungan biomassa vegetasi hijau untuk Kota Depok diperoleh sebesar 5,833,531 kg, dimana kecamatan yang memiliki kandungan biomassa vegetasi hijau tinggi terdapat di Kecamatan Tapos, Sawangan, dan Kecamatan Bojongsari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ghorbani, A. M. Mossivand dan A. E. Quri, "Utility of the Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) for Land/Canopy Cover Mapping in Khalkhal Country (Iran)," *Annals Biological Research*, pp. 5494-5503, 2012.
- [2] H. Yamaho, J. Chen dan M. and Tamura, "Hyperspectral identification of grassland vegetation in Xilinhot, Inner Mongolia, China," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 24, pp. 3171-3178, 2003.
- [3] M. A. Cho, A. Skidmore, F. Corsi, S. E. Van Wieren dan I. and Sobhan, "Estimation of green grass/herb biomass from airborne hyperspectral imagery using spectral indices and partial least squares regression," *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 4, pp. 414-424, 2007.
- [4] S. L. Piao, J. Y. Fang, L. M. Zhou, K. Tan dan S. and Tao, "Changes in biomass carbon stocks in China's grasslands between 1982 and 1999," *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 21, pp. 1-10, 2007.
- [5] S. Das dan T. P. Singh, "Correlation Analysis between Biomass and Spectral Vegetation Indices of Forest Ecosystem," *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, vol. 1, no. 5, 2012.
- [6] D. Lu, "The Potential and Challenge of Remote Sensing-Based Biomass Estimation," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 27, pp. 1297-1328, 2006.
- [7] T. Waryono, "Kajian Akademik Potensi Ruang Terbuka Hijau Dalam Penurunan Gas Emisi di Jakarta," Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi DKI Jakarta, Jakarta, 2011.
- [8] D. P. Lusch, "Introduction to Environmental Remote Sensing Center for Remote Sensing and GIS," Michigan State University, 1999.
- [9] M. El Hajj, A. Begue, B. Lafrance, O. Hagolle, G. Dedieu dan M. Rumeau, "Relative Radiometric Normalization and Atmospheric Correction of a SPOT 5 Time Series," *Sensor*, vol. 8, pp. 2774-2791, 2008.
- [10] E. Sunandar, "Daya Serap CO₂ dan Kebutuhan Ruang Hijau di DKI Jakarta," Tesis Program Pasca Sarjana Ilmu Geografi. Departemen Geografi FMIPA UI, Depok, 2009.
- [11] Sobirin, "Distribusi Kebutuhan Teoritis Ruang Hijau dan Kebutuhan Aktual Ruang Hijau di DKI Jakarta Tahun 1999," Tesis Program Pasca Sarjana Ilmu Geografi. Departemen Geografi FMIPA UI, Depok, 2001.
- [12] S. E. Siwi, "Kemampuan Ruang Hijau dalam Menyerap Gas Karbon Dioksida (CO₂) di Kota Depok," Thesis, Program Pasca Sarjana Ilmu Geografi, Departemen Geografi FMIPA UI, Depok, 2012.