

PEMODELAN SPASIAL PERUBAHAN PERSENTASE TINGKAT KEHIJAUAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERUBAHAN SUHU PERMUKAAN/UDARA MENGUNAKAN DATA SATELIT TERRA/AQUA MODIS

Dede Dirgahayu

Pusat Pengembangan Pemanfaatan & Teknologi Penginderaan Jauh
LAPAN Pekayon, Jl. LAPAN no. 70, Ps. Rebo, Jakarta Timur 13170
Phone/Fax : 62-21-8710274 / 8722733
e-mail : dede_dirgahayu03@yahoo.com

Abstract

The purpose of research is to know influence of greenness level percentage (GLP) change onto fluctuation of thermal effect on urban area. Greenness level percentage can be derived from MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) Terra/Aqua satellite data by using EVI (Enhanced Vegetation Index) spatial information. While, spatial information of thermal can be derived from MODIS data by using LST (Land Surface Temperature) data. Change of greenness level percentage in some sub urban areas of urban areas, such as Jabodetabek, Bandung, Semarang, and Surabaya have been investigated on May - August periode at 2005 - 2009. The result of investigation shows that there is a high relation between GLP change with LST fluctuation. Decrease of GLP condition can influence change of thermal zonation of LST in urban area where decrease 10 % of GLP cause increase LST more than 0.5° C.

Keywords : MODIS, Greenness level percentage, Land Surface Temperature

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari perubahan persentase tingkat kehijauan vegetasi (PKV) pada kawasan sub urban terhadap suhu permukaan pada kawasan permukiman/perkotaan. Informasi spasial persentase tingkat kehijauan dapat diperoleh dari data satelit *Terra/Aqua MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)* dengan menggunakan data EVI (Enhanced Vegetation Index). Sedangkan data panas / thermal dapat diperoleh dari data suhu permukaan daratan (SPD). Perubahan persentase tingkat kehijauan di beberapa daerah sub urban sekitar kawasan urban, seperti Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi (Jabodetabek), Bandung, Semarang, dan Surabaya selama bulan Mei – Agustus tahun 2005-2009 telah diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara perubahan persentase vegetasi di daerah sub urban terhadap fluktuasi perubahan suhu permukaan. Pengurangan PKV sebesar 10 % dapat menyebabkan kenaikan SPD lebih besar dari 0.5° C.

Kata-kata kunci : MODIS, Persentase Tingkat Kehijauan Vegetasi (PKV, Suhu Permukaan Daratan (SPD)

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertambahan penduduk, perkembangan kawasan permukiman dan industri serta pembangunan sarana dan prasarana transportasi menyebabkan terjadinya penurunan luas lahan pertanian dan areal bevegetasi lainnya. Kondisi tersebut merupakan fenomena yang berkecenderungan kuat terjadi karena tuntutan kebutuhan masyarakat. Walaupun demikian, keputusan mengenai perubahan penggunaan lahan atau konversi lahan areal bevegetasi menjadi lahan terbangun memerlukan perencanaan yang logis pula, agar tidak

terjadi dampak negatif, misalnya berkurangnya lahan pertanian produktif, erosi, kenaikan suhu permukaan dan udara, penurunan kualitas lingkungan dan degradasi lahan, ketidaknyamanan hunian dan polusi akibat kegiatan industri.

Jika kondisi tersebut di atas terjadi terus menerus tanpa adanya upaya pengendalian dan evaluasi, maka akan terjadi kerugian dari segi fisik sumberdaya lahan maupun aspek sosial ekonomi masyarakat. Seperti diketahui bahwa lahan merupakan sumberdaya alam yang memiliki sifat terbatas, baik kemampuan maupun ketersediaannya. Kemampuan lahan dipengaruhi oleh karakteristik lahan, sedangkan ketersediaan lahan dibatasi oleh luas permukaannya yang tetap. Problem utama dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya lahan pada saat ini adalah penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukungnya serta terjadinya perubahan penggunaan lahan yang tidak terarah. Dampak negatif dari keadaan tersebut dapat menyebabkan penurunan produksi dan tingkat produktifitas lahan.

Data MODIS dibawa oleh satelit Terra/Aqua yang memiliki 7 kanal spektral dengan resolusi 250 m, 500 m dan 1000 m untuk sebagian kanal reflektif dan kanal thermal serta memiliki frekuensi pengamatan harian, sehingga cukup andal digunakan untuk memantau kondisi lahan dan cuaca. Satelit ini mulai operasional sejak tanggal 18 Desember 1999 untuk data Terra dan 4 Mei 2002 untuk data Aqua (NASA, 2010). LAPAN telah merekam data satelit ini sejak Agustus 2004, sehingga perlu dilakukan pengkajian dan penelitian untuk pengolahan data MODIS dan pemanfaatannya dalam berbagai aspek aplikasi.

Pengolahan informasi spasial indeks vegetasi setiap hari atau delapan harian telah dilakukan oleh Pusbangja LAPAN dengan menggunakan data satelit Terra /Aqua MODIS yang dapat direkam oleh stasiun penerima di Pare-parc, Sulawesi Selatan, Rumpin, dan Satca LAPAN Pekayon, Jakarta Timur. Setiap lima hari diproduksi citra Tingkat Kehijauan Vegetasi (TKV) untuk pulau Jawa, Bali, Sumatera, dan Kalimantan agar dapat dipantau perubahannya.

1.2. Tujuan

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

- Mengetahui perubahan kondisi persentase kehijauan vegetasi (PKV) di kawasan sub urban (pinggiran kota/desa) dan suhu permukaan darat (SPD) atau suhu udara (Tu) di kawasan urban / perkotaan.
- Membuat model spasial perubahan SPD (Ts) maupun suhu udara (Tu) di kawasan urban / perkotaan yang diakibatkan oleh perubahan PKV di kawasan sub urban.

Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan dalam kegiatan penilaian kualitas lingkungan dan hidup di wilayah permukiman.

2. METODOLOGI

2.1. Bahan dan Alat

Data MODIS level 1B yang digunakan adalah hasil perekaman stasiun penerima Rumpin dan Pare-Pare serta hasil download data MODIS level 2 melalui situs : <ftp://e4ftl01u.ecs.nasa.gov/> bulan Mei sampai Agustus tahun 2005 - 2009. Alat yang digunakan adalah Software ENVI 4.3, ErMapper 7.0, dan ArcView 3.3. Data sekunder yang digunakan berupa vektor poligon batas Kabupaten dan kecamatan di pulau Jawa dan digital penutup lahan hasil klasifikasi dan interpretasi menggunakan data Landsat TM oleh tim dari LAPAN.

2.2. Pengolahan Data MODIS

Data MODIS yang digunakan adalah data MODIS L1B harian selama bulan Mei – Agustus 2005-2009. Proses yang harus dilakukan sebelum pengolahan lebih lanjut, antara lain : koreksi duplikasi baris (*bow-tie correction*) dan koreksi geometrik. Selanjutnya dilakukan konversi data dari digital number menjadi reflektan terkoreksi terhadap kanal-kanal 1,2,3 serta suhu kecerahan (*brightness temperature*) terhadap kanal thermal (panas) 31, dan 32.

Informasi Indeks Vegetasi (IV) diperoleh dengan menggunakan formula EVI (*Enhanced Vegetation Index*) sebagai berikut (A.Huete, et all. 1999):

$$EVI = 2.5 * (\rho_2 - \rho_1) / (1 + \rho_2 + 6 * \rho_1 - 7.5 * \rho_3) \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

$\rho_{1,2,3}$ = reflektansi kanal *Red*, *NIR*, dan *Blue*

Secara detail algoritma untuk membuat citra EVI menggunakan perangkat lunak ErMapper adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & \text{If } \rho_{blue} \leq \rho_{red} \text{ or } \rho_{red} \leq \rho_{nir} \text{ then } 2.5 * (\rho_{nir} - \rho_{red}) / (1 + \rho_{nir} + 6 * \rho_{red} - 7.5 * \rho_{blue}) \\ & \text{else } 1.5 * (\rho_{nir} - \rho_{red}) / (0.5 + \rho_{nir} + \rho_{red}) \quad \dots\dots\dots (2.2) \end{aligned}$$

Perhitungan persentase tingkat kehijauan vegetasi (PKV) dilakukan dengan kriteria sebagai berikut :

$$PKV (\%) = 100 * (JP[EVI \geq 0.4]) / JPT \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana:

JP[EVI >= 0.4] = Jumlah piksel atau luas dengan nilai EVI >= 0.4 pada suatu area

JPT = Jumlah piksel total atau luas total area.

Nilai PKV suatu piksel dapat dihitung berdasarkan 9-25 piksel disekelilingnya dalam suatu kotak filter bergerak ukuran 3x3 atau 5x5 piksel.

Informasi spasial panas dapat diwakili oleh *Land Surface Temperature* (LST) atau suhu permukaan daratan (SPD) diperoleh dengan mengadopsi referensi tim ahli MODIS, yaitu ATBD (*Algorithm Theoretical Basis Document*) dalam Sobrino, 2003. Formulanya sebagai berikut :

$$LST = T_{31} + 1.02 + 1.79 * \Delta T + 1.2 * \Delta T^2 + (34.83 - 0.68 * WV) * (1 - \epsilon) + (5.19 * WV - 73.27) * \Delta \epsilon - 273 \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

$T_{31,32}$ = Suhu kecerahan kanal 31 dan 32 MODIS

ΔT = $T_{31} - T_{32}$; WV = *water vapour* (Air Mampu Curah)

ϵ = $0.971 + 0.018 * f_v^2$ adalah emissivitas rata-rata permukaan lahan;

$\Delta \epsilon$ = $[0.006 * (1 - f_v)]^2$

f_v = $(EVI - EVI_{min}) / (EVI_{max} - EVI_{min})$ adalah fraksi vegetasi,

dengan EVI max adalah nilai EVI maksimum dan EVI min adalah nilai EVI minimum.

Data SPD dan EVI hasil pengolahan level 2 dapat juga diperoleh langsung (*download*) melalui internet dengan alamat www.e0dps01u.ecs.nasa.gov. Selanjutnya rata-rata SPD mingguan dapat dibuat berdasarkan persamaan (2-4). Hasilnya dalam satuan °K atau dapat dikonversi menjadi °C. Obyek awan pada setiap data harian dipisahkan. Selanjutnya dibuat EVI maksimum dan SPD rata-rata untuk lima harian atau delapan harian, sehingga pengaruh awan dapat dieliminasi.

2.3. Analisis

2.3.1. Ekstraksi Nilai Statistik LST dan EVI

Nilai statistik SPD dan EVI seperti nilai minimum, maksimum, rata-rata (mean), modus, dan median diekstrak secara spasial untuk seluruh Kabupaten di pulau Jawa dan tingkat kecamatan pada Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Hasilnya digunakan untuk melihat pola perubahan SPD dan EVI.

2.3.2. Analisis Hubungan PKV dengan SPD

Berkurangnya persentase liputan vegetasi akibat kegiatan konversi lahan serta tingkat kehijauan tanaman menyebabkan terjadinya peningkatan suhu permukaan lahan, sehingga dapat terjadi pertambahan evapotranspirasi. Perubahan evapotranspirasi tersebut terkait dengan luas penutupan tajuk tanaman sebagai bidang penguapan (P. Impron, 1995). Dampak selanjutnya adalah ketersediaan air bagi tanaman akan berkurang. Pada umumnya hubungan antara SPD dan EVI atau PKV adalah berkebalikan, yaitu kenaikan SPD disertai penurunan EVI atau sebaliknya (Dirgahayu, 2006).

Analisis korelasi dan regresi dilakukan untuk memperoleh tingkat hubungan antara PKV dengan SPD. Bentuk persamaan yang akan dicoba adalah regresi linier sederhana antara PKV sebagai variabel bebas X dan SPD sebagai variabel tak bebas y dengan persamaan umum sebagai berikut (Aunuddin, 2005):

$$y = b_0 + b_1 * X \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Besarnya nilai b_1 yang negatif akan menentukankan berapa besarnya pengurangan nilai X yang dapat meningkatkan nilai y.

2.3.3. Analisis Hubungan SPD dengan Tu

Pada umumnya hubungan antara SPD dan Tu adalah berbanding lurus, yaitu kenaikan SPD menyebabkan kenaikan Tu. Panas dari permukaan akan dipancarkan ke udara, setelah mengalami penurunan karena mengalami serapan oleh obyek vegetasi dan udara.

Analisis korelasi dan regresi dilakukan untuk memperoleh tingkat hubungan antara Tu dengan SPD. Bentuk persamaan yang akan dicoba adalah regresi linier sederhana antara kombinasi SPD dan EVI sebagai variabel bebas X dan selisih antara $T_s - T_u$ atau dT sebagai variabel tak bebas y dengan persamaan umum sebagai berikut :

$$y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

atau

$$y = b_0 + b_1 * X_1 / X_2 \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Besarnya nilai b_1 yang negatif akan menentukankan berapa besarnya pengurangan nilai X yang dapat meningkatkan nilai y.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemantauan Persentase Tingkat Kehijauan Vegetasi

Periode pada catur wulan kedua, yaitu bulan Mei-Agustus merupakan periode berkurangnya curah hujan di daerah yang memiliki iklim musiman (monsoon), sehingga berpotensi untuk mengalami kekeringan. Kondisi kekeringan maupun berkurangnya areal bervegetasi akibat kegiatan konversi lahan di tunjukkan oleh berkurangnya nilai indeks

vegetasi dan persentase vegetasinya (PKV) pada suatu daerah. Pemantauan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman pertanian, terutama tanaman pangan pada periode ini perlu dilakukan secara intensif.

Hasil analisis terhadap perubahan PKV pada kawasan sub urban di sekitar wilayah Jabodetabek, Bandung, Semarang, dan Surabaya selama bulan Mei - Agustus tahun 2005 menunjukkan kondisi yang bervariasi, karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (cuaca) serta konversi lahan yang terjadi. Pada periode tersebut terjadi penurunan persentase Tingkat Kehijauan Vegetasi (PKV). Perubahan PKV ditunjukkan oleh semakin berkurangnya rata-rata PKV pada tahun 2006 dibandingkan tahun 2005 ditunjukkan pada Tabel 3.1. Distribusi spasial PKV untuk Daerah Bekasi dan Bandung dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2. Kabupaten Tangerang dan Semarang termasuk daerah yang cukup tinggi pengurangan PKV, yaitu > 10 %. Kondisi tersebut diduga disebabkan oleh kegiatan konversi lahan untuk areal permukiman dan industri.

Tabel 3.1. Perubahan Rata-rata PKV (%) di Kawasan sub Urban di sekitar Perkotaan (Urban)

No	Urban	2005	2009	Perubahan
1	Tangerang	39.23	27.14	-12.09
2	DKI Jakarta	10.19	8.59	-1.60
3	Bekasi	27.92	24.63	-3.29
4	Bandung	64.64	58.65	-5.99
5	Semarang	69.08	55.34	-13.74
6	Surabaya	23.70	18.21	-5.49

3.2. Sebaran Spasial Suhu Permukaan Lahan (SPD) di Kawasan Urban

SPD pada periode bulan Mei – Agustus 2005 bervariasi dengan kecenderungan meningkat dengan nilai rata-rata di Jakarta, Bekasi, Bandung, Semarang, dan di Gresik dan Surabaya. Sebaran SPD secara spasial tampak berbanding terbalik dengan kondisi Indeks Vegetasi. Sebaran spasial SPD di Kabupaten Bandung lebih bervariasi dibandingkan dengan daerah lainnya, seperti disajikan pada Gambar 3.2.

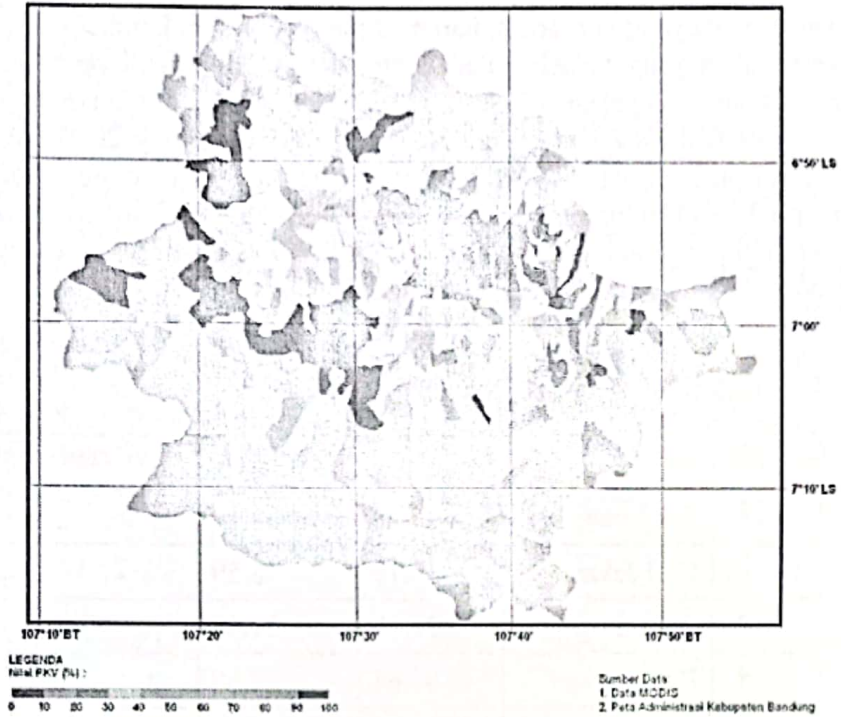
Tabel 3.2. Perubahan Rata-rata SPD (°C) di Kawasan Perkotaan (Urban)

No	Urban	2005	2009	Perubahan
1	Tangerang	31.61	31.84	0.23
2	DKI Jakarta	31.82	37.40	5.58
3	Bekasi	31.59	34.85	3.26
4	Bandung	31.44	31.68	0.24
5	Semarang	29.05	29.24	0.19
6	Surabaya	30.74	31.17	0.43

Daerah Bekasi merupakan wilayah yang cukup pesat perkembangan wilayah permukiman dan industrinya sebagai salah satu kawasan penyangga ibukota Jakarta,

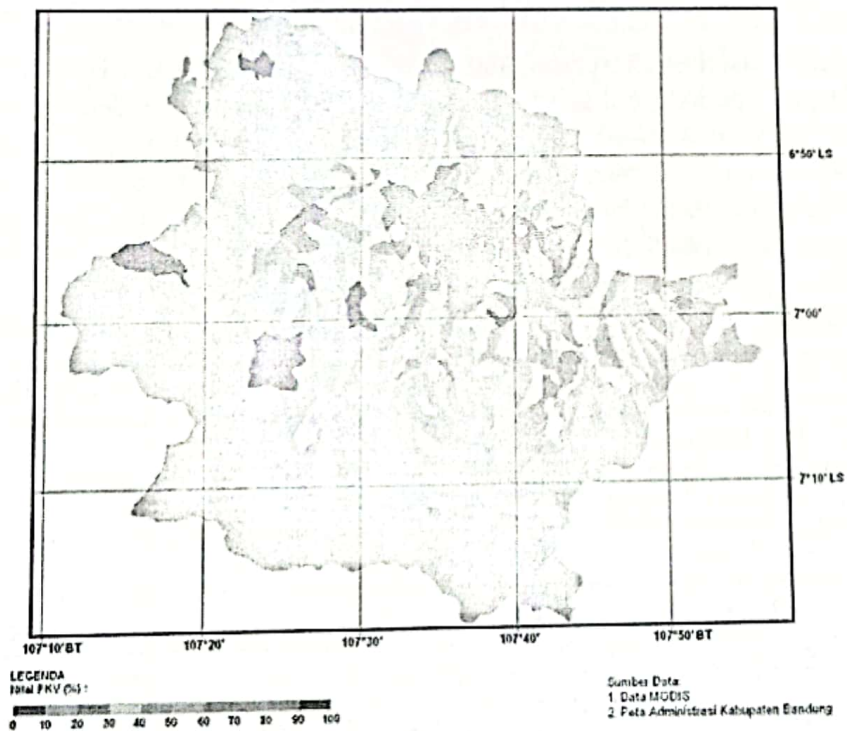
sehingga dampak perubahan suhu permukaannya lebih besar daripada daerah Tangerang. Distribusi spasial SPD kabupaten Bekasi dan Bandung diperlihatkan pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.

INFORMASI SPASIAL PERSENTASE KEHIJAUAN VEGETASI DI KABUPATEN BANDUNG TAHUN 2005



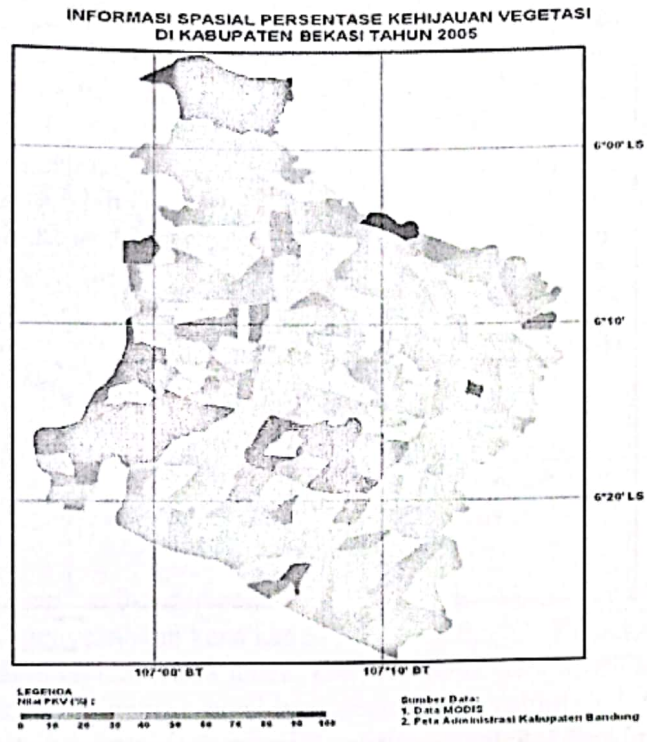
(a)

INFORMASI SPASIAL PERSENTASE KEHIJAUAN VEGETASI DI KABUPATEN BANDUNG TAHUN 2006

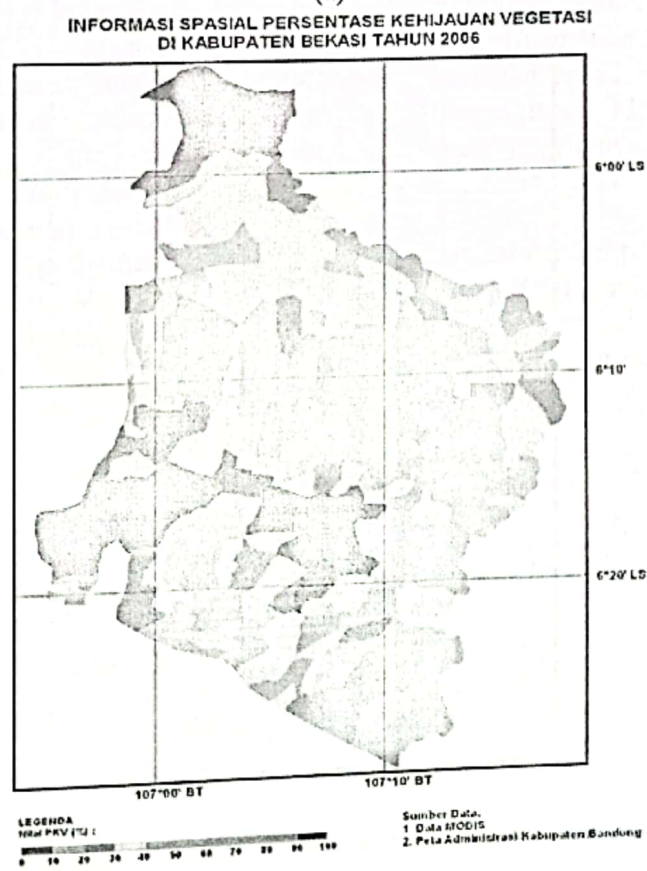


(b)

Gambar 3.1. Persentase Kehijauan Vegetasi (PKV) di Kabupaten Bandung, (a) Juli 2005 dan (b) Juli 2006

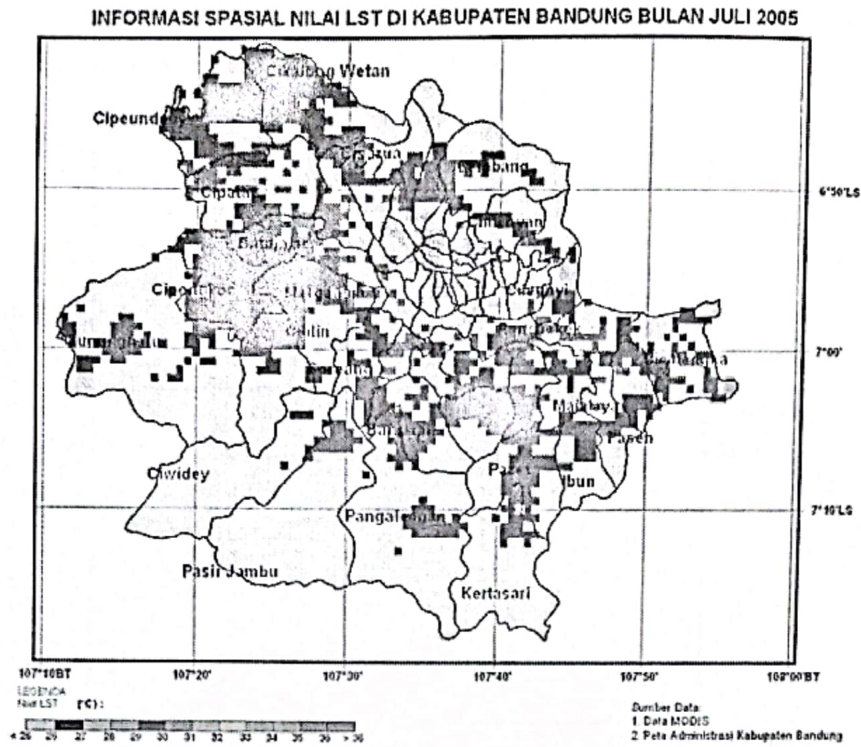


(a)

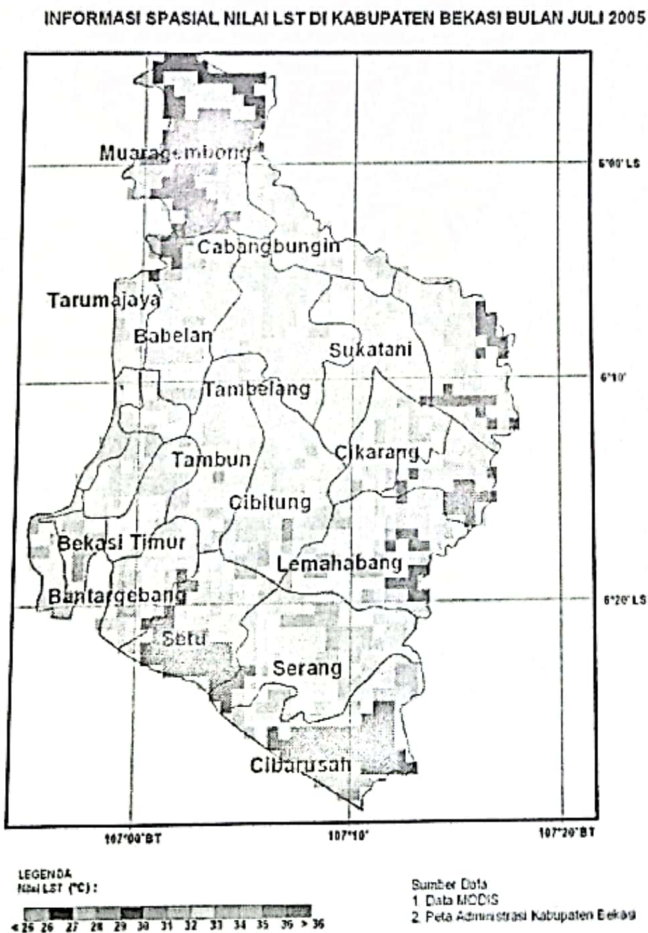


(b)

Gambar 3.2. Persentase Kehijauan Vegetasi (PKV) di Kabupaten Bekasi, (a) Juli 2005 dan (b) Juli 2006



Gambar 3.3. Suhu Permukaan Daratan Kabupaten Bandung, Juli 2005



Gambar 3.4. Suhu Permukaan Daratan Kabupaten Bekasi, Juli 2005

3.3. Pengaruh Perubahan Pesentase Tingkat Kehijauan Vegetasi (PKV)

Tanaman yang memiliki tajuk yang rapat umumnya dapat menyerap panas lebih banyak, sehingga suhu permukaannya lebih rendah dari tanaman yang kerapatan tajuknya lebih rendah. Tanaman yang memiliki lebih banyak daun dan tingkat kehijauan yang lebih tinggi akan memiliki Indeks vegetasi yang tinggi dan cenderung memiliki suhu permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tingkat kehijauannya lebih rendah atau lahan terbukanya lebih dominan. Kondisi tersebut ditunjukkan oleh hasil plot antara PKV di daerah sub urban dengan suhu permukaan (SPD) di kawasan urban/ perkotaan di Jabodetabek, Bandung, Semarang, dan Surabaya selama periode bulan Mei – Agustus 2005 dan 2006 di sajikan pada Gambar 3.5.

Hubungan antara PKV (%) dan SPD memang terbukti berkebalikan, yaitu pengurangan PKV menyebabkan kenaikan SPD dengan persamaan :

$$SPD = 33.8376 - 0.06344 * PKV \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana:

$$R^2 = 0.56 ; n = 71 ; Se = 1.20$$

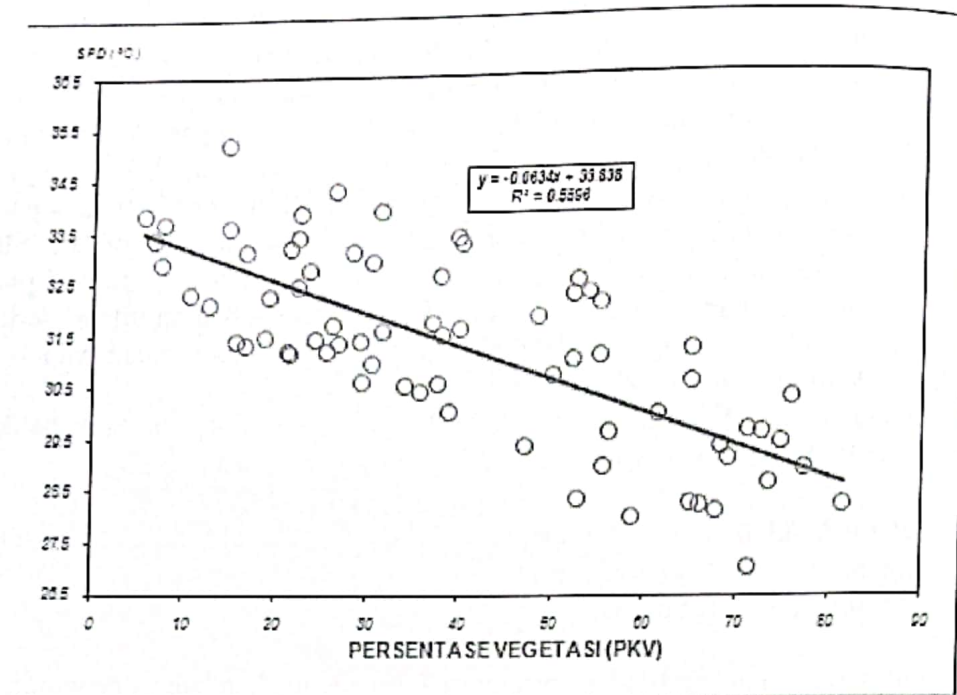
Berdasarkan Gambar 3-5 dan persamaan 3-1 menunjukkan bahwa pengurangan PKV sebesar 10% dapat menyebabkan kenaikan SPD sebesar 0.6 °C. Kenaikan suhu permukaan dapat menyebabkan kenaikan suhu udara, kelembaban udara (RH), dan evapotranspirasi (ETP) sehingga jika pengurangan areal bervegetasi pada suatu daerah tidak dipantau dan dikendalikan akibat kegiatan konversi lahan dan kerusakan lingkungan, maka dapat menyebabkan tingkat kenyamanan hidup bagi masyarakat akan menurun. Penelitian oleh Tursilowati, dkk (2006) menyebutkan bahwa pulau panas (*heat island*) kota Bandung terbentuk karena kisaran suhu udara antara 29 – 35 °C terjadi di kota Jakarta dan Bandung. Pengurangan areal bervegetasi di sekitar kota Medan hingga tinggal 13.5 % menyebabkan peningkatan ETP dan menurunnya Tingkat Kenyamanan yang dinyatakan dengan THI (*Temperature Humidity Index*) yang meningkat > 26, sehingga kota Medan termasuk kategori kurang nyaman.

Perubahan atau fluktuasi suhu udara (Tu) berkorelasi dengan perubahan SPD (Ts) dan Tingkat Kehijauan Vegetasi di sekitarnya (berdasarkan EVI) dibuktikan dengan hasil pengkajian di daerah Sukamandi yang memiliki stasiun Meteorologi (data tahun 2003-2004) menunjukkan korelasi yang nyata antara Suhu udara dengan perubahan SPD dan indeks vegetasi dari data EVI dengan persamaan sebagai berikut.

$$Tu = Ts - dT$$

dT merupakan perbedaan suhu antara suhu permukaan (Ts) dengan suhu udara (TU) yang dapat diduga dengan persamaan :

$$dT = 12.407 - 1.5646 * EVI / Ts \quad \dots\dots\dots (3.2)$$



Gambar 3.5. Hubungan antara PKV dan SPD Tahun 2005 – 2009
(Gabungan Data Jabodetabek, Bandung, Semarang, dan Surabaya)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Pengurangan Persentase vegetasi (PKV) lebih besar dari 10 % pada daerah sub urban (pedesaan) dapat menyebabkan kenaikan suhu permukaan darat kawasan urban (perkotaan) lebih besar dari 0.5 °C. Kegiatan Konversi lahan yang tidak dikendalikan dapat menyebabkan PKV semakin berkurang, sehingga tidak dapat menahan kenaikan suhu permukaan dan udara. Akibatnya tingkat kenyamanan hidup akan semakin menurun.

4.2. Saran

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui perubahan suhu udara kawasan perkotaan akibat perubahan area bervegetasi di kawasan sub urban (pedesaan) atau kabupaten yang ada di sekitar perkotaan.

DAFTAR RUJUKAN

- Aunuddin, 2005, Statistika : Rancangan dan Analisis Data, IPB Press, Bogor
- Dirgahayu, D, 2006, Analisis Spasial Indeks Panas Vegetasi untuk Deteksi Kekeringan pada Lahan Sawah, Prosiding PIT MAPIN XV, Bandung, 13-14 Desember 2006.
- Huete, A., et all, 1999, MODIS Vegetation Index (MOD 13) : Algorithm Theoretical Basis Document Version 3, University of Virginia, USA.
- Impron, P. dan Handoko, 1995, Evapotranspirasi. Dalam Klimatologi Dasar, Editor : Handoko, Pustaka Jaya, Jakarta.
- NASA, 2010, About Modis, <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/components.php> (diakses tanggal 1 Mei 2010).

- Sobrino, J.A., and J.E. Kharraz, 2003, Surface temperature and water vapour retrieval from MODIS data, *Int. J. Remote Sensing*, Vol 24, no.24.
- Tursilowati, L., dkk, 2006, Simulasi Perubahan Distribusi Pulau Panas Perkotaan dari Perubahan Penutup Lahan dengan MM5. Prosiding Seminar Nasional : Perubahan Iklim dan Lingkungan di Indonesia, 9 November 2006, LAPAN, Bandung.
- Tursilowati, L., dkk, 2006, Pengaruh Jenis Penutup Lahan pada Distribusi Evapotranspirasi dan Indeks Kenyamanan dari data Satelit Landsat dengan Model Keseimbangan Energi Permukaan, Prosiding Seminar Nasional : Perubahan Iklim dan Lingkungan di Indonesia, 9 November 2006, LAPAN, Bandung.