

URBAN HEAT ISLAND DAN KONTRIBUSINYA PADA PERUBAHAN IKLIM DAN HUBUNGANNYA DENGAN PERUBAHAN LAHAN

Laras Tursilowati

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN, laras@bdg.lapan.go.id

ABSTRACT

There are two important reasons why The Urban Heat Island (UHI) was suspicious as one that responsible to increase of surface and air temperature in the end decade. First relate with investigation the decrease of diurnal temperature degree, second is lower of heating that investigate in low troposphere than surface layer. Research about UHI in the big cities in Indonesia using satellite data indicate temperature change that could be indicate the climate change, that relate with land cover change because of urbanization. In Bandung UHI (high temperature 30-35 °C) spreading is locate in downtown, per year about 12606 ha or 4.47%, Semarang 12174 ha or 8.4%, Surabaya 1512 ha or 4.8%. The growing of urban area in Bandung per year about 1029 ha (0,36%), Semarang 1200 ha (0,83%), and Surabaya 531,28 ha (1,69%).

Keywords : Urban Heat Island, climate change, land cover change.

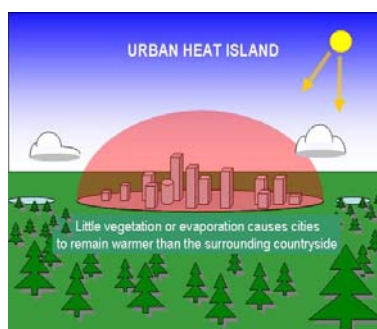
ABSTRAK

Ada dua alasan penting mengapa *Urban Heat Island (UHI)* dicurigai sebagai bagian yang bertanggung jawab atas meningkatnya temperatur permukaan maupun temperatur udara pada beberapa dekade terakhir. Alasan pertama berhubungan dengan pengamatan adanya penurunan tingkat temperatur diurnal dan yang kedua adalah lebih rendahnya tingkat pemanasan yang diamati di troposfer bawah dibanding dengan di permukaan. Penelitian tentang *UHI* di beberapa kota besar di Indonesia dengan data satelit menunjukkan adanya perubahan temperatur yang merupakan salah satu indikasi adanya perubahan iklim, hal ini ada hubungannya dengan perubahan lahan yang terjadi akibat urbanisasi. Di Bandung teramati perluasan *UHI* (daerah dengan suhu tinggi 30-35 °C yang terletak pada kawasan terbangun di pusat kota per tahun kira-kira 12606 ha atau 4.47%, di Semarang 12174 ha atau 8,4%, di Surabaya 1512 ha atau 4,8%. Pertumbuhan kawasan terbangun di Bandung per tahun kurang lebih 1029 ha (0,36%), Semarang 1200 ha (0,83%), dan Surabaya 531,28 ha (1,69%).

Kata kunci : Urban Heat Island, perubahan iklim, perubahan lahan.

1. PENDAHULUAN

Urban Heat Island (UHI) dicirikan seperti “pulau” udara permukaan panas yang terpusat di area urban dan akan akan semakin turun temperaturnya di daerah sekelilingnya pada daerah suburban/rural (gambar 1.1). Urban Heat Island disebabkan oleh beberapa faktor yang membedakan daerah urban dan non-urban, termasuk: pelepasan energi antropogenik dari sistem AC (Air conditioning), emisi energi dari kegiatan perindustrian, kendaraan bermotor, perbandingan banyaknya permukaan campuran dan perbedaan kapasitas panas dari material bangunan material dengan struktur alam. Besarnya dan skala spasial efek UHI meningkat di daerah urban di seluruh dunia dan mempunyai implikasi dalam transport polutan udara,



Gambar 1.1. Urban Heat Island



Gambar 1.2. Perbedaan Albedo di Perkotaan

membentuk kondisi bioklimat, pemanasan dan pendinginan. Perbedaan panas pada beberapa lahan dikarenakan perbedaan albedo pada lahan tersebut (gambar 1.2).

Akibat suhu yang lebih tinggi disebabkan oleh urban heat island mempunyai efek meningkatnya kebutuhan untuk mendinginkan ruangan pada bangunan komersial maupun tempat tinggal. Bertambahnya kebutuhan akan energi dapat menambah anggaran yang harus dikeluarkan oleh kosumen dan pemerintah untuk biaya AC supaya kehidupan lebih nyaman.

Beberapa hasil riset terbaru menunjukkan bahwa perubahan iklim akan berakibat pada kesehatan dan mengurangi kerentanan pada gelombang panas”, (Pagtirck Kinney ScD, associate professor of Enrironmental Health Sciences, Mailman School of Public Health). Gambar 1.3. menunjukkan pemanasan global pada periode 1901-1996 (Jones 1994, karly 1998). Ada dua alasan penting mengapa *Urban Heat Island (UHI)* dicurigai sebagai bagian yang bertanggung jawab atas meningkatnya temperatur permukaan maupun temperatur udara pada beberapa dekade terakhir. Alasan pertama berhubungan dengan pengamatan adanya penurunan tingkat temperatur diurnal dan yang kedua adalah lebih rendahnya tingkat pemanasan yang diamati di troposfer bawah dibanding dengan di permukaan



Gambar 1.3. Lokasi-lokasi yang mengalami peningkatan temperatur di dunia (1901-1996)
IPCC publication "The Regional Impacts of Climate Change". 1901-1996.

2. DATA

Data-data yang dipakai pada penelitian ini adalah :

1. Data Suhu Permukaan Global.
2. Data satelit Landsat TM dan ETM Bandung, Semarang dan Surabaya.
3. Data peta administrasi Bandung, Semarang dan Surabaya
4. Data iklim, landuse dan DEM wilayah Bandung, Semarang dan Surabaya.

3. METODE PENELITIAN

Suhu di dekat permukaan atau lapisan batas sangat dipengaruhi oleh fluks energi dan karakteristik fisis permukaan. Kesetimbangan energi alam antara input radiasi matahari, emisifitas panjang gelombang, dan transfer panas terasa menghasilkan siklus diurnal pemanasan dan pendinginan dari permukaan bumi dan lapisan batas atmosfer. Sebaliknya, variasi diurnal suhu udara tidak teramati di atas lapisan permukaan atmosfer atau troposfer bebas dan di atasnya. Untuk menjelaskan efek Urban Heat Island (UHI), kita dapat meninjau dari fluks energi yang melewati lapisan dangkal di permukaan yang terdiri dari unsur udara dan permukaan. Sumber energi eksternal dari lapisan ini adalah radiasi matahari. Energi radiasi netto, Q_{net} dikontrol oleh besarnya radiasi gelombang pendek dan gelombang panjang yang meninggalkan lapisan ini. Neraca energi radiasi kemudian dapat direpresentasikan dengan persamaan 1 :

$$Q_{net} = K_{dsr} + K_{usr} + L_{dir} + L_{uir} \quad (1)$$

Dengan K_{dsr} dan K_{usr} adalah fluks radiasi gelombang pendek matahari yang masuk (downwelling) dan yang keluar (upwelling). Sedangkan L_{dir} dan L_{uir} adalah radiasi infrared yang masuk dan keluar. K_{dsr} adalah fungsi sudut zenith matahari. K_{usr} bergantung pada K_{dsr} dan albedo matahari di permukaan. Albedo tinggi berarti energi matahari yang diserap

permukaan lebih sedikit daripada energi yang dipantulkan kembali ke atmosfer. Ldir adalah radiasi gelombang panjang yang dipancarkan oleh matahari yang masuk ke permukaan bumi. Luir adalah gelombang panjang matahari yang dipancarkan oleh permukaan dan bergantung pada temperatur permukaan. Persamaan 1 dapat digunakan untuk menghitung energi netto yang potensial untuk pemanasan permukaan.

Pada umumnya, suhu udara permukaan akan panas ketika Q_{net} bertambah dan suhu udara permukaan akan dingin pada saat Q_{net} berkurang. Radiasi netto atau Q_{net} , adalah gaya yang berhubungan dengan pemecahan energi menjadi sensible heat (panas terasa) yang meninggalkan permukaan melewati proses konduksi (Q_H), latent heat (panas laten) dari evaporasi memindahkan energi dari permukaan (Q_E), konsumsi ke subsurface (Q_{soil}), dan cadangan energi di dalam box (Q_s). Radiasi netto ini bisa digambarkan dalam persamaan 2 berikut :

$$Q_{net} = Q_{sensible\ heat} + Q_{soil} + Q_{latent\ heat} + Q_s \quad (2)$$

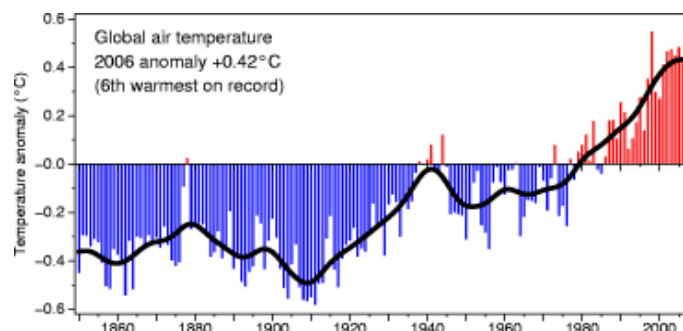
Persamaan 1 dan 2 menjadi konsep dasar untuk mengestimasi suhu permukaan maupun suhu udara yang bisa diturunkan dari data satelit Landsat. Sekumpulan suhu udara maupun suhu permukaan yang tinggi mengindikasikan adanya urban heat island di suatu tempat. Urban Heat Island bisa untuk mengamati berbagai efek tentang iklim mikro.

Banyaknya energi yang tersimpan adalah fungsi dari massa dan kapasitas panas lapisan dan laju energi yang hilang dan terserap. Temperatur ambien dengan lapisan dangkal akan bergantung pada jumlah energi yang tersimpan. Partisi energi yang eksak dari energi radiasi netto adalah fungsi komplek dari feedback neraca energi. Keadaan alam dari permukaan, yaitu albedo, kandungan air, kapasitas panas dan konduktivitas termal semuanya bermain di dalam partisi energi radiasi netto. Temperatur ambient adalah unsur iklim mikro yang termodifikasi oleh berbagai material permukaan (Oke, 1989).

4. HASIL DAN ANALISA

4.1. Pemanasan Global

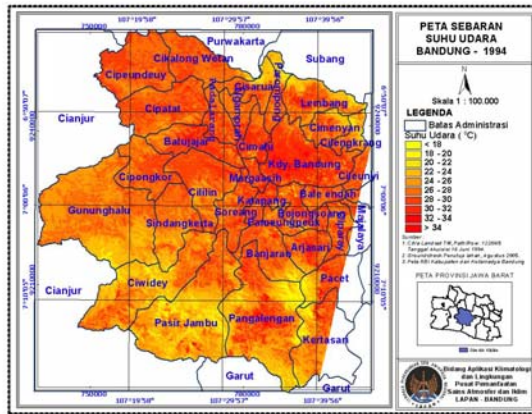
IPCC (Intergovernmental Planetary Climate Change) mempublikasikan adanya trend temperatur global terbentuk dari pemanasan lokal dari Urban Heat Island (UHI). Data ini disusun oleh Dr. P.D. Jones dkk, dari *Climatic Research Unit (CRU)* dan UK Met. CRU dan IPCC mengklaim bahwa atmosfer mengalami pemanasan sebesar ~ 0.6 sampai 0.8 derajat Celsius sejak era abad 19, dan menganggap sebagian besar akibat dari tingginya “*Green house effect*”. Hal ini diperlihatkan pada gambar 4.1 yang menunjukkan kombinasi global antara temperatur permukaan daratan dan lautan dari tahun 1850 sampai 2006. Deret waktu ini disusun atas kerjasama antara Climatic Research Unit (CRU) dan UK Met. Office Hadley Centre. Bertambahnya konsentrasi GRK (gas rumah kaca) di atmosfer yang disebabkan oleh aktivitas manusia bisa menyebabkan pemanasan di abad 20.



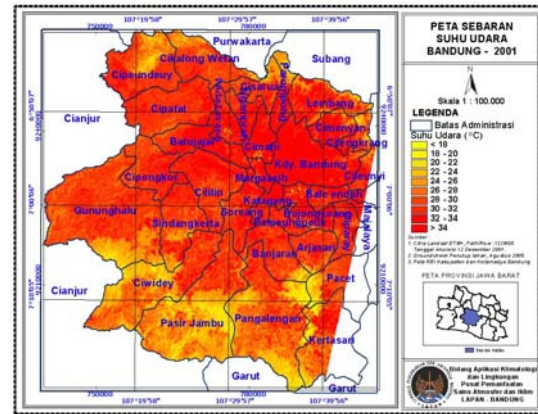
Gambar 1.4. Grafik Suhu Permukaan Global menunjukkan trend pemanasan setelah era abad 19.
<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/nhshgl.gif>

4.2. Urban Heat Island dan Perubahan Lahan Bandung

Gambar 4.2. dan 4.3. memperlihatkan Urban Heat Island Bandung pada tahun 1994 dan 2001. Dari pengamatan secara spasial terlihat bahwa ada perluasan UHI. Secara analisa kuantitatif dengan statistik terhitung adanya perluasan *UHI* (daerah dengan suhu tinggi 30-35 °C yang terletak pada kawasan terbangun yang terdiri dari pemukiman dan industri di pusat kota Bandung per tahun kira-kira 12606 ha atau 4.47% (gambar 4.6).

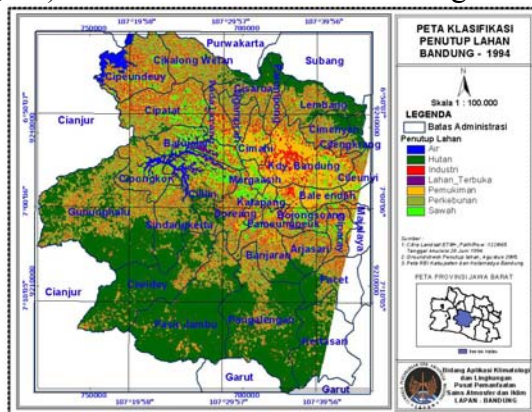


Gambar 4.2. UHI Bandung 1994

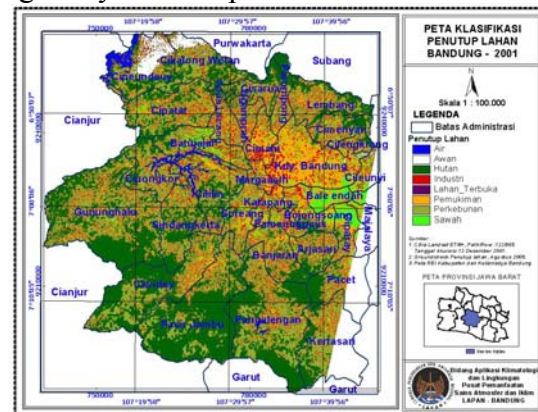


Gambar 4.3. UHI Bandung 2001

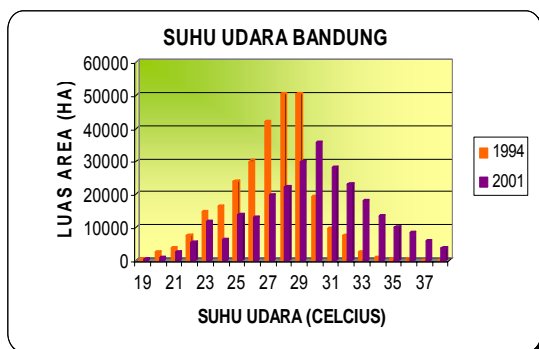
Gambar 4.4. dan 4.5. menunjukkan peta spasial klasifikasi penutup lahan Bandung tahun 1994 dan 2001 yang diklasifikasikan dari data satelit Landsat. Dari kenampakan spasial terlihat adanya perluasan wilayah pemukiman dan industri. Analisis statistik pada gambar 4.7. menunjukkan adanya pertumbuhan kawasan terbangun di Bandung per tahun kurang lebih 1029 ha (0,36%), sedangkan kawasan vegetasi (hutan) mengalami pengurangan sebesar 3932 ha (1,4%). Pertumbuhan kawasan terbangun inilah yang menyebabkan perluasan UHI.



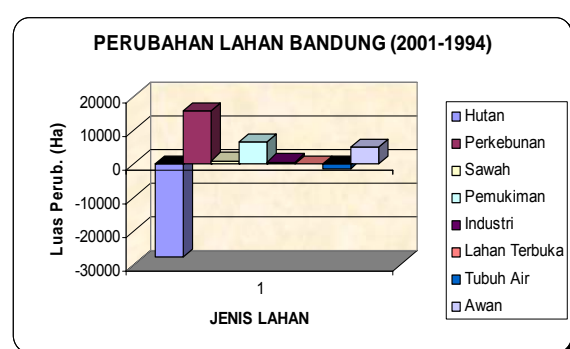
Gambar 4.4. Klasifikasi lahan Bandung 1994



Gambar 4.5. Klasifikasi lahan Bandung 2001

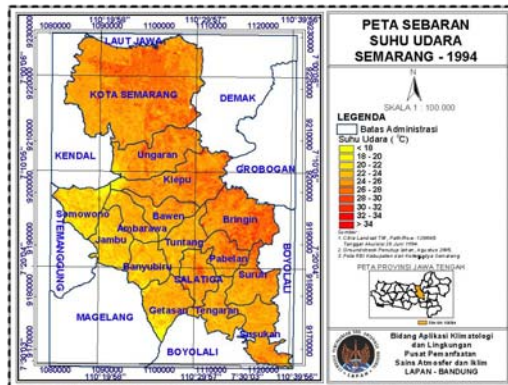


Gambar 4.6. Grafik Suhu Udara Bandung 1994

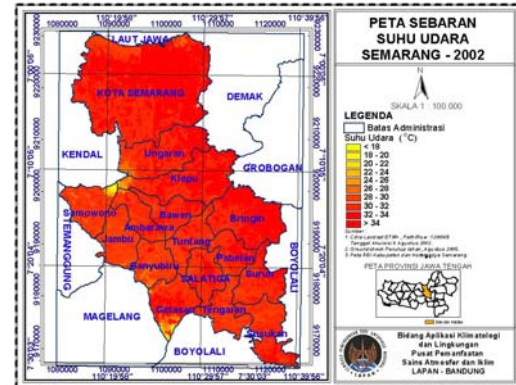


Gambar 4.7. Grafik Perubahan Lahan Bandung

4.3. Urban Heat Island dan Perubahan Lahan Semarang

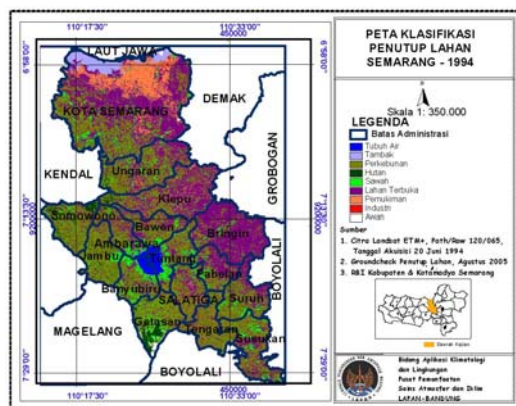


Gambar 4.8. UHI Semarang 1994

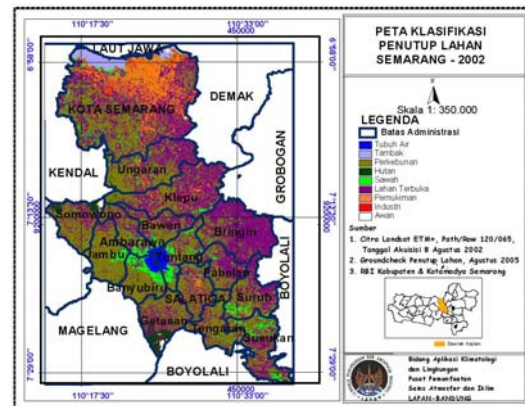


Gambar 4.9. UHI Semarang 2002

Gambar 4.8. dan 4.9. memperlihatkan Urban Heat Island Semarang pada tahun 1994 dan 2002. Dari pengamatan secara spasial terlihat bahwa ada perluasan UHI. Analisa kuantitatif dengan statistik terhitung adanya perluasan *UHI* (daerah dengan suhu tinggi 30-35 °C yang terletak pada kawasan terbangun yang terdiri dari pemukiman dan industri di Semarang per tahun kira-kira 12174 ha atau 8,4% (gambar 4.12).

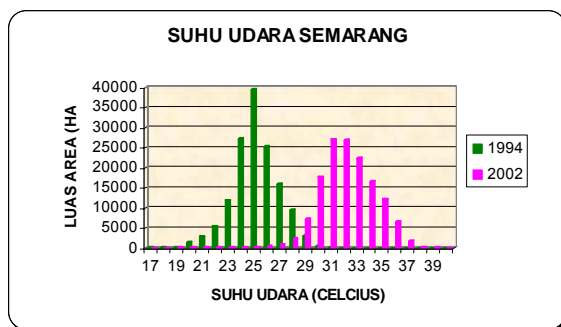


Gambar 4.10. Klasifikasi Lahan Semarang 1994

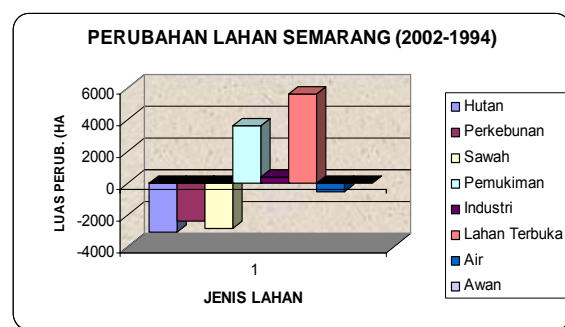


Gambar 4.11. Klasifikasi Lahan Semarang 2002

Peta spasial klasifikasi penutup lahan Semarang tahun 1994 dan 2002 yang diklasifikasikan dari data satelit Landsat ditunjukkan oleh gambar 4.10. dan 4.11. Dari kenampakan spasial terlihat adanya perluasan wilayah pemukiman dan industri. Analisis statistik pada gambar 4.13. menunjukkan adanya pertumbuhan kawasan terbangun di Semarang per tahun kurang lebih 1200 ha (0,83%), sedangkan kawasan vegetasi (hutan) mengalami pengurangan sebesar 381,85 ha (0,26%).

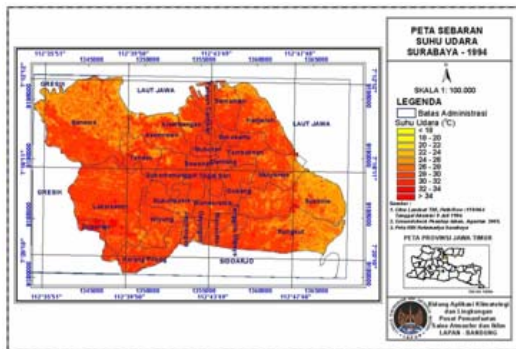


Gambar 4.12. Grafik Suhu Udara Semarang

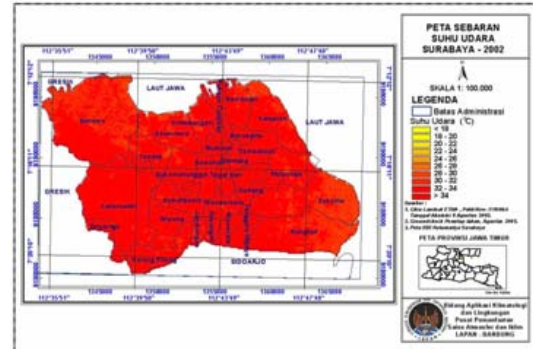


Gambar 4.13. Grafik Perubahan Lahan Semarang

4.4. Urban Heat Island dan Perubahan Lahan Surabaya

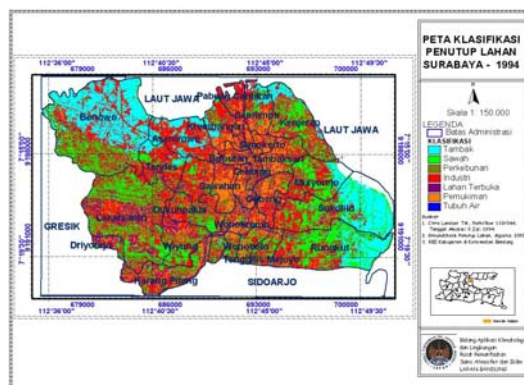


Gambar 4.2. UHI Surabaya 1994

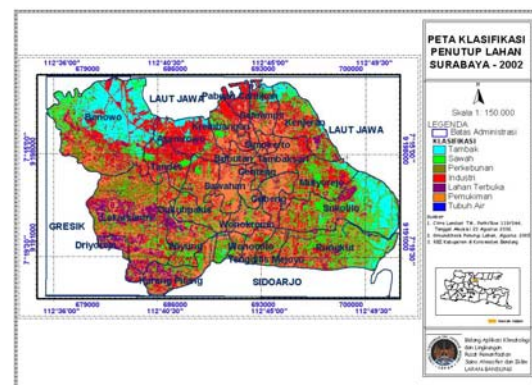


Gambar 4.3. UHI Surabaya 2002

Gambar 4.8. dan 4.9. memperlihatkan Urban Heat Island Surabaya pada tahun 1994 dan 2002. Dari pengamatan secara spasial terlihat bahwa ada perluasan UHI. Analisa kuantitatif dengan statistik terhitung adanya perluasan *UHI* (daerah dengan suhu tinggi 30-35 °C yang terletak pada kawasan terbangun yang terdiri dari pemukiman dan industri di Surabaya per tahun kira-kira 1512 ha atau 4,8% (gambar 4.12).

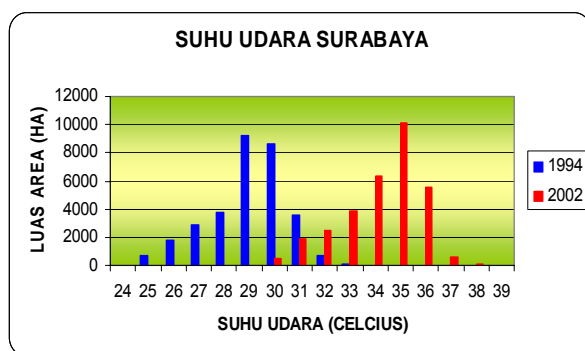


Gambar 4.2. Klasifikasi Lahan Surabaya 1994

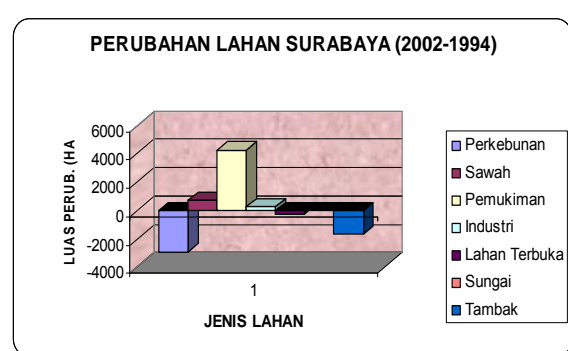


Gambar 4.3. Klasifikasi Lahan Surabaya 2002

Dari gambar 4.10. dan 4.11. diperlihatkan peta spasial klasifikasi penutup lahan Surabaya tahun 1994 dan 2002 yang diklasifikasikan dari data satelit Landsat. Dari kenampakan spasial terlihat adanya perluasan wilayah pemukiman dan industri. Grafik pada tambar 4.13 menunjukkan analisa statistik perubahan lahan di Surabaya. Dari grafik ini ditunjukkan adanya pertumbuhan kawasan terbangun di Surabaya per tahun kurang lebih 531,28 ha (1,69%), sedangkan lahan perkebunan mengalami pengurangan sebesar 361,215 ha (1,15%), area tambak juga berkurang sebesar 210,66 ha (0,67%).



Gambar 4.6. Grafik Suhu Udara Surabaya



Gambar 4.7. Grafik Perubahan Lahan Surabaya

Hubungan Urban Heat Island, Penutup Lahan dan Pemanasan Global

Dari persamaan 1 dan 2 yang dihubungkan dengan hasil penelitian dapat diuraikan beberapa analisa. Pada lingkungan urbanisasi yang berhubungan dengan modifikasi dari siklus alam mengenai pemanasan dan pendinginan, yaitu :

1. Struktur buatan manusia seperti jalan dan bangunan biasanya mempunyai albedo rendah daripada permukaan natural dan menyerap lebih banyak radiasi tampak/visible. Hal ini memperlihatkan bahwa vegetasi yang berkurang dan bertambahnya permukaan urban menimbulkan efek urban heat island. Artifisial struktur yaitu bertambahnya massa pada permukaan bumi dapat menyimpan (dan melepas) lebih banyak energi daripada permukaan yang belum dibangun (Kusr berkurang, Luir dan Qs bertambah).
2. Permukaan urban cenderung lebih cepat panas daripada permukaan natural yang menahan air (Qs meningkat). Evaporasi/penguapan dari air mengeluarkan energi dari permukaan dan mendinginkan akan suhu permukaan. Permukaan urban secara cepat melepaskan air, yang kontradiksi dengan permukaan natural seperti vegetasi yang bisa menahan air.
3. Sumber panas antropogenik berasal dari pemanasan dan sistem ventilasi, proses industri dan mesin pembakaran internal. Pada umumnya, konsumsi energi akan menghasilkan panas sebagai produk (secara langsung pemanasan atmosfer, Qs dan Ldir meningkat).
4. Meluasnya Heat Island akan menyebabkan peningkatan ketidaknyamanan kehidupan manusia, sehingga manusia membutuhkan pendingin seperti AC, kipas angin yang berdampak pemborosan energi listrik dan polusi, dan menyebabkan Green house effect. Pemakaian energi listrik akan meningkatkan emisi sulfur dioxide, carbon monoxide, nitrous oxides, carbon dioxide, yang dikenal sebagai gas rumah kaca yang akan berkontribusi pada pemanasan global dan perubahan iklim.
5. Selanjutnya, heat island pada musim kemarau akan mempercepat pembentukan kabut yang berbahaya, seperti prekursor ozon yaitu nitrous oxides (NOx) and volatile organic compounds (VOCs) yang bereaksi secara fotokimia menghasilkan ozon di permukaan.

Energi yang tersimpan pada lingkungan urban, akan menghasilkan pendinginan pada malam hari/nocturnal lebih lambat. Hal ini akan mengakibatkan suhu rata-rata lebih panas di daerah urban daripada di daerah non-urban. Efek ini disebabkan oleh sedikitnya taman, area hutan, sungai dan aliran air, dan lansekap non-urban lainnya. Maka, pengamatan spasial UHI dapat menunjukkan iklim mikro secara detail yang menjelaskan bagaimana tingginya variasi permukaan untuk mitigasi efek UHI. Kondisi meteorologi pada umumnya juga mengakibatkan besarnya efek UHI. UHI maksimum dibawah kondisi tutupan awan yang minim (input matahari bertambah), kecepatan angin rendah (percampuran udara berkurang) dan stabilitas vertikal yang tinggi (inversi termal) (Oke, 1989). Gerakan udara horisontal dan vertikal antara iklim mikro urban dan pedesaan sangat kontras. Tutupan awan pada malam hari akan menyerap dan memancarkan lagi radiasi gelombang panjang dari permukaan kembali ke tanah sehingga pendinginan permukaan akan berkurang dan mereduksi efek UHI (Oke, 1989).

5. KESIMPULAN

1. Daerah Penyebaran Urban Heat Island terletak di pusat kota Bandung, Surabaya maupun Surabaya. Urban Heat Island di pusat Kota Bandung (2001), Surabaya (2002) maupun Surabaya (2002) semakin melebar dibandingkan dengan tahun 1994. Adanya trend pemanasan yang makin tinggi ini akan berkontribusi pada pemanasan global.
2. Tingginya laju urbanisasi yang ditandai dengan meningkatnya lahan terbangun (pemukiman dan industri) menjadi salah satu penyebab meluasnya Urban Heat Island yaitu bertambah luasnya area yang bersuhu tinggi (diatas 30 °C) . Faktor yang disebabkan oleh ulah manusia ini disebut sebagai anthropogenic.

3. Meluasnya Heat Island akan menyebabkan peningkatan ketidaknyamanan kehidupan manusia, sehingga manusia membutuhkan pendingin seperti AC, kipas angin yang berdampak pemborosan energi listrik dan polusi, dan menyebabkan Green house effect.
4. Perlu dipikirkan penataan kota yang ideal yang memperhitungkan berapa area hijau dan tingginya laju urbanisasi sehingga tercipta kehidupan yang nyaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Grimmond CSB, 2006, Progress in measuring and observing the urban atmosphere, Theoretical and Applied Climatology, 84, 3-22 DOI:10.1007/S00704-005-0140.
- Linda A.G., 2003, Investigating The Urban Heat Island effect with a collaborative inquiry project, Center for Science Education and Department of Environmental Studies, Portland State University, Portland, OR 97201, Journal of Geoscience Education, v. 51, n. 2, p. 237-243.
- Oke, T.R. and H. A. Cleugh, 1989, Suburban-rural energy balance comparisons in summer for Vancouver, B.C., Journal of Boundary-Layer Meteorology, Vol. 36, pages 351-369, Springer Netherlands.
- Oke T.R., et al., 1999, The energy balance of central Mexico City during the dry season, Atmospheric Environment Vol. 33, Issues 24-25, pages 3919-3930, Pergamon.
- Offerle B, et.al., 2006, Intra-urban differences of surface energy fluxes in a central European city, Journal of Applied Meteorology and Climatology, 45, 125-136.
- Science Daily, Sep.30, 2007, Climate Change May Increase Heat-relate Deaths By 2050s, Says Study