

FENOMENA *URBAN HEAT ISLAND* (UHI) PADA BEBERAPA KOTA BESAR DI INDONESIA SEBAGAI SALAH SATU DAMPAK PERUBAHAN LINGKUNGAN GLOBAL

Erwin Hermawan

Abstrak

Secara umum, UHI mengacu pada peningkatan suhu udara, tetapi UHI dapat juga mengacu pada panas relatif sebuah permukaan atau material di atasnya. UHI secara tidak sengaja meningkatkan perubahan iklim lokal karena modifikasi atmosfer dan permukaan pada daerah urban. Namun, UHI tidak berpengaruh langsung terhadap pemanasan global karena pendudukan suatu kota hanya merupakan sebagian kecil dari seluruh permukaan bumi. UHI mempunyai implikasi penting bagi kesehatan dan kenyamanan manusia, polusi udara, neraca energi, dan perencanaan kota. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah *Literature Review Method* dan *Comparison Method*. Selanjutnya data yang terkumpul diolah dengan metode deskriptif kualitatif.

Berdasarkan hasil kajian dapat disimpulkan bahwa proses alih fungsi lahan yang terjadinya mengakibatkan perubahan kualitas lingkungan yakni terjadinya perubahan iklim mikro dimana kondisi suhu udara di perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara di sekitarnya ; Hasil penelitian menunjukan di wilayah Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya terjadi peningkatan suhu udara dan bertambah luasnya suhu udara yang tinggi seiring dengan meluasnya konversi dari lahan vegetasi menjadi lahan terbangun.

Keywords : *Urban Heat Island*, Pemanasan Global, Alih Fungsi Lahan

PENDAHULUAN

Perubahan lingkungan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Perubahan yang terjadi pada lingkungan menyebabkan adanya gangguan terhadap keseimbangan karena sebagian dari komponen lingkungan menjadi berkurang fungsinya. Perubahan lingkungan dapat terjadi karena campur tangan manusia dan dapat pula karena faktor alami. Dampak dari perubahannya belum tentu sama, namun akhirnya manusia juga yang mesti memikul serta mengatasinya. Salah satu bentuk aktivitas manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan yakni melalui proses urbanisasi.

Proses urbanisasi yang terjadi di kota-kota besar membawa pengaruh terhadap peningkatan jumlah penduduk. Akibat proses urbanisasi adalah adanya alih fungsi lahan dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun. Dampak dari proses urbanisasi selain mempengaruhi kondisi kualitas

lingkungan adalah terjadinya perubahan iklim mikro dimana kondisi suhu udara di perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara di sekitarnya (Lo and Quattrochi, 2003; Chen *et al.*, 2006). Fenomena ini sering disebut sebagai efek *Urban Heat Island* (UHI).

Makalah ini mencoba mengkaji Fenomena *UHI* Pada Beberapa Kota Besar Di Indonesia Sebagai Salah Satu Dampak Perubahan Lingkungan Global. Studi literature terkait dilakukan dengan mengkaji penelitian – penelitian yang pernah dilakukan tentang fenomena UHI di wilayah Kota Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya.

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah :

- 1) Mengkaji dan menganalisa fenomena UHI yang terjadi berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan di Wilayah Kota Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya ;
- 2) Mendapatkan solusi terhadapantisipasi dampak fenomena UHI.

LANDASAN TEORI

Perubahan Lingkungan Global

Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain (UU 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup). Faktor penyebab terjadinya perubahan lingkungan global bisa terjadi secara alamiah maupun antropogenik yakni sebagai akibat tingkah laku manusia. Perubahan lingkungan Global yang disebabkan secara antropogenik yang diakibatkan oleh adanya aktifitas manusia meliputi :

- 1) Perubahan Bentang Alam :
 - a. Penambahan luas gurun
 - b. Perubahan DAS
- 2) Penurunan Kualitas Udara
- 3) Penurunan Kualitas Air
- 4) Kondisi Tanah Tercemar
- 5) Terjadinya Urban Heat Island
- 6) Pemanasan dan Perubahan Iklim Global
- 7) Peningkatan wabah penyakit

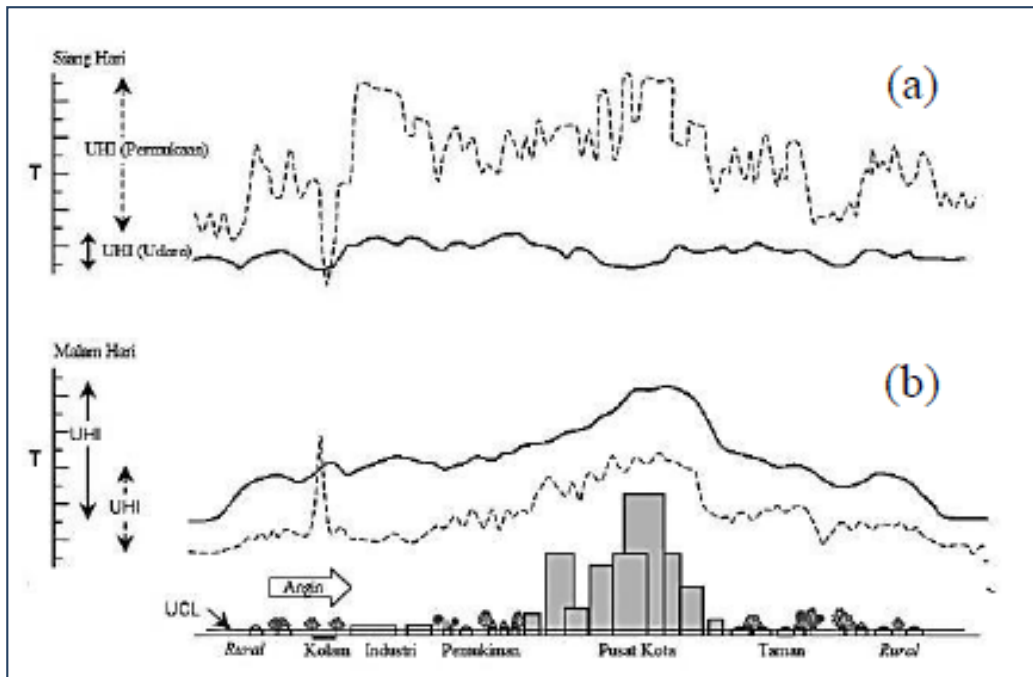
Fenomena Urban Heat Island

Pulau panas perkotaan (Inggris: *urban heat island* (UHI)) adalah sebuah wilayah metropolitan yang lebih hangat dibanding wilayah pedesaan sekitarnya. Fenomena ini pertama diselidiki dan dijelaskan oleh Luke Howard pada 1810-an. Urban heat island (UHI) adalah karakteristik panasnya daerah urban dibandingkan dengan daerah non-urban yang mengelilinginya.

Secara umum, UHI mengacu pada peningkatan suhu udara, tetapi UHI dapat juga mengacu pada panas relatif sebuah permukaan atau material di atasnya. UHI secara tidak sengaja meningkatkan perubahan iklim lokal karena modifikasi atmosfer dan permukaan pada daerah urban.

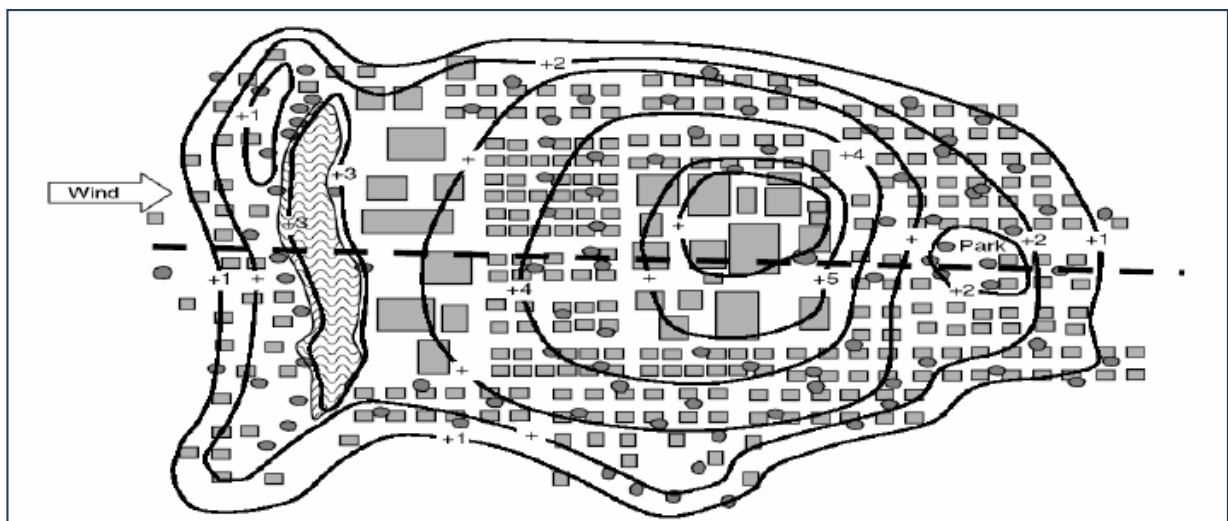
Namun, UHI tidak berpengaruh langsung terhadap pemanasan global karena pendudukan suatu kota hanya merupakan sebagian kecil dari seluruh permukaan bumi. UHI mempunyai implikasi penting bagi kesehatan dan kenyamanan manusia, polusi udara, neraca energi, dan perencanaan kota. UHI di kota beriklim panas sangat tidak menguntungkan karena menyebabkan kapasitas udara semakin banyak menyimpan udara panas dibandingkan udara dinginnya, selain itu juga meningkatkan ketidaknyamanan manusia, dan meningkatkan konsentrasi polusi udara. Meningkatnya jumlah populasi di dunia, terutama pada negara berkembang, berarti akan meningkatkan intensitas UHI di negara tersebut yang akan mempengaruhi kehidupan manusia (Voogt 2002).

Menurut Voogt (2002) fenomena UHI merupakan gambaran peningkatan suhu udara urban (perkotaan) pada *urban cover layer* (UCL) atau lapisan di bawah gedung dan tajuk vegetasi dibandingkan wilayah rural (pinggiran), khususnya di malam hari yang tenang dan cerah (Gambar 2.1). Dinamakan pulau panas karena bentuk fenomena UHI bila digambarkan secara spasial berbentuk isoterm seperti sebuah pulau dengan suhu tertinggi di pulau tersebut dibandingkan areal sekitarnya (Gambar 2.2).



Sumber: Voogt (2002)

Gambar 2.1. Fenomena UHI di malam dan siang hari, suhu udara (garis tebal), suhu permukaan (garis putus-putus).



Sumber: Voogt (2002)

Gambar 2.2. Fenomena UHI secara spasial dalam bentuk isotherm.

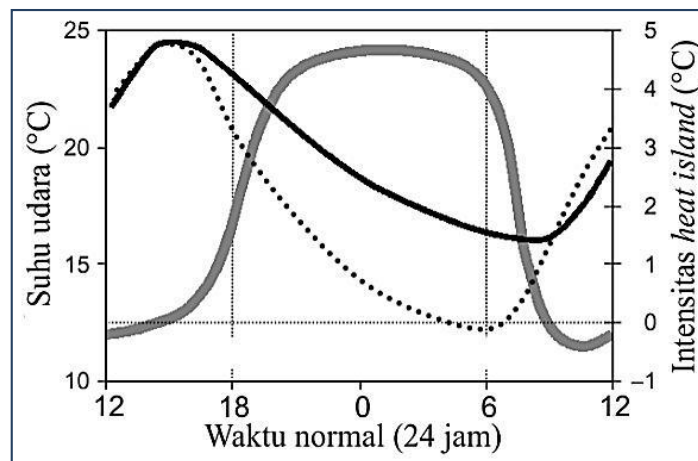
Istilah UHI timbul karena pola isotherm yang membentuk seperti pulau. Besarnya pola yang timbul tergantung dari daerah yang terurbanisasi. Pola ini akan membentuk gradien suhu yang membentuk mulai dari daerah

pinggiran sampai memuncak di pusat kota. Perbedaan suhu antara urban dan desa di sekelilingnya dapat mencapai 12 °C pada kota-kota metropolitan. Di dalam wilayah terbangun, pola ini dipengaruhi secara lokal oleh adanya

ruang terbuka hijau seperti taman kota, badan air, dan banyak sedikitnya ruang terbangun (Voogt 2002). Pola spasial isotherm biasanya mengikuti daerah terurbanisasi. Pola topografi (pesisir atau lokasi lembah) juga dapat menambah kompleksitas kepada karakteristik spasial UHI. Besarnya heat island atau intensitas heat island diukur dari perbedaan antara suhu udara rural dan suhu tertinggi di daerah urban (Voogt 2002).

UHI pada malam hari akan meningkat sebagai akibat perbedaan rata-rata pendinginan

antara wilayah urban dan rural. Perbedaan ini akan semakin tinggi saat keadaan cerah dan tidak berangin/lemah. Intensitas heat island secara umum meningkat mulai saat matahari tenggelam, walaupun puncaknya bergantung pada keadaan cuaca dan musim. Dalam beberapa kasus, nilai intensitas yang bernilai negatif yang disebut *Cool Island*, terjadi karena karakteristik dalam perkotaan yang lambat dalam meningkatkan suhu akibat adanya halangan radiasi yang masuk dibandingkan di daerah pinggiran yang memiliki lahan terbuka.



Sumber (Voogt 2002)

Gambar 2.3. Perkembangan umum suhu udara harian perkotaan dan pedesaan (garis tebal) dan intensitas heat island (garis tipis)

Intensitas atau besarnya heat island maksimum biasanya terjadi pada saat malam hari dimana perbedaan suhu udara wilayah urban dan suburban mencapai maksimum. Wilayah urban akan cenderung mempertahankan suhu dalam kota dibandingkan wilayah suburban. Lebih lanjut lagi, setelah matahari terbit suhu udara di daerah rural akan menyamai suhu udara di wilayah urban. Hal ini disebabkan wilayah urban memiliki tutupan bayangan oleh bangunan tinggi (urban canopy) dan melemahnya sinar matahari karena lapisan

polusi yang terangkat yang mengakibatkan suhu udara meningkat lebih lambat pada pagi hari. Pada lintang rendah, efek ini dapat saja memproduksi *urban cool island* di mana daerah rural lebih panas daripada daerah urban (Voogt 2002). Selain itu kondisi lokal seperti topografi, daerah iklim, dan musim mempengaruhi karakteristik urban heat island wilayah lokal tersebut (Oke 1997).

Beberapa hasil kajian UHI mencatat bahwa perbedaan suhu udara perkotaan lebih

tinggi 0.02-1oC dibandingkan daerah-daerah sekitarnya (daerah pinggiran/rural) di kota-kota tropis (Hidayati, 1990; Karjoto, et al. , 1992; Santosa, 1998; Mulyana *et al.* (2003).

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 0C 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%) (Tursilowati 2007).

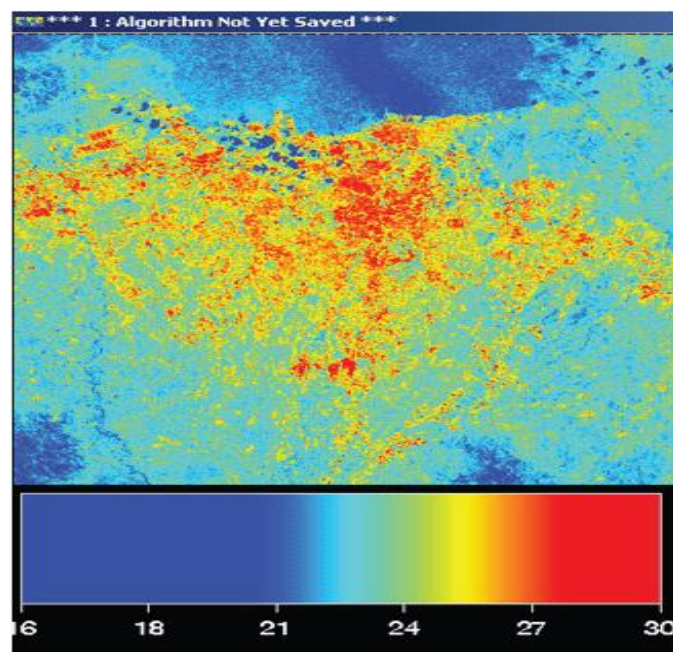
METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan makalah ini adalah menggunakan *Literature Review Method* dan *Comparison Method*. Data-data yang telah terkumpul kemudian dianalisis menggunakan metode Deskriptif Kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fenomena UHI di Dki Jakarta

Haldaet *al.*(2012) mengkaji tentang fenomena Urban Heat Island yang terjadi di wilayah Kota Jakarta. Penelitian yang berjudul “Studi Pulau Panas Perkotaan Dan Kaitannya Dengan Perubahan Parameter Iklim Suhu Dan Curah Hujan Menggunakan Citra Satelit Landsat TM Studi Kasus Dki Jakarta Dan Sekitarnya” , menggunakan data Citra satelit Landsat 7 ETM+ path / row 122/064 yang direkam pada tanggal 15 – Juli – 2001 untuk mengkaji UHI yang terjadi.

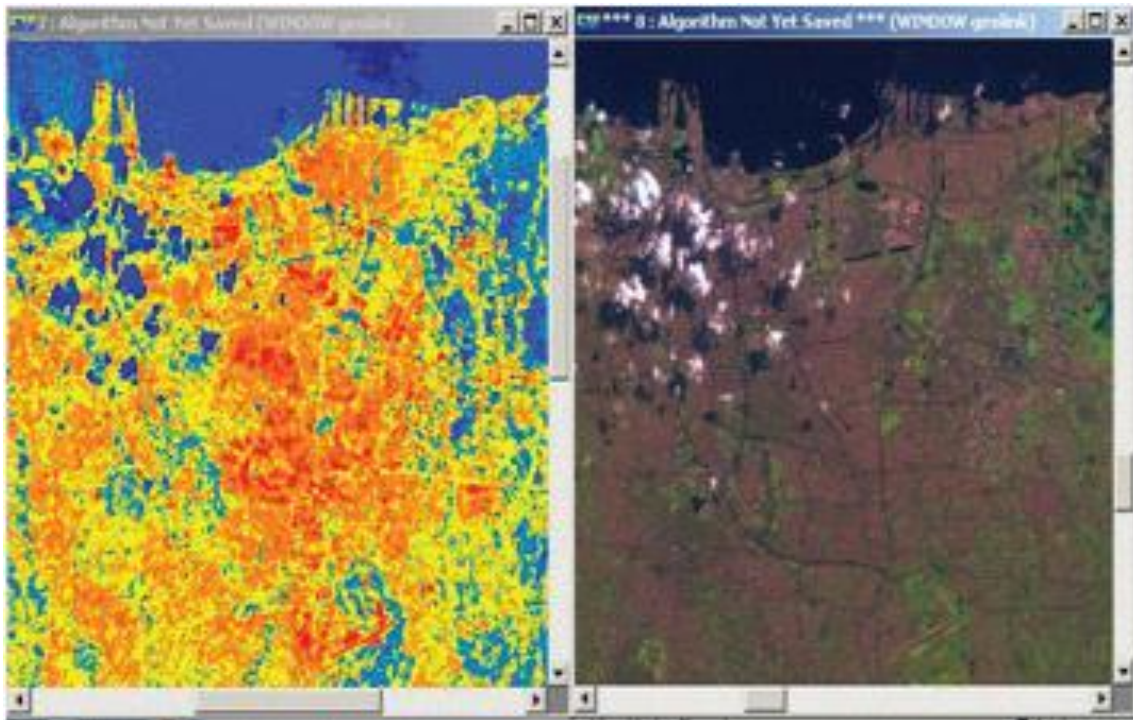


Sumber : Hayda *et al.*, 2012

Gambar. 3.1. Distribusi spasial temperatur permukaan.

Pada gambar 3.2 terlihat bahwa lokasi pulau panas perkotaan terdapat di daerah pusat hingga utara Jakarta, dan tata guna lahan yang

terdapat di lokasi tersebut merupakan lahan terbangun yang terdiri dari bangunan perumahan, perkantoran, dan juga jalan raya.



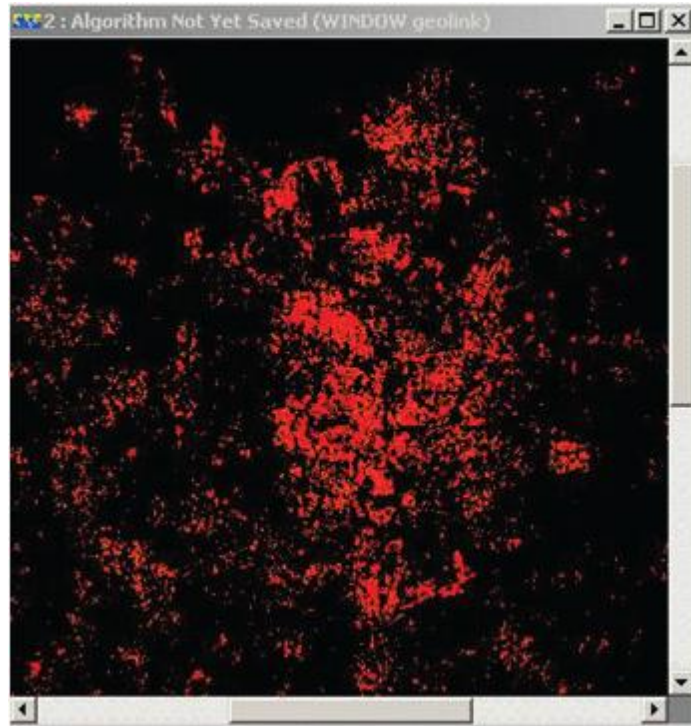
Sumber : Hayda *et al*, 2012

Gambar 3.2. Urban Heat Island dan kondisi tata guna Lahan

Gambar 3.3 menunjukkan lokasi yang memiliki nilai temperatur permukaan diatas 27.5°C (ditunjukkan oleh warna merah), sedangkan warna hitam menunjukkan nilai temperatur permukaan dibawah 27°C . Nilai tersebut diambil dikarenakan definisi pulau panas perkotaan yang mengharuskan perbedaan suhu mencapai $1.5^{\circ} - 3^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan daerah sekitarnya.

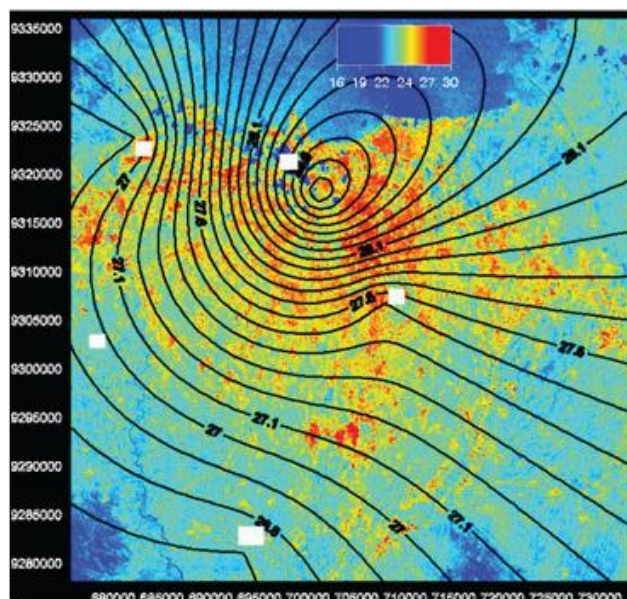
Gambar . 3.4 Distribusi temperatur udara koreksi Dari data temperatur udara tanggal 15 Juli 2001 dari lima stasiun pengamatan diperoleh

distribusi spasial temperatur udara dalam bentuk isotherm untuk keseluruhan daerah pengamatan. Temperatur udara tertinggi (28.6°C) terdapat pada daerah Kota Jakarta, kemudian menurun kearah selatan dan timur Kota Jakarta, yaitu Kota Bogor dan Tangerang, dan terus menurun sampai temperature udara terendah di daerah pegunungan di sebelah barat dan timur Kota Bogor. Untuk mendapatkan hubungan antara temperatur permukaan dan temperatur udara, maka dilakukan proses overlay antara peta distribusi spasial temperature permukaan dan peta distribusi spasial temperature udara (gambar 3.4)



Sumber :Hayda *et al*, 2012

Gambar 3.3. Temperatur permukaan di atas 27.5°C



Sumber : Hayda *et al*, 2012

Gambar 3.4. Distribusi temperatur udara

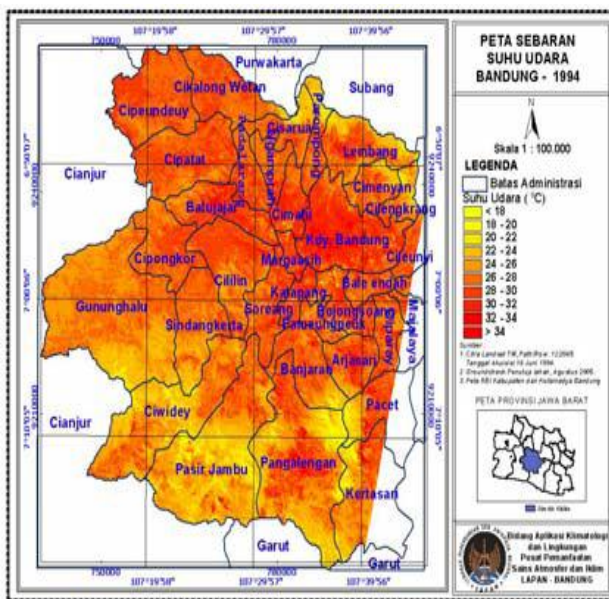
Dengan menggunakan persamaan regresi $y = 1.0681x - 3.8997$, yang didapat dari hasil regresi linier antara temperatur udara dan data temperature permukaan dari citra satelit

menggunakan metoda kuadrat terkecil, akan dicari nilai temperature udara di lokasi yang tidak terlingkup oleh stasiun pengamatan, Gambar 5.5

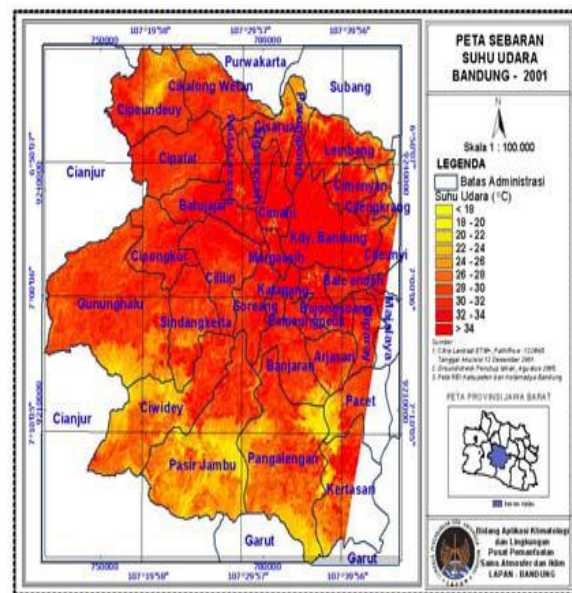
merupakan citra temperatur udara hasil koreksi menggunakan persamaan regresi tersebut.

Fenomena UHI di Wilayah Bandung

Tursilowati *et al*, pada Tahun 2007 melakukan penelitian dengan melihat dampak dari perubahan penutupan lahan yang terjadi di wilayah Bandung pada Tahun 1994 dan 2011, terhadap fenomena UHI. Gambar 3.5. dan 3.6.



Gambar 3.5. UHI Bandung 1994



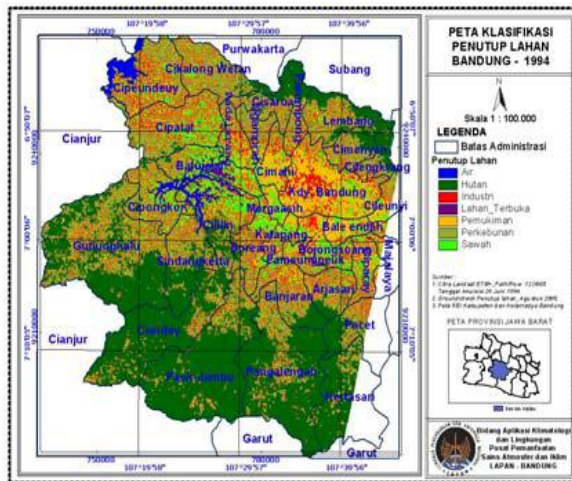
Gambar 3.6. UHI Bandung 2001

Sumber : Tursilowati *et al*, 2007

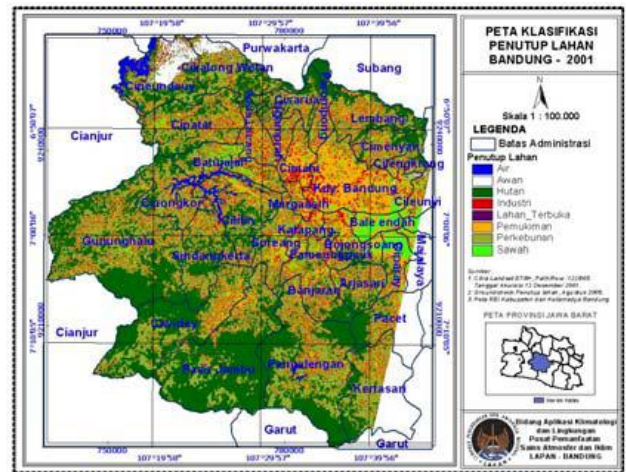
Gambar 3.7. dan 3.8. menunjukkan peta spasial klasifikasi penutup lahan Bandung tahun 1994 dan 2001 yang diklasifikasikan dari data satelit Landsat. Dari kenampakan spasial terlihat adanya perluasan wilayah pemukiman dan industri. Pertumbuhan kawasan terbangun di

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%

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.



Gambar3.7.KlasifikasilahanBandung1994



Gambar 3.8. Klasifikasi lahan Bandung 2001

Sumber : Tursilowati *et al*, 2007

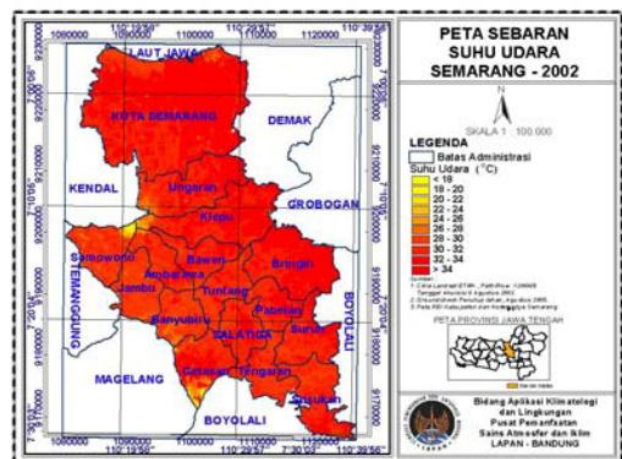
Fenomena UHI Di Wilayah Semarang Dan Surabaya

Penelitian serupa dilakukan Tursilowati *et al* di Tahun 2007 dengan mengambil lokasi studi penelitian di wilayah Semarang dan Surabaya. Gambar 3.9. dan 3.10. 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 pertahun kira-kira 12174 ha atau 8,4%.

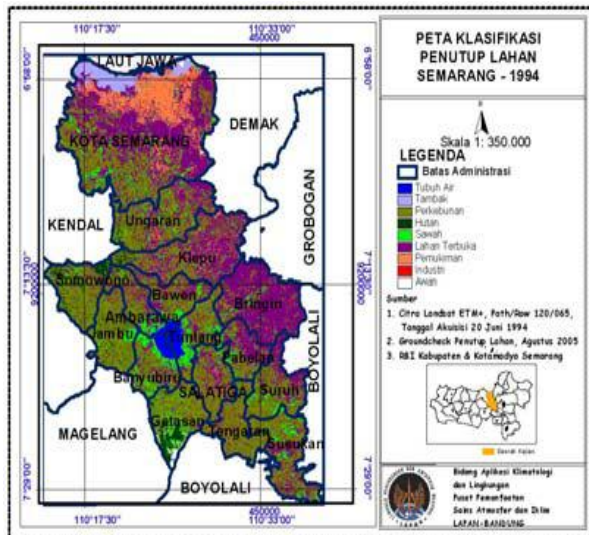


Gambar 3.9. UHI Semarang 1994

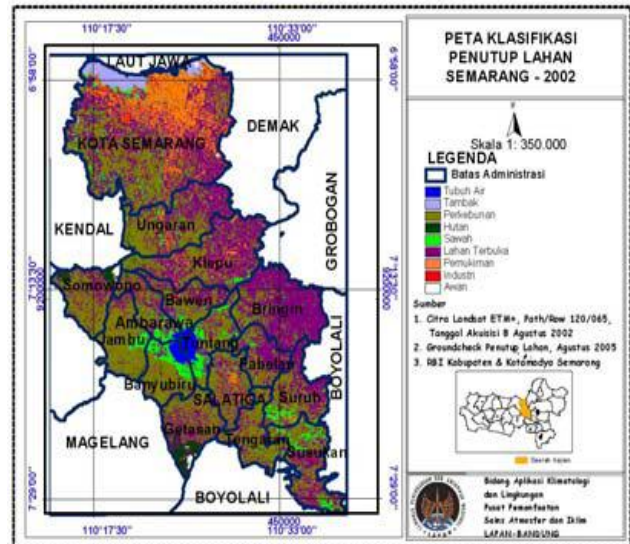


Gambar 3.10. UHI Semarang 2002

Sumber : Tursilowati *et al*, 2007



Gambar 3.11. Klasifikasi Lahan Semarang 1994

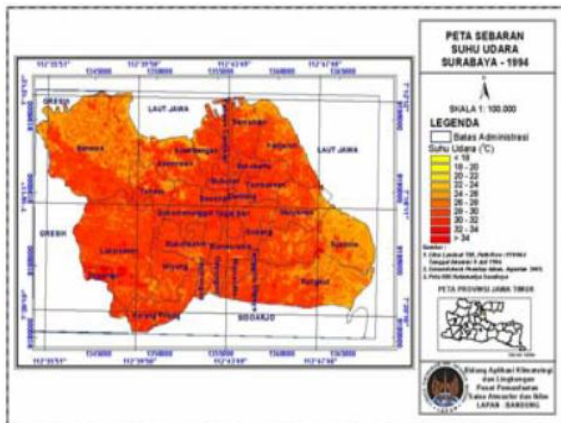


Gambar 3.12. Klasifikasi Lahan Semarang 2002

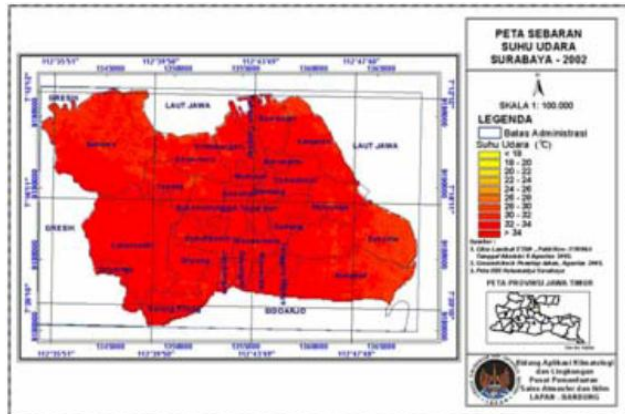
Sumber : Tursilowati *et al*, 2007

Gambar 3.13. dan 3.14., 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%

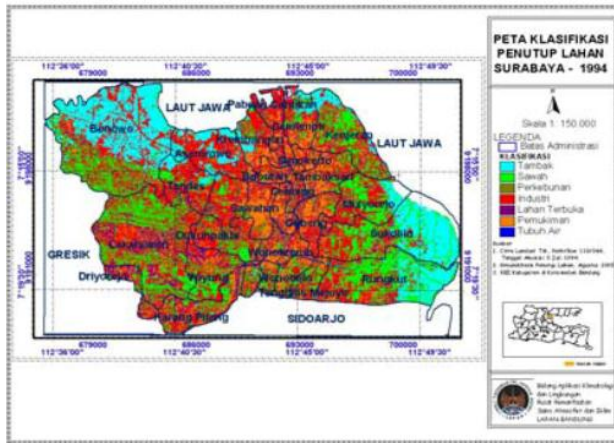


Gambar 3.13. UHI Surabaya 1994

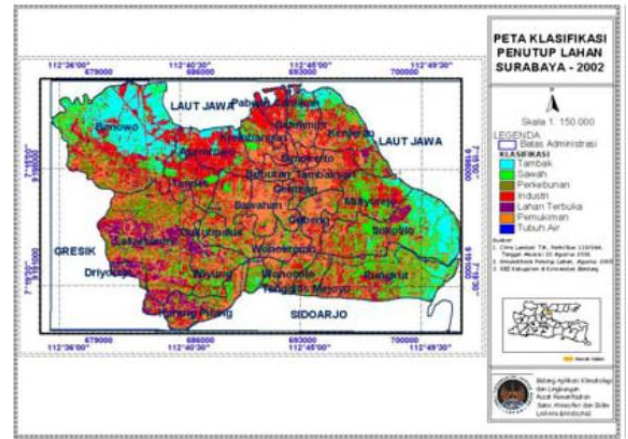


Gambar 3.14. UHI Surabaya 2002

Sumber : Tursilowati *et al*, 2007



Gambar 3.15. Klasifikasi Lahan Surabaya 1994



Gambar 3.16. Klasifikasi Lahan Surabaya 2002

Sumber : Tursilowati *et al*, 2007

Dari gambar 3.15. dan 3.16. 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. 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%).

Antisipasi Dampak Terhadap UHI

Sebagai salah satu bentuk antisipasi dampak, pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di sudut-sudut kota dapat mengurangi dampak UHI sekaligus menjadi paru-paru kota serta menambah nilai estetika. Ruang Terbuka hijau selalu terbentur dengan kepentingan para pengusaha yang ingin memperluas bisnis mereka, diperlukan ketegasan dan kesadaran dari pemerintah untuk tetap mempertahankan atau malah menambah jumlah dan kualitas RTH di wilayah perkotaan. Memanfaatkan pepohonan sebagai pengendali suhu udara adalah satu alternatif yang tepat. Sebenarnya, eksistensi

pepohonan sebagai elemen struktur kotatelah banyak dimanfaatkan untuk fungsi estetik. Namun proporsi pohon yang mampu memberi kesan estetik sering kali belum cukup memenuhi fungsi ekologis. Oleh karena itu, penekanan pada fungsi ekologis berupa ameliorasi iklim mikro, khususnya suhu udara masih perlu optimalisasi. Operasionalnya dapat berupa kegiatan berlabel perhutanan kota, penghijauan kota, pertamanan kota, arboretum, atau yang semacamnya.

Solusi kedua adalah mengubah atap yang berwarna gelap menjadi berwarna terang atau putih. Gedung-gedung tinggi menggunakan aspal karena tahan air dan mudah untuk diaplikasikan ke berbagai bentuk bangunan. Karena kecenderungan benda berwarna gelap adalah menyerap panas dan lambat dalam melepas panas. Panas dari radiasi sinar matahari yang tertahan akan perlahan-lahan dilepas pada malam harinya, hal ini menyebabkan suhu pada malam hari lebih hangat daripada daerah sekitarnya.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Hasil kajian terhadap beberapa hasil penelitian terkait fenomena *Urban Heat Island* yang terjadi di beberapa Kota Besar di Indonesia, dalam hal ini yang terjadi di Wilayah Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pertambahan jumlah penduduk didukung oleh proses urbanisasi ke wilayah perkotaan, menyebabkan populasi pertumbuhan penduduk di wilayah urban/perkotaan semakin padat ;
2. Hal tersebut akan mengakibatkan terjadinya alih fungsi lahan secara besar-besaran dari tutupan lahan vegetasi yang dikonversi menjadi pemukiman, industri dan bangunan-bangunan komersil seperti hotel dan pusat perbelanjaan ;
3. Proses alih fungsi lahan yang terjadinya mengakibatkan perubahan kualitas lingkungan yakni terjadinya perubahan iklim mikro dimana kondisi suhu udara di perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara di sekitarnya ;
4. Hasil penelitian menunjukkan di wilayah Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya terjadi peningkatan suhu udara dan bertambah luasnya suhu udara yang tinggi seiring dengan meluasnya konversi dari lahan vegetasi menjadi lahan terbangun.

Beberapa solusi dibutuhkan sebagai antisipasi dampak dari fenomena UHI yang telah terjadi, diantaranya :

1. Pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di sudut-sudut kota dapat mengurangi dampak UHI sekaligus menjadi paru-paru kota serta menambah nilai estetika ;
2. Penekanan pada fungsi ekologis berupa ameliorasi iklim mikro, khususnya suhu udara

masih perlu optimalisasi. Operasionalnya dapat berupa kegiatan berlabel perhutanan kota, penghijauan kota, pertamanan kota, arboretum, atau yang semacamnya.

3. Solusi lain yang dapat diterapkan adalah mengubah atap yang berwarna gelap menjadi berwarna terang atau putih, karena kecenderungan benda berwarna gelap adalah menyerap panas dan lambat dalam melepas panas. Panas dari radiasi sinar matahari yang tertahan akan perlahan-lahan dilepas pada malam harinya, hal ini menyebabkan suhu pada malam hari lebih hangat daripada daerah sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih ES. 1997. Perkembangan Perkotaan dan Dampaknya Terhadap Kualitas Udara dan Iklim di Jakarta dan Sekitarnya. *Majalah Lapan* No. 68: 38-52.
- Effendy S, Bey A, Zain AFM, Santosa I. 2006. Peranan Ruang Terbuka Hijau Dalam Mengendalikan Suhu Udara dan Urban Heat Island Wilayah Jabotabek. *Jurnal Agromet Indonesia*. 20 (1): 23-33
- Effendy S. 2009. Dampak Pengurangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Perkotaan Terhadap Peningkatan Suhu Udara dengan Metode Pengindraan Jauh. *Jurnal Agromet Indonesia*. 23 (2): 169-181.
- Hayda *et al.*, 2012. Studi Pulau Panas Perkotaan Dan Kaitannya Dengan Perubahan Parameter Iklim Suhu dan Curah Hujan Menggunakan Citra Satelit Landsat TM Studi Kasus DKI Jakarta dan Sekitarnya. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 13, No. 1, 2012: 19-24
- Oke TR. 1997. Urban Climate and Global Environmental Change. Di dalam: Thompson RD, A Perry, editor. *Applied*

Climatology: Principles and Practices.
London. hlm 273-287.

Tursilowati L. 2007. Urban Heat Island dan Kontribusinya pada Perubahan Iklim dan Hubungannya dengan Perubahan Lahan. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan*

Global – Fakta, Mitigasi, dan Adaptasi.
Bandung: Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN. hlm 89-96.

Voogt JA. 2002. Urban Heat Island: Causes and Consequences of Global Environmental Change. Chichester: John Wiley and Sons, Ltd..hlm 660-666.