



Urban Heat Island dan Upaya Penanganannya

ROSMINI MARU

Jurusan Geografi, FMIPA, Universitas Negeri Makassar
Jln. Daeng Tata Raya Makassar 90224
email: rosminimaru@yahoo.com

ABSTRAK

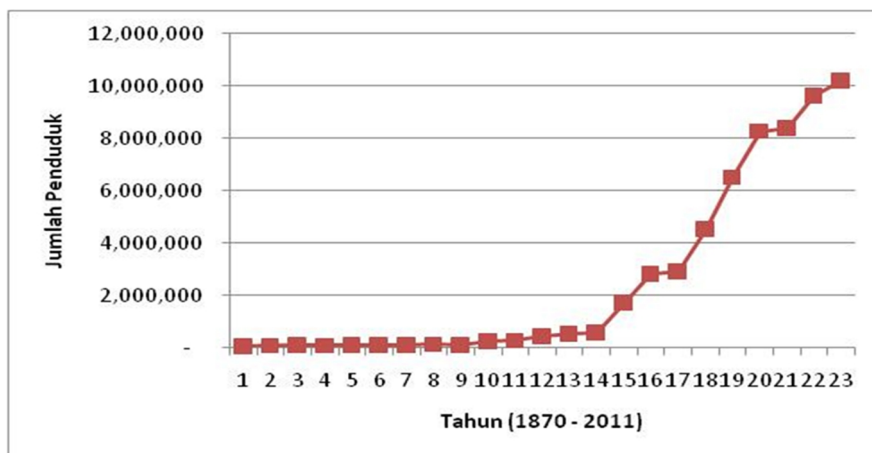
Fenomena urban heat island (UHI) merupakan suatu fenomena yang banyak dikaji oleh para pengkaji iklim di dunia, termasuk di Indonesia. Fenomena ini ditandai dengan semakin meningkatnya suhu kawasan pusat kota dibandingkan dengan kawasan di sekitarnya. Berdasarkan beberapa penelitian diketahui bahwa fenomena ini merupakan salah satu sumber utama yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu bumi atau pemanasan global (Tursilowati, 2012). Fenomena ini terus meningkat seiring dengan terjadinya urbanisasi dan pertumbuhan kota. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya seperti pengadaan *green open space* (GOS), dinding putih atau atap putih bagi rumah dan kantor, *roof garden*, dan lain-lain. Hal tersebut dilakukan untuk menekan laju peningkatan fenomena tersebut.

Kata Kunci: penanganan pemanasan global, *urban heat island*

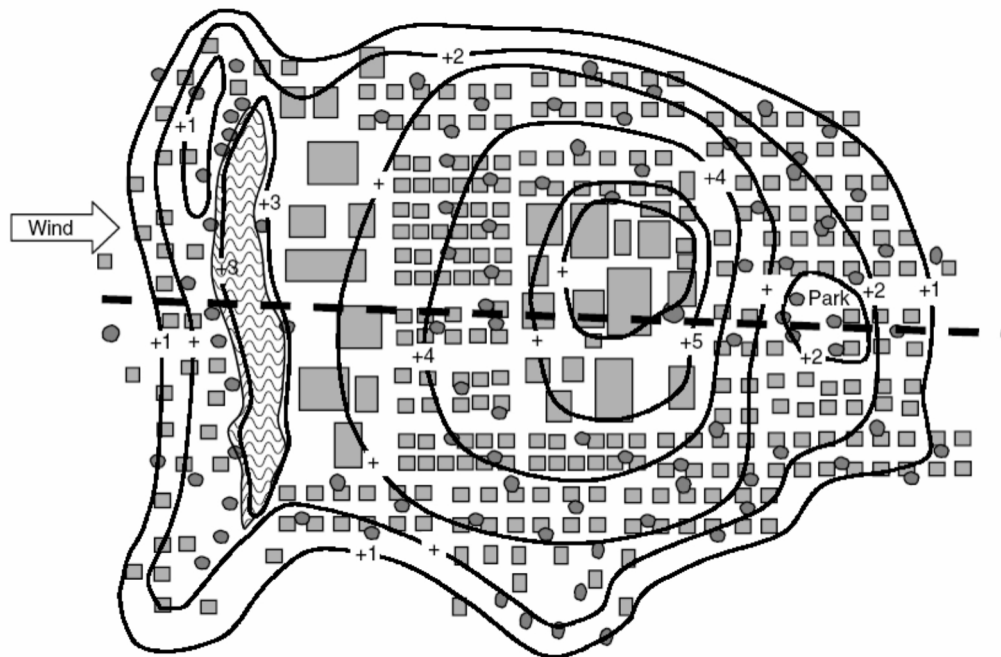
PENDAHULUAN

Proses urbanisasi yang berlangsung secara terus menerus menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk, seperti yang terjadi pada beberapa kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Makassar, dan lain-lain (Gambar 1). Hal tersebut memberi dampak kepada meningkatnya keperluannya dasar penduduk seperti perumahan, jalan, kesehatan, dan lain-lain, maka semakin bangunan di perkotaan semakin padat. Selanjutnya, menyebabkan terbentuknya fenomena UHI di kawasan tersebut. Fenomena

UHI ditandai dengan terjadinya peningkatan suhu di kota, dimana pusat kota mempunyai suhu lebih tinggi dibandingkan dengan daerah disekitarnya. Hal tersebut digambarkan Voogt (2002) dalam Gambar 2. Kajian mengenai urban heat island telah dijalankan di banyak kota-kota besar di dunia seperti di New York, Tokyo, Thailand, Singapura, Kuala Lumpur, New York, Nanjing, Jakarta dan lain-lain oleh pengkaji-pengkaji terdahulu. Secara keseluruhannya, hasil kajian menunjukkan telah berlakunya fenomena urban heat island kota di kawasan-kawasan tersebut.



Gambar 1. Trend penduduk Kota Jakarta tahun 1870-2011 (Anon, 2013)



Gambar 2. Fenomena UHI secara ruwang dalam bentuk isoterma tertinggi di tengah gambar seperti sebuah pulau haba (Voogt, 2002)

Masalah ini telahpun menjadi isu dan masalah tempatan dan antarabangsa, sehingga ia memerlukan usaha menanganinya dengan berkesan. Bahagian ini cuba menguraikan langkah-langkah menangani fenomena urban heat island yang telah di kesan di Kotaraya Jakarta. Dalam konteks ini langkah-langkah menangani yang akan dihuraikan adalah berasaskan kepada kajian-kajian sebelumnya.

METODE

Masalah Urban heat island Kota ini bukanlah merupakan suatu fenomena mikroiklim kota yang mudah ditangani sekalipun melibatkan badan pemerintah dan badan bukan pemerintah (Shaharuddin at al. 2006; Shaharuddin 2012). Peningkatan suhu terus berlaku di berbagai kota-kota besar di dunia pada umumnya dan khususnya di Jakarta. Gejala peningkatan suhu udara sama ada waktu siang ataupun waktu malam telah dirasakan di Jakarta. Berdasarkan hasil kajian ini suhu maksimum di Kotaraya Jakarta boleh mencapai sehingga 42.90°C terutamanya pada hari kerja pada bulan Oktober 2012. Suhu minimum pula dicerap pada waktu malam iaitu 24.24°C di Play Over Pondok Kopi.

Peningkatan suhu yang berlaku di Kotaraya Jakarta berlaku juga di kota-kota lain di Indonesia. Berdasarkan data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di ketahui berlaku peningkatan suhu di kebanyakan kota di Indonesia dalam masa 10 tahun terakhir ini seperti Pulau Bawean, Jawa Timur sebesar 1.15°C , Waingapu, Nusa Tenggara Timur (NTT) sebesar 1.11°C , Kupang NTT sebesar 1.35°C , Jayapura sebesar 1.22°C , Wamena sebesar 1.38°C , dan Merauke sebesar 1.15°C (Ranren, 2010). Oleh kerana itu, dengan peningkatan suhu satu darjah celcius ini dalam masa 10 tahun adalah dianggap sangat tinggi.

Masyarakat kota pada umumnya telah terbiasa dan melakukan penyesuaian terhadap suhu yang tinggi yang berlaku pada kawasan tersebut. Salah satu penyebabnya adalah kebiasaan masyarakat menerima panas di Kotaraya Jakarta kerana berada di kawasan iklim tropika. Ia mengalami panas pada saat musim kemarau dan sejuk pada masa musim hujan. Ini berlaku secara semula jadi selama enam bulan sekali dalam setahun. Hal ini juga berlaku pada berbagai negara-negara iklim

teropika lainnya termasuklah di Kuala Lumpur (Shaharuddin, 2012).

Berdasarkan hasil kerja lapangan tahun 2012 sebanyak 50 responden telah diwawancarai yang diambil secara acak dan hasilnya adalah lebih daripada 70 persen tidak mengetahui bahawa suhu Jakarta yang tinggi disebabkan oleh peningkatan suhu yang berlaku dari masa ke masa. Walaupun tidak faham bahawa penyebab panas adalah peningkatan suhu yang berlaku dari masa ke semasa, namun masyarakat Jakarta merasa tidak nyaman dengan suhu yang panas. Hasil kajian selanjutnya menunjukkan 95 persen yang merasa tidak nyaman dan selebihnya 5 persen responden merasa tidak nyaman kadang-kadang nyaman. Ketidaknyamanan juga ditunjukkan dengan ramainya warga kota menggunakan penutup muka sama ada pada saat naik bus ataupun menaiki motorsikal (Gambar 3). Keadaan ini berlaku untuk melindungi diri daripada panas dan pencemaran udara yang sangat tinggi di Kotaraya Jakarta.

Peningkatan suhu yang terus berlanjutan di kawasan kota ternyata memberi impak kepada meningkatnya penggunaan listrik di kawasan kota. Ini disebabkan meningkatnya penggunaan pendinginan hawa, peti sejuk dan

lain-lain, seperti kajian yang telah dilakukan di Kuala Lumpur (Shaharuddin, 2012). Meningkatnya penggunaan listrik memberi kesan kepada meningkatnya biaya pembiayaan yang dibebankan kepada pihak kota raya (Shen-Chieh 2000). Berbagai kajian tentang UHI di berbagai kota di Indonesia seperti Jakarta, Bandung, Surabaya, dan Yogyakarta dengan data satelit menunjukkan adanya peningkatan suhu yang merupakan salah satu petunjuk adanya perubahan iklim. Apabila fenomena ini terus berlanjutan maka ia memberi kesan kepada peningkatan suhu global (Sin dan Chang 2004).

Selain itu, Keadaan ini mempunyai hubungan dengan perubahan guna tanah yang berlaku akibat proses pemkotaan dan peningkatan aktiviti antropogenik (Tursilowati 2012). Bahkan, panas yang tersimpan pada kawasan kota akan menghasilkan pendinginan pada waktu malam adalah lebih lambat. Hal ini akan mengakibatkan rata-rata suhu purata lebih panas di kawasan kota berbanding dengan kawasan luar kota terutamanya pada waktu malam. Kesan ini disebabkan oleh kurangnya tumbuh-tumbuhan di kawasan kota, sungai dan badan air, serta semakin banyaknya binaan gedung-gedung yang tinggi di kawasan kota.





Gambar 3. Foto orang menggunakan penutup muka: (a) di atas motosikal; dan (b) di dalam bas Trans Jakarta

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil kajian ini fenomena UHI sudah menjadi suatu fenomena yang serius. Oleh itu, diperlukan suatu langkah yang tepat dalam usaha menangani serta mengurangkan peningkatan suhu sehingga tidak memberi impak kepada kerugian yang lebih besar dan serius.

Berdasarkan Shahrudin (2012) telah membuat satu rumusan kepada enam kategori yaitu, (i) pengubahsuaian geometri kota; (ii) meningkatkan albedo atau pantulan panas oleh permukaan kota melalui penggunaan permukaan yang berwarna cerah; (iii) menghemat penggunaan listrik; (iv) merencanakan system pengangkutan yang baik; (v) menggunakan permukaan yang telap air; dan (vi) menggunakan permukaan bertanaman

Pertama, pada prinsipnya terdapat berbagai huraian tentang langkah yang boleh digunakan untuk mengurangkan suhu sehingga tidak terbentuknya fenomena UHI. Pertama, pengubahsuaian geometri kota dapat dilakukan pada perancangan bangunan, seperti kajian yang telah dijalankan oleh Okeil (2010) di Abu Dhabi United Arab Emirates dan Wong et. al (2010) di Nanjing. Wong et al. (2010)

cuba untuk membuat model morfometri kota yang dapat digunakan dalam menangani fenomena UHI dengan menentukan indeks kawasan hadapan (FAI). Sekiranya laluan angin seimbang dengan bahang panas yang masuk ke dalam kota maka ia akan mengurangkan pembentukan UHI.

Kedua, menggunakan bahan binaan berwarna putih atau cerah apabila membina rumah, kantor, tempat letak kereta sehingga mengurangkan penyerapan bahang panas di permukaan kota (Ahmad & Lockwood 1979). Hal ini selari dengan kajian yang telah dijalankan oleh Rosenfeld et al. (1995) dan Bretz et al. (1997) di Sacramento dan Florida. Kedua-dua kajian tersebut mendapati albedo sebuah kota dapat meningkat secara beransur-ansur sekiranya permukaan albedo tinggi dipilih untuk menggantikan bahan-bahan gelap semasa penyelenggaraan bumbung dan jalan raya secara berlanjutan. Oleh itu, keadaan ini adalah sesuai dengan program permukaan sejuk (A 'Cool Surfaces' Labeling Program) (Rosenfeld et al. 1995). Program tersebut memberikan label kepada berbagai produk bahan binaan yang memenuhi piawaian albedo yang tinggi. Selain itu, dilakukan penggantian terhadap binaan atau

bumbung yang mempunyai albedo rendah kepada albedo tinggi. Dengan cara ini, maka diharapkan meningkatnya pantulan di permukaan kota sehingga ia dapat mengurangkan pembentukan fenomena UHI. Ternyata program ini mendapat perhatian

daripada berbagai pihak, antaranya berbagai pengeluar cat menyatakan minat mereka untuk menyertai program pelabelan dengan suatu label 'permukaan sejuk'. Hal tersebut suda diterapkan di California (Gambar 4) dan di Yunani (Gambar 5)



Gambar 4. *High Desert Government Center* di California



Gambar 5. Bangunan rumah dengan bumbung berwarna putih di Yunani

Ketiga, menghemat penggunaan listrik dapat dilakukan oleh setiap orang seperti tidak menyalakan lampu yang tidak digunakan. Perancangan bangunan, membuat jendela pada binaan rumah, kantor sehingga ia dapat

mengurangkan penggunaan pendingin hawa atau *air conditioner* (AC), dan seterusnya dapat mengurangkan perlepasan CFC ke atmosfera. Kaedah ini pun telah dijalankan di *Spain's north shore* (gambar 6).



Gambar 6. Bangunan rumah tidak menggunakan penyejuk ruangan di Spain's north shore

Selain itu, tindakan mematikan lampu pada masa rehat, ketika kantor di tutup, dan pada waktu tidur di rumah boleh mengurangi penggunaan elektrik dan pembebasan gas rumah hijau. Tindakan yang sama perlu dilakukan iaitu mengurangkan penggunaan mesin cuci, *rice cooker*, dan iron pada waktu malam atau masa penggunaan maksimum. Langkah ini merupakan kaedah menangani fenomena UHI dengan biaya yang rendah dan sangat mudah dijalankan oleh berbagai pihak termasuklah pihak pemerintah

ataupun pihak masyarakat. Kaedah ini mudah dijalankan dengan biaya yang rendah. Selain itu, bangunan hemat listrik yang pertama di dunia akan diperkenalkan di San Fransisco. Sistem bangunan ini disebut 'FROG Zero'. Ia adalah satu pendekatan rekabentuk yang fleksibel yang tidak memberikan pelepasan karbon. Bangunan ini menggunakan listrik solar aktif, sehingga secara otomatis dapat meningkatkan kenyamanan termal di kawasan tersebut (Archives 2008) (Gambar 7).



Gambar 7. Projek 'FROG Zero' di San Fransisco

Keempat, sistem pengangkutan yang baik boleh dilakukan dengan menggunakan bus umum yang dapat membawa banyak orang sehingga dapat menghemat minyak dan mengurangi pelepasan CO dan CO₂. Selain itu penggunaan sistem pengangkutan umum dapat mengurangi kesesakan di jalan raya. Langkah ini telah dijalankan di Kotaraya Jakarta seperti pengangkutan umum menggunakan komuter, busway, dan bus umum lainnya. Namun, hal ini masih perlu ditingkatkan sehingga ia dapat mengurangi kesesakan jalan raya dan mengurangi pembentukan fenomena UHI. Pengangkutan yang baik dapat dilakukan apabila jalan raya dapat dilalui oleh kereta-kereta yang berukuran besar seperti bus. Oleh itu, program ini sepatutnya diikuti oleh program bangunan baik (RSB) seperti yang telah di kaji oleh Okeil (2010) di Abu Dhabi, United Arab Emirates. Salah satu ciri daripada RSB adalah lorong jalan yang lebar. Oleh kerana itu, laluan angin

lancar dan dapat dilalui oleh bus-bus yang berukuran besar. Justeru, dapat mengurangkan kesesakan jalan raya dan peningkatan suhu kota. Hal ini pun telah dijalankan di Kotaraya Jakarta dengan *Bus Way*, namun hasilnya belum maksimal kerana terdapat berbagai jenis kenderaan yang digunakan seperti 'mikrolet' dan motosikal. Justeru, ianya memberi impak kepada kesesakan jalan raya di kawasan tersebut.

Kelima, memperbanyakkan permukaan yang telap air seperti membuat pancuran air di halaman rumah dan kantor. Selain itu dapat membuat kolam yang dapat digunakan sebagai tempat memancing ikan dan riadah. Memperbanyakkan permukaan telap air dapat meningkatkan kelembapan udara di atmosfera bahagian bawah sehingga mengurangkan fenomena UHI. Hal ini sesuai dengan kajian yang telah dijalankan oleh Shahrudin (1992) di sekitar Kuala Lumpur. Kajian menunjukkan peningkatan suhu kota yang membawa kepada

pembentukan UHI boleh dikurangkan dengan meningkatkan badan air, meningkatkan kawasan hijau atau 'zon penampung' di kawasan kota. Misalnya setiap rumah membuat kolam atau pancuran air di sekitaran rumah, kantor, dan lain-lain. Hal ini dapat meningkatkan kelembapan bandingan udara sehingga dapat mengurangkan fenomena UHI. Hasil kajian ini juga menunjukkan hubungan yang songsang antara kelembapan bandingan persekitaran dengan suhu ambien, di mana

peningkatan kelembapan bandingan diikuti oleh pengurangan suhu.

Keenam, menggunakan permukaan bertanaman atau *Green Open Space* (GOS) merupakan suatu kaedah menangani fenomena UHI yang efektif (Widodo at al. 2009). Kaedah ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan setiap kawasan terutamanya halaman rumah dan jabatan menjadi taman. Rekabentuk pengelolaan halaman rumah ditunjukkan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Rekabentuk pada bahagian halaman rumah (Widodo at al. 2009)

Peraturan pemerintah Republik Indonesia No.26, 2007 bahawa ruang terbuka hijau (RTH) atau *urban green space* kota minimum iaitu 30 persen dengan 20 persen ruang terbuka hijau umum dan 10 persen adalah ruang terbuka hijau pribadi (Effendi 2007). Effendi turut menunjukkan bahawa penentuan bentuk hubungan RTH dan suhu udara menghasilkan persamaan terpilih bukan linear untuk Kotaraya Jakarta, Kabupaten Bogor, Tangerang, Bekasi dan Kota Lampung di mana setiap pengurangan RTH sebanyak 50 persen menyebabkan peningkatan suhu sebanyak 0.4°C hingga 1.8°C. Sebaliknya, setiap peningkatan RTH sebanyak 50 persen menyebabkan penurunan suhu sebanyak 0.2°C hingga 0.5°C. Menurut Zain (2002) kegunaan RTH dapat mengurangkan fenomena UHI dan juga dapat memberi kesan langsung dan kesan tidak langsung terhadap keamanan, kenyamanan, kesejahteraan dan keindahan kawasan perkotaan (Nurisjah et al. 2005). Oleh itu, hasil kajian Wong dan Yu (2004) di Singapura, menyimpulkan bahawa pemeliharaan dan kewujudan kawasan hijau

merupakan langkah yang sangat baik dan efektif dalam mengurangkan peningkatan pembentukan fenomena UHI yang cepat. Mereka mengandaikan satu kaitan yang cukup kuat antara haba dengan luas kawasan hijau di kota. Dengan itu, kawasan hijau yang luas boleh dijadikan sebagai salah satu usaha menangani fenomena UHI.

Walaupun langkah mewujudkan RTH merupakan langkah yang sangat baik untuk mengurangkan peningkatan pembentukan fenomena UHI, namun pelaksanaannya di Kotaraya Jakarta adalah kurang tepat dan kurang berkesan. Ini kerana Kotaraya Jakarta masa kini tidak memiliki tanah lapang yang luas. Oleh itu kaedah yang baik dilaksanakan adalah menggalakkan teknologi hijau seperti *roof garden* dan teknologi bumbung hijau, dan *green parking*.

Roof garden iaitu atap rumah atau atap kantor yang rata dapat di rancang sebagai taman yang dapat ditanami tumbuhan hijau sehingga dapat mengurangkan fenomena UHI. Hal ini juga memberi kesan kenyamanan, dan keindahan kawasan perkotaan. Pembinaan

roof garden di Jakarta telahpun dikaji oleh Apsari (2007) dan hasilnya menunjukkan pandangan masyarakat tentang *roof garden* dan UHI adalah sangat baik. Pandangan masyarakat ini benar terutamanya dari segi aspek makna, bentuk, impak, dan kesannya terhadap iklim kota. Kajian ini juga menunjukkan bahawa pada umumnya masyarakat berkeinginan untuk membina *roof garden*. Adapun bentuk *roof garden* yang

diinginkan tersebut adalah sebuah taman bumbung yang sederhana. Selain itu, kajian mendapati juga sebahagian rumah dan kantor telah memiliki *roof garden*. Namun ianya masih terbatas bagi tujuan estetika dan kenyamanan (Gambar 9). Oleh itu, *roof garden* perlu dikembangkan sehingga menjadi budaya kepada masyarakat ramai di Jakarta, malah di seluruh kota-kota utama di Indonesia.



Gambar 9. *Roof garden* di Kotaraya Jakarta (Bari 2011)

Selain itu, teknologi bumbung hijau merupakan salah satu teknologi hijau yang banyak dikembangkan oleh para perancang bangunan masa kini. Kaedah ini telah dikembangkan di berbagai kawasan di dunia seperti di *The Nanyang Technological*

University of Singapore, Llers (Spanyol), dan di Mill Valley (California) (Gambar 10). Sementara itu, teknologi dinding hijau juga telah dikembangkan di Beijing (Cina) dan Seoul (Korea Selatan) (Gambar 11).



Gambar 10. Teknologi bumbung hijau di *The Nanyang Technological University of Singapore* (Bari 2011)



Gambar 11. Teknologi dinding hijau di Seoul (Korea Selatan) (Bari 2011)

Green parking atau tempat letak kereta hijau merupakan salah satu bentuk daripada teknologi hijau yang dapat digunakan untuk mengurangkan peningkatan fenomena UHI di kawasan kota. Hal ini dikembangkan untuk menggambarkan ciri-ciri alam sekitar yang lebih baik. Kaedah ini telah diterapkan di berbagai kota di dunia seperti Georgia, South Carolina, North Carolina, and Jacksonville. Negara-negara tersebut merupakan pengedar

pertama rumput hijau jenis 'Rumput Drivable' di Atlanta (Gambar 12) (PRWeb 2013). Dengan pavers Rumput Drivable, rumput semakin kuat dan kini boleh memegang sehingga di bawah kaki dan lalu lintas tayar di jalan masuk, laluan pejalan kaki, tempat letak kereta dan lain-lain. Dengan inovasi ini, permukaan konkrit panas dan membosankan menjadi sejuk dan hijau.



Gambar 12. *Green parking* dengan menggunakan 'Rumput Drivable' di Atlanta

KESIMPULAN

Fenomena UHI telahpun menjadi isu nasional dan antarabangsa sehingga perlu dilaksanakan beberapa kaedah menanganinya secara serius. Berbagai hal yang dapat

dilakukan untuk mengurangkan fenomena UHI di Kotaraya Jakarta seperti: a) melakukan kajian iklim pada setiap kegiatan pembangunan, diantaranya pembinaan jalan raya, jabatan, perumahan, pusat niaga, dan



industri, b) menggunakan bahan binaan yang cerah, c) memperbanyak kawasan telap air, d) menghemat listrik, e) meningkatkan ruang terbuka hijau dan pengaturan yang baik memberi dampak kepada aliran angin yang baik sehingga berlaku penggantian udara atmosfer kawasan kota yang boleh membawa panas, serta bahangan pencemar keluar daripada kawasan kota sehingga dapat mengurangkan peningkatan UHI khususnya di Kotaraya Jakarta, dan f) pengembangan teknologi hijau seperti *roof garden*, bumbung hijau dan dinding hijau yang masih kurang mendapat perhatian pihak pemerintah dan juga masyarakat umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. & Lockwood, J.G. 1979. Albedo. *Progress in physical geography* 3(4) : 500-543.
- Apsari, J. 2007. Kajian pengembangan 'roof garden' di metropolitan dalam upaya mengatasi fenomena urban heat island (Studi kasus: DKI Jakarta). Skripsi. Bogor. Program Studi Arsitektur Landkap, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. (Bahan tidak terbit).
- Anon. 2013. Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Dimuat turun pada tanggal 7 September 2013. http://id.wikipedia.org/wiki/Daerah_Khusus_Ibukota_Jakarta.
- Archives. 2008. FROG Zero classroom to be Greenbuild School of the future, today. Dimuat turun pada tanggal 3 September 2013 <http://www.jetsongreen.com/2008/11/project-frog-ze.html>
- Bari greenfeld. 2011. Dinginkan atap sejukkan bumi. <http://www.hijauku.com/2011/08/04/dinginkan-atap-sejukkan-bumi>. Dimuat turun 23 Juli 2013.
- Bretz, S., Akbari, H. & Rosenfeld, A. 1997. Practical issues for using solar-reflective materials to mitigate urban heat islands. *Journal of Atmospheric Environment* Vol. 30 (3), hlm.
- Effendi, S. 2007. Keterkaitan ruang terbuka hijau dengan urban heat island wilayah Jabotabek. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. (Bahan tidak terbit).
- Nursijah, S., Setiahari, A.M. Zain & Qadarin. 2005. Ruang terbuka hijau wilayah perkotaan. *Makalah diskusi Pengembangan Sistem RTH di Pekanbaru*. Bappeda Bogor. 8pp.
- Rosenfeld, A.H., Akbari, H., Bretz, S., Beth L. Fishman, B.L., Kurn, D.M., David Sailor, D. & Taha, H. 1995. Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates. *Journal of Energy and Buildings* 22: hlm. 255-265.
- Shaharuddin Ahmad. 1992. Some effects of urban parks on air temperature variation in Kuala Lumpur, Malaysia. Kertas kerja yang dibentangkan di 2th. *Tohwa University International Symposium on Urban Thermal Environment*. Fukuoka: Tohwa University, Japan. 7-10 September 1992.
- Shaharuddin & Noorazuan, 2006a. Changes in urban surface temperature in urbanized districts in Selangor, Malaysia. Paper presented at the 3rd. *Bangi World Conference on Environmental Management*. Equatorial Hotel, Bangi. 5-6 September 2006.
- Shaharuddin Ahmad. 2012. *Mikroiklim bandar (perkembangan dan impak pulau haba bandar di Malaysia)*. Bangi. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Shen, Chieh Chang. 2000. Energi use. environmental energies tecnology division. [http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/Energy Use](http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/EnergyUse).
- Sin, Hui Teng dan Chan, Ngai Weng. 2004. The urban heat island phenomenon in Penang Island: Some observations during the wet and dry seasons. Dalam Jamaluddin Jahi, Kadir Ariffin, Salmijah Surif & Shaharuddin Idrus (pnytg). 2004. *Proceedings 2nd. Bangi World Conference on Environmental Management: Facing Changing Conditions*. 13-14 September 2004. Bangi, Malaysia. 504-516.



- Okeil, A. 2010. A holistic approach to energy efficient building form. *Energy and Building* 42: hlm. 1437-1444.
- Trsilowati, L. 2012. Urban Heat Island Dan Kontribusinya Pada Perubahan Iklim Dan Hubungannya Dengan Perubahan Lahan. Prosiding Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global Fakta, Mitigasi, dan Adaptasi. ISBN: 978-979-17490-0-8
- Voogt, J. A. 2002. Urban heat island: Causes and consequences of global environmental change. John Wiley and Sons, Ltd. Chichester. 660-666pp.
- Widodo, B, Ribut, L, Donan, W, Joe, H. 2009. Urban heat islands mitigation by green open space (GOS) canopy improvement: A case of Yogyakarta Urban Area (YUA), Indonesia.
- Wong, M.S., Nichol, J.E., To, P.H. & Wang, J. 2010. A simple method for designation of urban ventilation corridors and its application to urban heat island analysis. *Journal of Building and Environment* 45, hlm. 1880-1889.
- Wong, N. H., & Yu, C. 2004. Study of green areas and urban heat island in a tropical city. *Habitat International*, 29: hlm. 547-558.
- Zain, A.F.M. 2002. Distribution, structure and function of urban green space in southeast Asian mega-cities with special reference to Jakarta metropolitan region (JABOTABEK). Tesis Doktor Falsafah. Departement of Agricultural and Environment Biologi. The University of Tokyo. (Bahan tidak terbit).