

MENEROKA KERANGKA MEMAHAMI PEMBENTUKAN PULAU HABA BANDAR DI JOHOR BAHRU

*(EXPLORING THE FRAMEWORK TO UNDERSTANDING THE
FORMATION OF URBAN HEAT ISLANDS IN JOHOR BAHRU)*

**Muhamad Yusri Yushaimi, Mohd Hairy Ibrahim*, Kamarul Ismail
& Aditya Saputra**

Abstrak

Proses pembandaran yang berlaku di Malaysia telah menyebabkan berlakunya perubahan terhadap pola guna tanah yang sangat ketara daripada peringkat asal. Pola guna tanah ini melibatkan petempatan, pusat perniagaan dan perdagangan, perkilangan dan perindustrian, jaringan pengangkutan dan perhubungan, dan perhotelan dan pelancongan. Keadaan ini membentuk morfologi bandar yang tersendiri, dikaitkan dengan sifat permukaan bandar di mana permukaannya bertar dan berkonkrit, keupayaan menyerap tenaga haba adalah tinggi dipenuhi dengan 'hutan' batu. Situasi ini akan membentuk mikroiklim bandar yang tersendiri mampu memanaskan dan memancar kembali haba ke persekitaran yang dikenali sebagai pembentukan pulau haba bandar (PHB).

Kata kunci: Guna tanah, PHB, morfologi bandar, antropogenik

Abstract

The process of urbanisation that occur at Malaysia has cause the changes of land use pattern significantly from the origin. These land use pattern are included the settlements area, business and commerce centers, manufacturing and industry area, transportation and communication networks, and tourism and hospitality area. This condition forms a distinctive urban morphology, where the surface of urban that covered with the concrete and tar will triggered the ability to absorb heat, this situation is affected by the existence of 'stone' forest at the urban area. This situation also will form an urban microclimate where it is able to increasing the heat and radiate it back to the surrounding where this phenomenon known as urban heat island (UHI).

Keywords: Land use, UHI, urban morphology, anthropogenic

PENGENALAN

Trend proses pembandaran di Malaysia dilihat berlaku begitu pantas terutamanya di bandar-bandar utama seperti Bandaraya Johor Bahru (JB). Pembandaran merujuk kepada suatu proses perubahan sama ada daripada segi penduduk, petempatan, cara hidup, pekerjaan, kegiatan ekonomi, pemikiran atau lain-lain elemen ke arah bandar (Katiman 1988; Mohd. Hairy Ibrahim et al. 2014). Proses pembandaran yang berlaku telah menyebabkan berlakunya perubahan terhadap landskap semula jadi kepada landskap tiruan. Terdapat dua kesan utama akibat daripada proses pembandaran iaitu

pengurangan bilangan tumbuhan hijau dan peningkatan dalam suhu ambien kawasan berkenaan (Cardelino 1991; Mohd. Hairy Ibrahim et al. 2014). Kemerossotan saiz kawasan hijau ini secara langsung telah mengubah kadar penyerapan sinaran matahari, dan kadar kelembapan permukaan dan atmosfera (Nur Aili Hanim Hanafiah 2016) yang mempengaruhi perubahan iklim.

Perubahan terhadap pola guna tanah kesan daripada proses pembandaran sangat ketara daripada peringkat asal. Guna tanah kawasan bandar kebiasaannya akan dibangunkan sebagai kawasan perumahan, kawasan perindustrian, bangunan perniagaan serta pusat perdagangan. Pembangunan yang berlaku seperti ini menyebabkan penggunaan ruang yang luas sehingga melibatkan penggunaan berhektar-hektar tanah, di mana ia melibatkan proses penebangan hutan dan tumbuh-tumbuhan, penerasan bukit-bukau, penambakan laut dan sebagainya bagi merealisasikan pembangunan yang telah dirancang. Situasi ini memberi tekanan ke atas alam sekitar Bandaraya JB yang membawa kepada masalah semasa iaitu pencemaran dan penurunan kualiti alam sekitar. Kegiatan yang dilakukan oleh manusia ini telah mengakibatkan wujudnya fenomena pulau haba bandar (Sin & Chan 2004; Shaharudin Ahmad et al. 2012).

Kewujudan pulau haba bandar (PHB) merupakan fenomena yang sering berlaku di kawasan bandar yang mempunyai tahap proses pembandaran yang sangat pesat seperti Bandaraya JB. Fenomena PHB diklasifikasikan sebagai perbezaan suhu antara bandar dengan luar bandar (Oke 1987; Khamchiaga & Dhakal 2019). Ia dapat dirasai apabila keadaan suhu yang sangat tinggi di kawasan bandar berbanding dengan kawasan sekelilingnya. PHB yang berlaku di Bandaraya JB berlaku akibat daripada proses urbanisasi yang terlalu pesat yang dikaitkan dengan antropogenik (sumber pencemar yang terhasil daripada aktiviti manusia). Pembinaan bangunan yang berkonkrit secara rapat, pembinaan jalan raya dan lebuhraya, pembinaan tapak kenderaan meliputi persekitaran tar dan sebagainya membentuk morfologi bandar yang tersendiri. Morfologi bandar ini dapat dikaitkan dengan sifat permukaan bandar di mana permukaannya bertar dan berkonkrit, keupayaan menyerap tenaga haba adalah tinggi dipenuhi dengan 'hutan' batu, mampu memanas dan memancar kembali haba ke persekitaran (Botkin & Keller 2005).

KONSEP PULAU HABA BANDAR (PHB)

PHB merupakan satu imbalan haba atau ciri peredaran udara yang penting di bandar. Namun begitu, imbalan haba atau ciri peredaran udara ini telah dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu seperti suhu udara di pusat bandar yang lebih tinggi berbanding dengan suhu di kawasan sekitarnya. Fenomena PHB terhasil implikasi daripada proses pembandaran yang tidak terkawal di kawasan bandar (Mirzaei et al. 2012; Bokaie 2016). Udara panas yang berlaku di pusat bandar dan kawasan perniagaan di bandar yang mengakibatkan suhu di bandar meningkat beberapa darjah Celsius berbanding dengan kawasan di sekitarnya (Sham 1995; Wong et al. 2007). Fenomena ini telah memberi kesan kepada berjuta-juta orang di seluruh dunia. Konsep fenomena ini mula dikaji oleh Luke Koward sekitar tahun 1772 hingga 1864 (Grigoras 2019). Howard telah menerangkan kesan pembentukan PHB dalam tempoh masa setahun dan menyatakan puncanya (Mills 2007). Beliau mengenal pasti pembentukan PHB sebagai satu perbezaan antara suhu di bandar dengan kawasan sekitarnya dan membuat kesimpulan bahawa trend suhu akan meningkat dari pinggir bandar ke pusat bandar (Mills 2009). Ia dinyatakan berdasarkan kewujudan haba yang berlebihan di kawasan yang mempunyai pembangunan berbanding dengan kawasan sekitarnya.

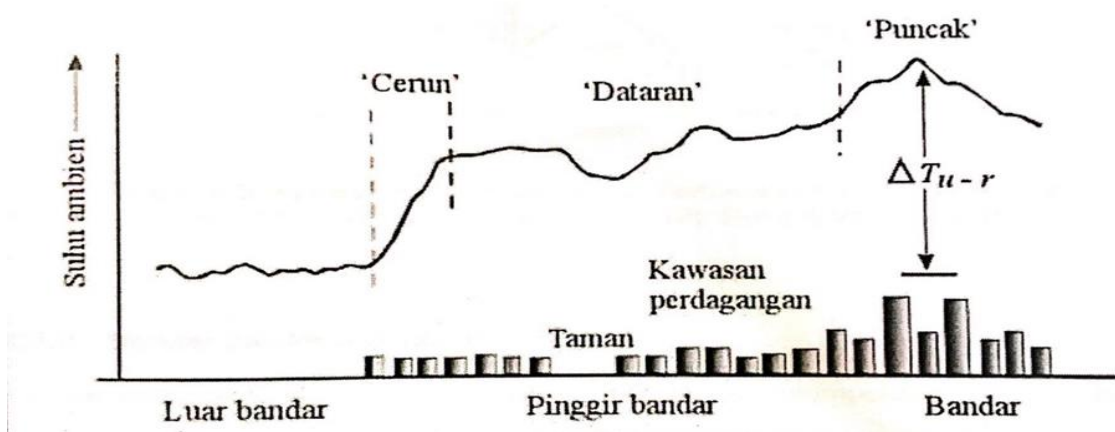
Fenomena PHB amat bergantung kepada fungsi bandar dan saiz bandar tersebut. Pembentukan PHB ini berlaku seiring dengan peningkatan urbanisasi atau pembandaran (Chan et al. 2003; Mohd. Hairy et al. 2014). Fenomena PHB merupakan analogi iklim dan geomorfologi bagi sesebuah bandar yang wujud sebagai sebuah pulau yang dikelilingi laut (Sham 1989 & 1995). Ia mempunyai perbezaan dari segi iklim dan geomorfologi yang melibatkan parameter-parameter seperti hujan, suhu, kualiti udara dan sebagainya. Pembentukan pulau haba bandar adalah udara panas yang terdapat di pusat bandar yang menyebabkan suhu di kawasan bandar tersebut meningkat beberapa darjah Celsius (°C) berbanding kawasan sekitarnya (Sham 1995; Zhang et al. 2012). Sham (1995); Shaharuddin et al. (2011) telah menggariskan ciri-ciri utama pulau haba bandar (Rajah 1).

Jadual 1. Ciri-ciri Utama Pulau Haba Bandar

Aspek	Ciri-ciri
Suhu tinggi	Suhu udara di pusat bandar lebih tinggi daripada kawasan di sekitarnya.
Kecerunan	Cerun suhu yang curam lazimnya wujud di sekitar sempadan bandar dan luar bandar mencerminkan perubahan suhu yang mendadak akibat daripada perubahan guna tanah.
Terma	Pengaruh terma sesebuah bandar boleh dirasakan setinggi 200–500 meter.
Bentuk	Lapisan udara membentuk kubah pencemaran.
Petempatan kecil	Petempatan kecil juga mempunyai pulau haba tetapi dalam intensiti yang kecil.
Waktu siang	Intensiti dan bentuk pulau haba banyak kepada jenis guna tanah dan kesan lindungan daripada bangunan-bangunan tinggi.

Sumber: Sham Sani (1995); Shahrudin et al. (2011)

Ketinggian suhu bandar ini adalah bergantung pada ketumpatan pembangunan, saiz bandar, sifat permukaan bandar dan sebagainya (Mihalakakou et al. 2004). Ia digambarkan seolah-olah wujudnya sebuah pulau haba di tengah-tengah kawasan yang di kelilingi udara yang lebih sejuk di sekitarnya. Pembentukan PHB berpunca daripada sifat permukaan bandar (morfologi bandar) yang kebanyakannya terdiri daripada simen, bahan konkrit, batu bata, asphalt, kaca, besi dan sebagainya. Sifat-sifat permukaan ini berkeupayaan untuk menyerap tenaga haba kira-kira tiga kali ganda melebihi permukaan tanah berpasir lembap yang kebanyakannya terdapat di kawasan pinggir dan luar bandar. Keadaan ini disebabkan nilai albedo permukaan bandar menjadi semakin rendah dan kadar bahangan di bandar bertambah (Ahmad & Lockwood 1979; Shahrudin 2009). Pembentukan PHB, menjadi bertambah serius dan membimbangkan apabila angin berada pada skala sinoptik lemah dan tidak mampu menghapuskan bahan pencemaran yang terdapat di atmosfera di bandar.



Rajah 1. Profil rentasan suhu luar bandar – bandar yang membentuk fenomena pulau haba bandar

Sumber: diubahsuai daripada Oke (1987); Mohd Hairy et al. (2014)

Kawasan bandar yang padat dan kompleks, intensiti PHB tidak sama, kerana ia telah dipengaruhi oleh bentuk muka bumi bandar dan sifat morfologi bandar yang tidak seragam (Mihalakakou et al. 2004; Shahrudin 2012). Kawasan bandar terdiri daripada pola guna tanah yang berbeza dan sangat kompleks. Ia terdiri daripada kawasan tepu bina bangunan, tanah lapang, badan air, jalan raya kawasan perniagaan dan sebagainya. Pola guna tanah tersebut mempunyai keupayaan

yang berbeza untuk menyerap, memantul, memancar dan menyimpan haba. Faktor perubahan guna tanah ini mempengaruhi pola taburan suhu di kawasan bandar (Ahadi et al. 2011) disebabkan faktor antropogenik atau aktiviti manusia. Pola taburan suhu di bandar juga turut dipengaruhi oleh faktor semula jadi seperti liputan awan, bentuk muka bumi, faktor musim/harian, perubahan iklim dan kestabilan udara di bandar.

GUNA TANAH BANDARAYA JOHOR BAHRU YANG MEMPENGARUHI PEMBENTUKAN PULAU HABA BANDAR

Bandar merupakan sebuah tempat atau kawasan pengelompokan yang mempunyai pelbagai aktiviti di dalamnya. Pengelompokan terdiri daripada sebuah kumpulan penduduk yang tinggi di sesebuah kawasan yang sama dan menggunakan segala prasarana atau kemudahan yang ada seperti tempat kerja, pusat perkhidmatan, tanaman bunga dan sebagainya. Elemen-elemen yang terdapat di bandar antaranya seperti perbankan, perdagangan, perniagaan dan aktiviti perindustrian (Katiman 2002). Proses perbandaran bersifat dinamik ini melibatkan perluasan kawasan berkaitan bandar serta pertukaran landskap fizikal semula jadi kepada kawasan yang boleh menjana sumber ekonomi dan pendapatan. Keadaan ini dapat dilihat dari segi aspek ekonomi, rangkaian pengangkutan, guna tanah, infrastruktur serta pembangunan bandar secara keseluruhannya.

Petempatan

Pertambahan penduduk di Bandaraya JB dilihat telah menyumbang kepada pembukaan kawasan baru untuk pembangunan kawasan perumahan. Fertiliti, mobiliti dan migrasi merupakan faktor yang menyumbang kepada peningkatan bilangan penduduk Bandaraya ini. Pertumbuhan penduduk di kawasan bandar terutamanya di negara-negara membangun memberi impak terhadap sumber alam semula jadi dan menyebabkan kehilangannya secara perlahan-lahan (Peron et al. 2015). Situasi ini berlaku apabila guna tanah bagi petempatan menjadi sangat penting bagi menampung pertumbuhan penduduk. Ia melibatkan permintaan guna tanah yang luas, terutamanya dalam pembangunan serta tambahan kepada keperluan penyediaan kemudahan-kemudahan asas. Ia menghasilkan impak terhadap persekitaran bandar seperti perubahan terhadap morfologi bandar, infrastruktur, kemudahan yang terdapat, peningkatan penggunaan tenaga, perubahan kepada keadaan persekitaran fizikal yang boleh dilihat dan juga jumlah penduduk yang ditampung (Mohd Hairy Ibrahim 2010).

Perkara ini telah memberi impak terhadap kualiti alam sekitar terutamanya ekosistem asal kawasan tersebut. Keadaan ini mendorong kepada berlakunya pengurangan saiz kawasan hijau. Pengurangan atau kemerosotan saiz kawasan hijau ini secara tidak langsung telah mengubah kadar penyerapan sinaran matahari, haba dan kadar kelembapan permukaan bumi dan atmosfera (Nur Aili Hanim Hanafiah 2016) yang mempengaruhi perubahan iklim. Perubahan iklim yang berlaku ini menyumbang kepada peningkatan suhu dan seterusnya mengubah halaju angin serta kelembapan udara. Peningkatan suhu yang membawa perubahan dalam kadar kelembapan bandingan yang akhirnya menjadikan kawasan persekitaran begitu tidak selesa seperti lembap dan hangat (Shaharudin & Noraziah 2011). Maka tumbuhan hijau memainkan peranan untuk menyederhanakan suhu persekitaran (Chang 2007) dan ruang hijau sepatutnya lebih banyak diwujudkan di bandar besar supaya suhu persekitaran dapat diseimbangkan.

Pusat Perniagaan dan Perdagangan

Perubahan fungsi bandar sebagai pusat perniagaan dan perdagangan telah menjadikan kawasan Bandaraya JB menjadi sesak dengan pertambahan bilangan penduduk serta pengunjung. Dalam memainkan peranan tersebut, dapat dilihat pembangunan yang berlaku di kawasan tersebut menjadi sangat pesat. Tanah-tanah yang terdapat di kawasan tersebut akan dibangunkan mengikut keperluan dan permintaan semasa dan seterusnya menjadikan kawasan tersebut padat dengan bangunan-bangunan pencakar langit seperti kompleks membeli-belah, bangunan-bangunan komersil, dan sebagainya. Geometri bangunan iaitu bentuk, saiz dan ketinggian ini memberi kesan pantulan, resapan dan penyebaran bahangan suria yang berbeza hingga menyebabkan persekitaran bandar

dipanaskan dalam darjah kepanasan yang berlainan dan kadar yang berbeza (Rohli & Vega 2008: 467; Shaharuddin 2012).

Bangunan-bangunan yang didirikan kebiasaannya mempunyai pelbagai reka bentuk mengikut budaya, serta kesesuaian saiz ruang yang terdapat di kawasan bandar yang bersifat terhad. Kebanyakan bangunan yang wujud di kawasan bandar akan menggunakan ruang secara maksimum (dibina secara rapat) serta mempunyai ketinggian yang mencakar langit. Bangunan-bangunan tinggi dan dibina rapat ini disifatkan berkeupayaan untuk menjadi halangan terhadap tiupan angin yang berlaku di dalam kawasan bandar. Keadaan ini berlaku apabila halaju tiupan angin yang bergerak ke kawasan bandar berkurangan kesan daripada halangan yang wujud di permukaan bandar itu. Menurut Chan (2010), menyatakan bahawa selain tumbuhan, angin juga berupaya untuk menyederhanakan suhu persekitaran.

Perkilangan dan Perindustrian

Perkilangan dan perindustrian adalah satu mekanisme yang membolehkan berlakunya perubahan ekonomi daripada struktur ekonomi domestik, seperti perubahan pertanian tradisional untuk sara diri kepada ekonomi yang moden, yang membawa kepada kewujudan bandar-bandar yang berbeza dan kawasan industri (Todaro 1997; Nurul Fatin Alia & R. B. Radin Firdaus 2017). Kegiatan ekonomi seperti ini dilihat mampu menjana sumber ekonomi berimpak tinggi dalam meningkatkan perolehan pendapatan di sesebuah kawasan. Sektor perindustrian dan perkilangan ini juga dilihat telah membawa kepada pertambahan peluang pekerjaan dan menggalakkan pertumbuhan penduduk. Hal ini secara langsung telah memberi kesan ke atas taraf hidup dan keadaan sosioekonomi masyarakat setempat.

Namun begitu, kegiatan perindustrian yang dijalankan ini telah memberi kesan negatif terhadap iklim bandar. Penghasilan bahan-bahan pencemar seperti karbon monoksida dan karbon dioksida telah menjejaskan kualiti udara di kawasan bandar. Ia berlaku apabila gas yang dihasilkan tersebut dilepaskan oleh pihak pengurusan ke udara secara bebas tanpa dikawal dan seterusnya ia membentuk bahan pencemar udara yang dikenali sebagai gas rumah hijau. Apabila komposisi gas rumah hijau meningkat, molekul-molekul gas ini yang bersifat menyimpan haba, akan memerangkap haba lalu melambatkan proses pembebasan haba. Haba yang terperangkap inilah yang seterusnya akan meningkatkan suhu pada permukaan bumi, mampu mengubah makroiklim bandar. Keadaan ini telah menyebabkan pola kelembapan bandingan adalah berkadar songsang dengan peningkatan suhu yang berlaku (Ahadi et al. 2011).

Jaringan Pengangkutan dan Perhubungan

Sistem pengangkutan dan perhubungan telah menjadi pemangkin utama bagi pembangunan sosioekonomi negara terutamanya Bandaraya JB. Kecekapan sistem pengangkutan telah mendorong kepada peningkatan pertumbuhan ekonomi. Pada tahun 2017, sub sektor pengangkutan dan pergudangan menyumbang 3.6 peratus kepada KDNK dengan nilai sebanyak RM48.8 bilion, dan 6.6 peratus kepada nilai tambahan sektor perkhidmatan (Laporan Menteri Pengangkutan Malaysia 2019). Dalam meningkatkan mutu sistem pengangkutan, kerajaan telah membina dan menambah baik rangkaian pengangkutan secara berterusan dengan membina jaringan jalan raya dan rel bagi menyokong mobiliti penumpang dan barangan. Ia telah mendorong kepada pertambahan rizab guna tanah pengangkutan dan perhubungan di Bandaraya JB kepada 6 572.42 hektar iaitu 17.57 peratus guna tanah Majlis Bandaraya Johor Bahru.

Namun begitu, pertumbuhan mobiliti yang pesat sejak kebelakangan ini dijangkakan akan terus meningkat di masa hadapan. Jika ia tidak dikawal dengan baik akan menyebabkan peningkatan terhadap pencemaran. Jumlah pelepasan karbon menunjukkan Malaysia telah menghasilkan 7.9 tan per kapita pada 2011 berbanding purata untuk negara-negara berpendapatan sederhana yang lebih tinggi iaitu 5.4 tan per kapita (Laporan Menteri Pengangkutan Malaysia 2019). Sebahagian besar pelepasan karbon dalam sektor pengangkutan adalah daripada pengangkutan darat melibatkan 90 peratus (48,200 tan) dan 67 peratus daripadanya adalah berpunca daripada kereta persendirian.

Karbon dioksida merupakan gas rumah hijau yang berfungsi memerangkap tenaga haba lebihan di zon bandar dan salah satu gas pencemar yang terhasil daripada aktiviti pengangkutan. Kualiti udara persekitaran amat bergantung kepada jenis sistem pengangkutan yang digunakan (Mahmud et al. 2010).

Perhotelan dan Pelancongan

Kawasan bandar dilihat sebuah kawasan yang mampu menjadi pusat pelancongan apabila mempunyai daya tarikan kepada para pelancong. Keadaan ini didorong oleh kewujudan pusat membeli-belah, pusat kesihatan, pusat pengangkutan dan sebagainya yang bertaraf dunia. Bandaraya JB yang berhampiran dengan Singapura menjadikan ramai rakyat dari negara republik tersebut datang ke JB. Kebanyakan pelancong dari Singapura datang untuk membeli-belah barang keperluan seperti pakaian, barang dapur dan sebagainya. Perkara ini didorong oleh nilai pertukaran mata wang Malaysia yang lebih rendah berbanding dengan nilai pertukaran mata wang mereka. Keadaan menyebabkan kuasa beli mereka lebih tinggi dan menggalakkan mereka untuk berbelanja apabila berada di JB. Peningkatan bilangan pelancong yang datang telah menghidupkan sektor perhotelan di Bandaraya JB.

Namun begitu, peningkatan bilangan pelancong telah menyumbang kepada kesesakan dan ini mampu memberi kesan terhadap kemerosotan alam sekitar di kawasan bandar tersebut. Ia dapat dilihat apabila berlaku peningkatan penggunaan pengangkutan awam yang menyumbang kepada peningkatan penggunaan bahan bakar fosil seperti petrol dan diesel. Peningkatan penggunaan bahan tersebut mampu menghasilkan gas pencemar. Selain itu, peningkatan penggunaan tenaga dalam sektor perhotelan turut berlaku. Keadaan ini berlaku apabila peningkatan terhadap penggunaan penghawa dingin dalam kalangan pengunjung hotel. Penggunaan penghawa dingin telah menghasilkan klorofluorokarbon (CFC) yang merupakan gas pencemar yang mampu menjejaskan lapisan ozon. Perkembangan kegiatan pemandaran yang berlaku tersebut menyebabkan berlakunya kemerosotan terhadap alam sekitar di kawasan bandar tersebut, serta telah mengubah cuaca dan iklim bandar di sekitarnya (Changnon 1981; Cotton & Pielke 1995; Mohd Hairy et al. 2014).

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, makalah ini membincangkan dalam memahami kewujudan PHB yang sering berlaku di kawasan bandar terutamanya Bandaraya JB. PHB berkait rapat dengan pembentukan mikro iklim bandar tersendiri, di mana kebiasaannya kawasan bandar mempunyai suhu yang lebih tinggi daripada kawasan sekitarnya. Perubahan guna tanah bandar merupakan faktor yang mempengaruhi pembentukan PHB. Ia telah menyebabkan berlakunya perubahan terhadap landskap semula jadi kepada landskap tiruan yang menyumbang kenapa penghasilan antropogenik (sumber pencemar yang terhasil daripada aktiviti manusia).

RUJUKAN

- Ahadi Iskandar Ismail et al. 2011. *Kesan Penyabbutanan ke atas Pola Suhu dan Kelembapan Bandingan di Cameron Highlands, Malaysia: Satu analisis awal*. Fakulti Sains Kemanusiaan. UPSI.
- Ahmad, S. & Lockwood, J.G. 1979. Albedo. *Progress in Physical Geography* 3(4): 500-543.
- Bokaie, M., Zarkesh, M. K., Arasteh, P. D., & Hosseini, A. 2016. Assessment of Urban Heat Island based on the relationship between land surface temperature and Land Use/ Land Cover in Tehran. *Sustainable Cities and Society* 23: 94–104.
- Botkin, D.B. & Keller, E.A. 2005. *Environmental Science: Earth as a Living Planet*. 5th Rd. New Jersey: John Wiley.
- Cardelino, C. A. 1991. *Principles of Environmental Management: The Greening of Business*. London: Prentice-Hall Inc.
- Chan, N.W., Clifton, J., Barrow, C.J., Chang, W.F., Wong, C.F. & Ting, P.L. 2003. Development issues and prospects in Cameron Highlands. *Proceedings of a Conference on Society, Space and Environment in a Globalised World*: 240 – 251. Penang: Universiti Sains Malaysia.
- Chan, K.W. 2010. Fundamentals of China's Urbanisation and Policy. *China Rev* 10: 63-93.

- Changnon, S. A. (Ed.). 1981. *Metromex: A Review and Summary*. Meteorology. Monography. No. 40. *Amer. Meteor. Soc.* 181.
- Chang, C.R. 2007. A preliminary study on the local cool island intensity of Taipei City. *Landscape and Urban planning* 80: 386 – 395.
- Cotton, W. R. & Pielke, R. A. 1995. *Human Impacts on Weather and Climate*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grigoraş, G., & Urişescu, B. 2019. Land Use/Land Cover Changes Dynamics and their Effects on Surface Urban Heat Island in Bucharest, Romania. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 80: 115–126.
- Hanafiah, N.H. 2016. *Pengaruh Pulau Haba Bandar terhadap Keselesaan Terma Dalaman Bangunan untuk Pekerja di Pulau Pinang*. Minden: USM.
- Katiman Rostam. 1988. *Pengantar Geografi Bandar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Katiman Rostam. 2002. *Prinsip Asas Persekitaran Manusia*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Khamchiangta, D., & Dhakal, S. 2019. Physical and non-Physical Factors Driving Urban Heat Island: Case of Bangkok Metropolitan Administration, Thailand. *Journal of Environmental Management*. 248: 1-13.
- Laporan Menteri Pengangkutan Jalan. 2019. *Dasar Pengangkutan Negara 2019-2030*. Kementerian Pengangkutan Malaysia.
- Mahmud M, Ab Liah IA. 2010. Pencemaran Udara di Bukit Rambai, Melaka Sewaktu Peristiwa Jerebu Tahun 2005. *GEOGRAFLA-Malaysian Journal of Society and Space* 6(3): 30-39.
- Mihalakakou, G., et al. 2004. Simulation of the Urban Heat Island Phenomenon in Mediterranean Climates. *Pure and Applied Geophysics* 161: 429-451.
- Mohd Hairy Ibrahim. 2010. Aktiviti Antropogenik dan Kesannya Terhadap Perubahan Landskap Permukaan: Satu Kajian Observasi di Ipoh, Perak, Malaysia. *Jurnal Perspektif* 5(2): 15-28.
- Mohd. Hairy Ibrahim et al. 2014. Kesan Pembandaran terhadap Pembentukan Pulau Haba Bandar di Kuala Terengganu. *Geografi* 2(2): 1-13.
- Mills, G. 2007: Luke Howard and The Climate of London. *Weather* 63: 153-157.
- Mills, G. 2009: *Luke Howard, Tim Oke and The Study of Urban Climates*. Dublin, Ireland: UCD.
- Nurul Fatin Alia & R. B. Radin Firdaus. 2017. Kesan Pembangunan Kawasan Perindustrian Terhadap Komuniti Pesisir Pantai di Pasir Gudang, Johor. Kertas kerja dibentangkan pada 2nd USM-International Conference on Social Sciences, 23-25 August 2017. Pulau Pinang.
- Oke, T.R. 1987. Urban Heat Storage Derive as Energy Balance residuals. *Boundary-layer. Meteorology* 39: 233-245.
- Peron, F., De Maria, M. M., Spinazzè, F., & Mazzali, U. 2015. An Analysis of the Urban Heat Island of Venice Mainland. *Sustainable Cities and Society* 19: 300-309.
- Rohli, R.V, & Vega, A.J. 2008. *Climatology*. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers.
- Shaharudin Ahmad, Noorazuan Md. Hashim dan Yaakob Mohd Jani. 2009. Fenomena Pulau Haba Bandar dan Isu Alam Sekitar di Bandaraya Kuala Lumpur. *Malaysia Journal of Society and space* 5(3): 57-67.
- Shaharuddin Ahmad & Nooraziah Ali. 2011. Aktiviti Ekonomi dan Penjanaan Haba di beberapa lokasi terpilih di Kuala Lumpur. *Malaysia Journal of Society and Space* 5(3): 57 – 67.
- Shaharudin Ahmad. 2012. *Mikroiklim Bandar: Perkembangan dan Impak Pulau Haba Bandar di Malaysia*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Sham Sani. 1989. *Pembandaran dan Iklim – Implikasi Terhadap Perancangan Bandar di Rantau Tropika Rendah*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Sham Sani. 1995. *The Climate of Kuala Lumpur – Pertaling Jaya Area, Malaysia*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Sin, H.T. and Chan, N.W. 2004. The Urban Heat Island Phenomenon in Penang Island: Some Observations During the Wet and Dry Season. *Facing Changing Conditions. Proceedings of the 2nd Bangi World Conference on Environmental Management*. Bangi: Environmental Management Programme, Centre for Graduate Studies Universiti Kebangsaan Malaysia and Environmental Management Society (EMS) Malaysia: 504-518.
- Todaro, M. P. 1997. *Economic Development*. 6th ed. Boston: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

- Wong, N.H, Jusuf, S.K., Win, A.A.L., Thu, H.K., Negara, T.S. & Xuchao, W. 2007. Environmental Study of the Impact of Greenery in an Institutional Campus in the Tropics. *Building and Environment* 42: 2949-2970.
- Zhang, Y. et al. 2012. Study on Urban Heat Island Effect based on Normalized Difference Vegetated Index: A case study of Wuhan City. *Procedia Enviro* 8: 574-581.

Muhamad Yusri Yushaimi
Department of Geography and Environment,
Sultan Idris Education University
Tanjong Malim, 35900
Perak, Malaysia
E-mel: muhamadusery94@gmail.com

Mohd Hairy Ibrahim, Ph.D (*Corresponding Author)
Department of Geography and Environment,
Sultan Idris Education University
Tanjong Malim, 35900
Perak, Malaysia
E-mel: hairy@fsk.upsi.edu.my

Kamarul Ismail, Ph.D
Department of Geography and Environment,
Sultan Idris Education University
Tanjong Malim, 35900
Perak, Malaysia
E-mel: kamarul.ismail@fsk.upsi.edu.my

Mohd Hashiq Hashim
Department of Geography and Environment,
Sultan Idris Education University
Tanjong Malim, 35900
Perak, Malaysia
E-mel: a shic_rawk@hotmail.com

Aditya Saputra, Ph.D
Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah
Surakarta, Indonesia
E-mel: aditsaputra1987@gmail.com

Diserahkan: 4 Mei 2021
Diterima: 27 September 2021
Diterbitkan: 15 Disember 2021