

KAJIAN JEJAK KARBON DI KUALA LUMPUR

(Carbon footprint studies in Kuala Lumpur)

NurulAkmar Idris & Mastura Mahmud

ABSTRAK

Perubahan iklim adalah satu cabaran terbesar yang bakal di hadapi oleh bandar-bandar membangun di seluruh dunia. Tidak terkecuali Kuala Lumpur yang merupakan ibu kota Malaysia yang sedang pesat membangun. Seperti bandar membangun yang lain, di Kuala Lumpur juga penghasilan gas rumah hijau (GRH) kebanyakannya berpunca daripada gas karbon dioksida (CO₂) melalui aktiviti daripada kawasan bandar, perindustrian dan pengeluaran daripada kenderaan bermotor. Objektif kajian dijalankan adalah untuk menganalisa data jejak karbon dioksida daripada pernafasan manusia dan menganalisa kemampuan ruang hijau (taman-taman besar) dalam menyerap perlepasan CO₂ daripada pernafasan di Kuala Lumpur. Dianggarkan sebanyak 1.406 juta kg tan/manusia/tahun CO₂ telah dibebaskan oleh 1.67 juta orang penduduk Kuala Lumpur. Bagi pelepasan jejak karbon pernafasan penduduk di Kuala Lumpur adalah sebanyak 559,906.56 ton/manusia/tahun. Manakala daya serap CO₂ bagi taman-taman besar adalah sebanyak 484,367.62 ton/manusia/tahun. Implikasi daripada kajian ini menunjukkan bahawa jumlah tumbuhan taman tidak mampu menampung penyerapan karbon yang telah dilepaskan.

Kata kunci : Perubahan iklim, gas rumah hijau (GHG), karbon dioksida (CO₂), jejak karbon, Kuala Lumpur

ABSTRACT

Climate change is one of the biggest challenges faced by cities of the developing world. Of no exception is the rapid development in Kuala Lumpur, the capital city of Malaysia. Like other developing cities, the emissions of greenhouse gases (GHG), such as carbon dioxide (CO₂) from activities in the urban areas, industrial and emissions from motor vehicles. The objective of this study is to analyze the carbon footprint of the human breathing and the ability of green spaces (large gardens) to absorb the release of CO₂ from breathing activities in Kuala Lumpur. An that 1,406 million kg tonnes CO₂ / man / year were released by 1.67 million people in Kuala Lumpur. The release of CO₂ from humans in Kuala Lumpur was estimated at 559,906.56 tonnes / man / year, while the CO₂ absorption capacity for large gardens was 484,367.62 tonnes / man / year. The implication of this study showed that the total area of plants were not capable in absorbing the released carbon within the city.

Keywords: Climate change, greenhouse gas (GHG), carbon dioxide (CO₂), carbon footprint, Kuala Lumpur

PENGENALAN

Perubahan iklim global telah diiktiraf sebagai masalah alam semula jadi yang semakin mendesak pada abad ke-21 (Tangang et. al., 2012). Perubahan iklim global telah memberi kesan kepada banyak sistem semulajadi berdasarkan bukti dan pemerhatian saintifik. Antara perubahan yang paling ketara adalah peleburan ais berlaku di kutub seperti Artik, peleburan glasier yang berlaku di seluruh dunia, peningkatan air lautan dan perubahan dalam ekosistem daratan dan laut (IPCC, 2013). Menurut Environmental Protection Agency United States (EPA) 2012, suhu permukaan global telah meningkat sebanyak 1.3 darjah Fahrenheit (F) sejak lebih 100 tahun yang lalu. Manakala kadar pemanasan di seluruh dunia sejak 50 tahun yang lalu (0.24 F setiap dekad) adalah hampir dua kali ganda kadar pemanasan lebih 100 tahun yang lalu iaitu 0.13 F setiap dekad.

Perubahan iklim merupakan istilah yang merujuk kepada perubahan besar dalam unsur seperti suhu, hujan, salji atau angin dalam tempoh yang berpanjangan selama beberapa dekad atau lebih yang disebabkan oleh faktor semula jadi dan aktiviti manusia (EPA, 2012). Perubahan iklim secara semulajadi disebabkan oleh perubahan dalam orbit bumi, intensiti matahari, peredaran lautan dan aktiviti gunung berapi. Fenomena perubahan iklim global menyebabkan terjadinya perubahan cuaca, termasuk perubahan suhu kedinginan dan kepanasan yang melampau, peningkatan kekerapan terjadinya kemarau yang kritikal, banjir besar, ribut taufan dan juga tsunami. Sebagai contoh, pada tahun 2003 negara di Eropah telah mengalami gelombang haba pada musim panas, dengan suhu musim paling panas pernah dicatatkan di negara seperti Sepanyol, Perancis, Switzerland dan Jerman (Botkin & Keller, 2005).

Aktiviti manusia termasuk membakar bahan api fosil, pembakaran hutan, membangunkan tanah untuk ladang, bandar yang menyumbang kepada perubahan iklim. Perubahan iklim ini akan menyebabkan kesan rumah hijau. Lebih seabad lalu, aktiviti manusia dalam pembangunan telah mengeluarkan banyak gas karbon dioksida (CO₂) dan gas rumah hijau (GRH) ke dalam atmosfera. Kepekatan GHG di atmosfera seperti CO₂, metana (CH₄) dan nitrus oksida (N₂O) yang ketara disebabkan oleh aktiviti manusia sejak tahun 1750 lagi (IPCC, 2013).

Secara umum, Malaysia mungkin dianggap sebagai zon bebas bencana iklim yang berkaitan. Tetapi bencana berkaitan perubahan iklim yang sederhana agak kerap berlaku di Malaysia sejak kebelakangan ini. Cuaca panas dan kering ketika ini disebabkan oleh kejadian fenomena El Nino kuat yang boleh menyebabkan pengurangan jumlah hujan antara 20 peratus hingga 60 peratus dan kenaikan suhu sekitar 0.5°C hingga 2.0°C dari biasa (Bernama, 2016). Masyarakat Malaysia seharusnya sedar bahawa musim kemarau yang melanda Malaysia baru ini adalah akibat sikap masyarakat sendiri yang tidak mengutamakan ekosistem dan persekitaran hijau.

Ruang hijau sepatutnya lebih banyak diwujudkan di bandar besar supaya suhu persekitaran dapat diseimbangkan. Ini adalah kerana kawasan hijau mampu memerangkap lebih daripada 12 juta tan debu dan habuk (Heinze, 2011). Kajian yang dilakukan di United Kingdom mendapati penambahan 10 peratus ruang hijau di kawasan bandar yang mempunyai kepadatan

tinggi membolehkan bandar tersebut mengekalkan tahap suhu musim panas untuk 70 tahun berikutnya (Grill et. al., 2007)

Dari 10,000 tahun sehingga 150 tahun lalu, kepekatan CO₂, CH₄ dan N₂O secara relatifnya adalah stabil di atmosfera dan sepanjang 150 tahun kepekatan CH₄ telah meningkat sebanyak 148% dan N₂O telah meningkat sebanyak 18% (IPCC, 2007). Penguraian bahan organik karbon yang mengandungi bakteria di tempat-tempat lembab contohnya di tapak pelupusan merupakan sumber utama penghasilan CH₄ di atmosfera. Pembakaran petrol dalam enjin kenderaan bukan sahaja menyebabkan pembebasan CO₂, tetapi juga turut membebaskan N₂O dan mencetuskan pengeluaran ozon troposfera. Pengangkutan bermotor seperti kereta, motosikal, teksi, bas, dan kenderaan yang lain dalam kehidupan seharian manusia banyak menyebabkan pencemaran udara. Kesemua kenderaan ini akan membakar bahan api fosil dan seterusnya akan melepaskan asap yang tercemar dan membawa kesan buruk kepada persekitaran. Kualiti udara persekitaran amat bergantung kepada jenis sistem pengangkutan yang digunakan (Mahmud et. al., 2010).

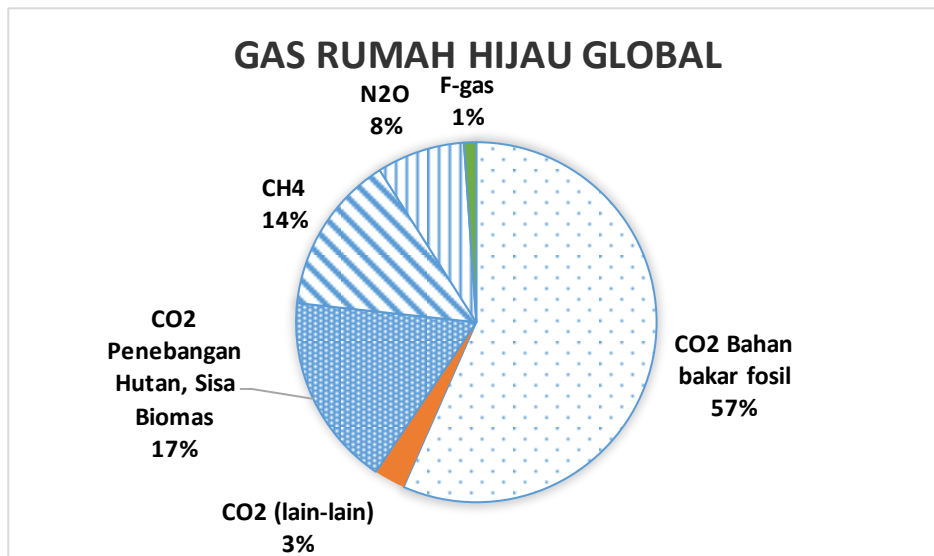
Pelepasan GRH telah meningkat sejak zaman pra-industri iaitu sebanyak 28.7 GtCO₂ pada tahun 1970 dan meningkat sebanyak 70% menjadikan pengeluaran GRH adalah sebanyak 49 GtCO₂ pada tahun 2004 (IPCC, 2014). Kepekatan CO₂ dari 280 ppm pada 2012 telah meningkat kepada 394 ppm pada tahun 2011 (NOAA, 2012). Pertumbuhan terbesar dalam pelepasan GRH tahun 2004 telah datang daripada bekalan tenaga, pengangkutan dan industri, manakala kediaman dan bangunan komersial, perhutanan (termasuk penebangan hutan) dan pertanian telah berkembang pada kadar yang lebih rendah.

Rajah 1 menunjukkan pelepasan global untuk GRH pada tahun 2004. Bahan bakar merupakan pelepasan terbesar CO₂ dan diikuti penebangan hutan atau sisa biomass. Menurut IPCC, penggunaan tenaga merupakan sektor yang paling banyak membebaskan CO₂ iaitu sebanyak 2.5% daripada jumlah keseluruhan pembebasan CO₂ di atmosfera dan diikuti oleh sektor industri sebanyak 19.40. Sektor yang paling kurang dalam pelepasan CO₂ adalah sisa buangan yang menyumbang hanya 2.80% daripada pembebasan CO₂ di atmosfera.

Pembebasan GHG ke atmosfera mengakibatkan berlakunya pencemaran udara yang menjejaskan perubahan iklim bukan saja disebabkan oleh zrah terampai tetapi juga disebabkan oleh pembebasan gas beracun yang bahaya ke udara seperti 70% karbon, 20% debu tanah dan 10% tidak diketahui punca. Manakala gas berbahaya pula terdiri daripada gas karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), ozon (O₃) dan sulfur dioksida (SO₂) (Mahmud & Abu Hanifah, 2009; Mahmud & Ab Liah, 2010).

Bagi mencapai hasrat kerajaan dan selari dengan Program Transformasi Ekonomi Projek Permulaan NKEA 10 'Greater Kuala Lumpur/Lembah Klang' dan '*entry-point-project*' (EPP) 6 *Greener Kuala Lumpur/ Menghijaukan KL/ Lembah Klang* bagi memastikan penduduk-penduduk menikmati ruang hijau yang mencukupi, Dewan Bandaraya Kuala Lumpur (DBKL) iaitu pihak berkuasa tempatan Kuala Lumpur telah mengambil beberapa langkah untuk mewujudkan sebuah bandaraya yang bebas daripada sebarang bentuk pencemaran. Antara pendekatan yang diambil oleh DBKL telah terkandung didalam Pelan Pembangunan Kuala

Lumpur 2020, iaitu memastikan penyediaan kawasan pemampasan berlandskap yang mencukupi di antara lebuh raya dan kawasan tepu bina lain (DBKL, 2008).



Rajah 1 Pelepasan Global GHG pada tahun 2004
Sumber: IPCC 2007

Kawasan Kajian

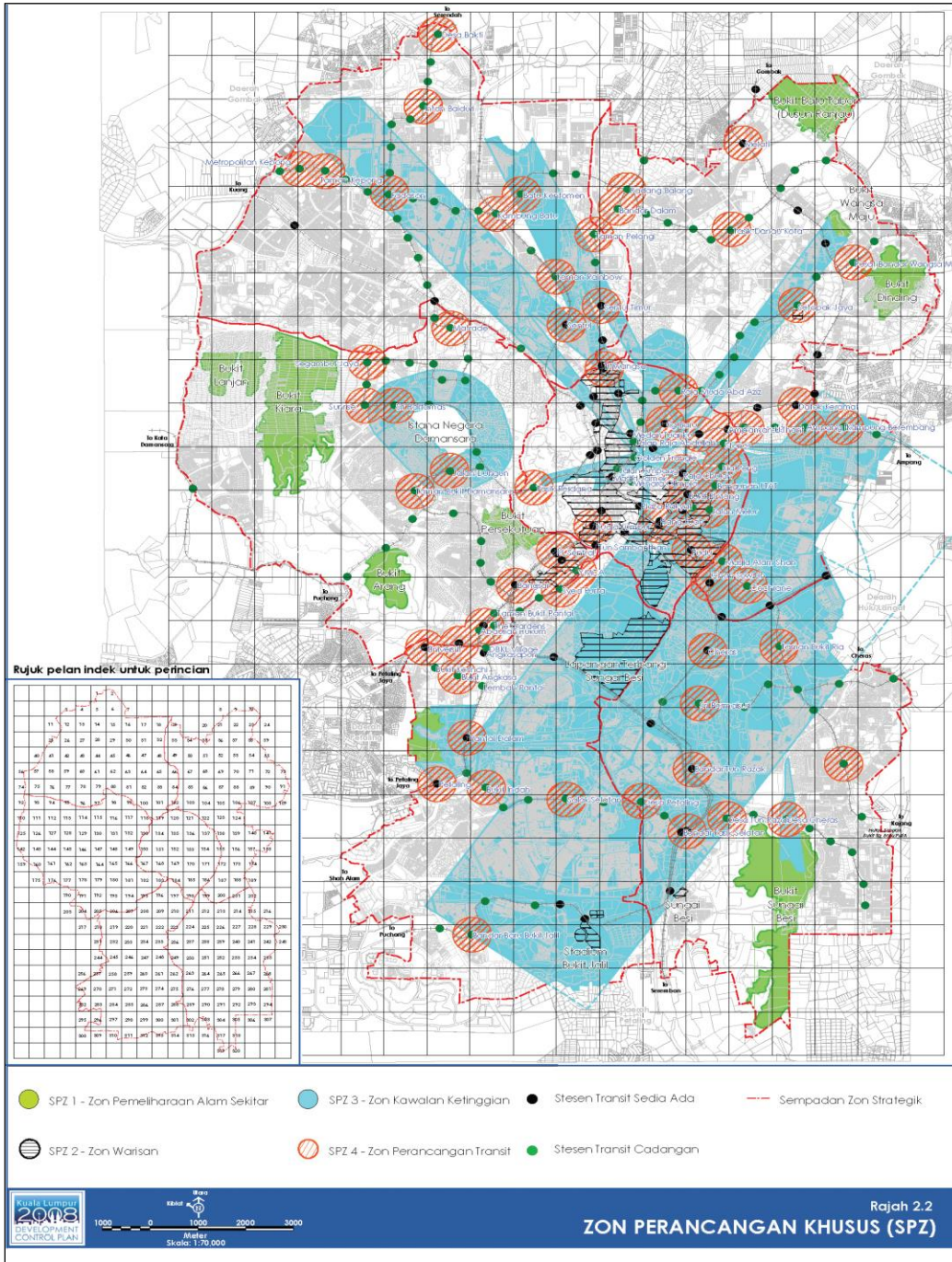
Bandaraya Kuala Lumpur merupakan ibu negara dan bandar terbesar di Malaysia. Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur meliputi tanah seluas 244km² dan merupakan sebuah kawasan metropolitan besar yang meliputi sebahagian besar negeri Selangor iaitu Lembah Klang (DBKL, 2003). Rajah 2 menunjukkan lokasi kawasan zon pemeliharaan alam sekitar, zon kawasan ketinggian, zon warisan dan zon perancangan transit. Menurut Pelan Pembangunan Kuala Lumpur 2020, Kuala Lumpur akan dibahagikan kepada enam zon strategik yang disempadani oleh rangkaian jalan utama, rel dan korido sungai. Zon yang disempadani adalah Sentul-Menjalara, Wangsa Maju-Maluri, Damansara-Pencala, Pusat Bandar Raya Kuala Lumpur, Bandar Tun Razak- Sungai Besi dan Bukit Jalil-Seputih. Jumlah penduduk Kuala Lumpur adalah seramai 1.67 juta dan mempunyai kepadatan penduduk seramai 6,891 orang per km persegi (Malaysia, 2010). Jadual 1 menunjukkan pecahan kawasan yang terdapat di Kuala Lumpur mengikut perancangan Pelan Pembangunan Kuala Lumpur.

Jadual 1 Pecahan keluasan kawasan di Kuala Lumpur

Bil	Zon Strategi	Keluasan (Hektar)
1	Pusat Bandar Raya Kuala Lumpur	1,813
2	Wangsa Maju-Maluri	4,614
3	Sentul-Manjalara	4,657
4	Damansara-Penchala	4,520
5	Bukit Jalil-Seputih	4,390

Kuala Lumpur merupakan pusat kewangan negara serta kaya dengan pelbagai budaya dan aktiviti antarabangsa.. Sektor perindustrian di Kuala Lumpur sedang mengalami perubahan, seiring dengan perkembangan Bandar Raya. Industri pengeluaran berskala besar yang dahulunya merupakan perindustrian terpenting di Bandar Raya tidak lagi sesuai dengan peranan barunya sebagai pusat komersil dan kewangan antarabangsa (DBKL, 2008). Walaubagaimanapun komponen perindustrian masih diperlukan bagi menyediakan perkhidmatan kepada penduduk Kuala Lumpur dan menyediakan perkhidmatan sokongan kepada syarikat komersil di Kuala Lumpur. Berdasarkan kepada perkembangan ini dianggarkan bahawa sejak tahun 1988 sehingga 2012, Kuala Lumpur telah kehilangan hampir 50% daripada ruang hijau, terutamanya untuk pembangunan kediaman bagi menampung peningkatan penduduk, bersama-sama dengan beberapa pembangunan perindustrian (Yaakup et. al., 2005).

Di Malaysia, aktiviti pembangunan merupakan sektor terbesar dalam penjanaaan pelepasan GRH. Pembebasan GRH telah meningkat sebanyak 55% pada tahun 2000 berbanding dengan tahun 1994. Ini bermakna pembebasan CO₂ per kapita bagi Malaysia adalah sebanyak 7.1 ton per kapita lebih tinggi daripada purata pembebasan CO₂ bagi negara Asia Pasifik, iaitu sebanyak 2.6 ton per kapita. Nilai ini adalah sangat tinggi dan harus dikurangkan sekiranya Malaysia ingin mencapai sasaran yang ditetapkan oleh Kerajaan iaitu 40% pengurangan intensiti per kapita GDP menjelang tahun 2020 (Mohd. Khir, 2010).



Rajah 2 Lokasi Kajian di DBKL yang menunjukkan zon pemeliharaan alam sekitar, zon kawasan ketinggian, zon warisan, zon perancangan transit dan zon stesen transit cadangan.

Sumber: Dewan Bandar Raya Kuala Lumpur 2008

Mengikut data yang dikeluarkan oleh Jabatan Perangkaan Malaysia, pada tahun 2010 jumlah penduduk di Kuala Lumpur adalah seramai 1.67 juta orang. Jumlah ini dijangka akan

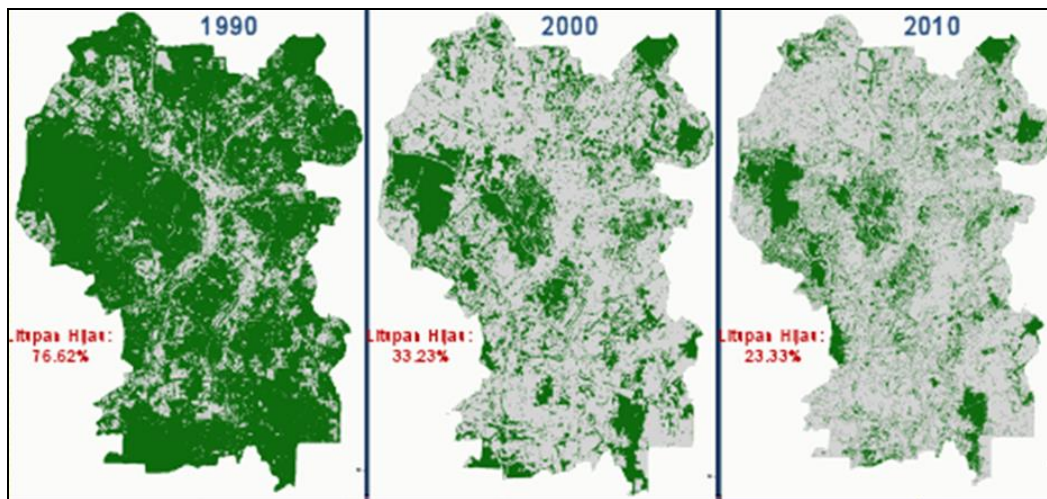
meningkat kepada 2,198,400 orang menjelang tahun 2020 (DBKL, 2008). Jadual 2 menunjukkan purata kadar pertumbuhan tahunan penduduk dan pekerjaan di Kuala Lumpur untuk tahun 2000 dan menjelang tahun 2020. Manakala Rajah 3 menunjukkan perubahan litupan semulajadi di Kuala Lumpur dari tahun 1990 hingga tahun 2010. Jadual 3 menunjukkan nisbah penduduk dengan litupan hijau.

Jadual 2: Jumlah Populasi Penduduk Kuala Lumpur

Parameter sosioekonomi	2000	2020	Kadar pertumbuhan tahunan (%)
Penduduk	1,423,900	2,198,400	2.2
Perkerjaan	838,400	1,419,500	2.6
Nisbah pekerjaan/ penduduk (%)	59	65	

Sumber: Dewan Bandar Raya Kuala Lumpur 2008

Sebahagian besar aktiviti manusia dalam pelbagai sektor berlangsung di bandar menyebabkan bandar menjadi padat dan sesak oleh kenderaan yang masuk dan bangunan-bangunan pencakar langit baik dari perumahan sampailah ke syarikat dan industri. Kuala Lumpur perlu mencapai pertambahan penduduk dan perkerjaan yang paling optimum dari segi aktiviti ekonomi, sumber tanah, kemudahan infrastruktur kerana jangkaan purata kadar pertumbuhan bagi populasi penduduk meningkat kepada 2.2% dan purata kadar perkerjaan meningkat sebanyak 2.6% menjelang tahun 2020.



Rajah 3 Perubahan litupan semulajadi di Kuala Lumpur dari 1990, 2000 dan 2010.

Sumber: DBKL 2008

Jadual 3 Nisbah penduduk dengan litupan hijau

Tahun	Penduduk	Litupan Hijau	Litupan Hijau (hektar)	LitupanHijau (m ²)	LitupanHijau per orang (km ²)
1990	1,145,342	76.62%	186.19	16.3	162.56
2000	1,379,310	33.23%	80.75	5.67	56.71
2010	1,588,750	23.33%	56.69	3.6	35.68

Sumber: DBKL - Plan Pembangunan Kuala Lumpur 2020

Pembangunan yang dihasilkan akan menambah bilangan sumber pencemaran dan akan menyebabkan perubahan iklim. Bukanlah suatu hal yang aneh jika bandar mempunyai kualiti alam sekitar yang tercemar, khususnya kualiti udara yang sangat rendah. Keluaran Dalam Negeri Kasar (KDNK) bagi Kuala Lumpur telah meningkat daripada RM21,157 juta pada tahun 1995 kepada RM25,968 juta pada tahun 2000 dengan kadar pertumbuhan purata tahunan sebanyak 4.2% (DBKL, 2008). Kadar pertumbuhan ini membuktikan sumber pencemaran juga akan meningkat di Kuala Lumpur. Sumber-sumber utama pelepasan gas karbon dioksida di Kuala Lumpur adalah disebabkan oleh sumber bergerak iaitu pengangkutan seperti kenderaan bermotor, pesawat udara dan keretapi.

Kualiti udara persekitaran amat bergantung kepada jenis sistem pengangkutan yang digunakan di sesuatu kawasan. Kajian berkenaan ozon yang dilakukan di Lembah Kelang mendapati peningkatan kepekatan gas pencemar ozon akibat daripada aktiviti pengangkutan yang berlaku sepanjang tahun (Siti Haslina & Mahmud, 2015). Kadangkala, jerebu merentas sempadan akan menyebabkan keadaan kualiti udara yang merosot sehingga boleh diistihar darurat jerebu (Mahmud, 2009). Berdasarkan Laporan Pelan Struktur Kuala Lumpur 2020, hanya 20% penduduk Kuala Lumpur yang menggunakan pengangkutan awam. Keadaan ini telah menyumbang kepada penambahan jumlah kereta di jalan raya dan menyebabkan kesesakan lalu lintas dan pencemaran. Kesannya penggunaan bahan bakar akan meningkat dan pembebasan gas CO₂ ke atmosfera juga turut bertambah. Dianggarkan terdapat sebanyak tiga juta kenderaan keluar masuk ke pusat bandar Kuala Lumpur pada setiap hari. Kuala Lumpur mendahului negeri lain dengan mempunyai bilangan kenderaan yang tertinggi iaitu sebanyak 4,963,646 unit (23.2%) daripada keseluruhan bilangan kenderaan yang berdaftar di negara, diikuti oleh negeri Johor sebanyak 2,923,898 unit dan Selangor sebanyak 2,363,333 unit (Jabatan Alam Sekitar, 2011).

Dari sumber tidak bergerak pula gas CO₂ dihasilkan oleh kawasan perumahan dan industri. Menurut Plan Pembangunan Kuala Lumpur 2020, pada tahun 2000 jumlah unit rumah di Kuala Lumpur adalah sebanyak 328,205 unit dan jumlah keperluan rumah dijangka akan meningkat sehingga 626,315 unit pada tahun 2020. Peningkatan keperluan rumah ini sekaligus akan menyebabkan sisa buangan juga turut bertambah yang akan menjejaskan kesihatan manusia, ekonomi dan alam sekitar Kuala Lumpur. Di Kuala Lumpur, komposisi sisa pepejal pada tahun 2000 dianggarkan sebanyak 40% daripada sumber domestik, 10% daripada sumber komersial, 5% institusi, 33% daripada sumber perindustrian, 10 peratus pembinaan dan 2% daripada sumber perbandaran. Tapak pelupusan yang terdapat di Taman Beringin Jinjang yang

berkeluasan 15 hektar menerima purata 2,000 tan sisa pepejal sehari pada tahun dan jumlah ini pasti akan meningkat menjelang tahun 2020.

Selain itu kawasan industri juga merupakan penyumbang kepada pelepasan gas CO₂ di Kuala Lumpur. Walaupun perindustrian memainkan peranan yang agak kecil dalam ekonomi Kuala Lumpur berbanding dengan sektor komersil tetapi komponen perindustrian masih lagi diperlukan bagi menyediakan perkhidmatan kepada warga kota. Kebanyakan industri ini beroperasi di kawasan perumahan dan rumah kedai yang menyebabkan berlakunya kacau ganggu kepada masyarakat setempat, pencemaran dan kesesakan lalu lintas. Sebahagian besar industri yang terdapat di Kuala Lumpur adalah tidak sesuai dan tidak mematuhi peraturan semasa (DBKL, 2008).

Urbanisasi yang tidak terkawal menyebabkan tiada sedikit ruang di bandar yang seharusnya merupakan ruang hijau yang harus dipertahankan malah sebaliknya diterokai untuk dibangunkan menjadi kawasan perumahan elit ataupun dijadikan penempatan haram. Jadual 4 menunjukkan guna tanah semasa mengikut sektor di Kuala Lumpur. Semakin banyak proses urbanisasi di sesuatu bandar maka semakin banyak bangunan perlu dibina, semakin banyak jumlah kenderaan, semakin banyak jumlah sampah yang harus dilupus setiap hari dan semakin banyak juga ruang hijau yang harus dikorbankan tanpa kita menyedari bahawa semua aktiviti ini akan menyumbang kepada perubahan iklim. Penghijauan bandar boleh menawarkan penyelesaian masalah perubahan iklim dengan kos yang sangat efektif tetapi potensinya masih belum dinilai sepenuhnya. Malangnya kita pada masa ini kekurangan pengetahuan mengenai keseluruhan keupayaan ruang hijau dalam menangani perubahan iklim global masa kini.

Kepentingan Ruang Hijau dalam Mengurangkan Pengeluaran GRH

Perubahan iklim dan ruang hijau mempunyai hubungan yang sangat kompleks. Ruang hijau mempunyai kesan yang besar ke atas perubahan iklim dan begitu juga perubahan iklim memberi kesan kepada ruang hijau seperti menjadikannya sukar untuk hidup kerana faktor perubahan suhu ataupun corak cuaca yang berubah (MEA, 2012). Ruang hijau adalah bahagian terbuka tanah yang belum dimajukan iaitu tidak mempunyai bangunan atau struktur yang dibina dan boleh diakses kepada orang ramai termasuklah taman, taman komuniti dan tanah perkuburan yang menyediakan kawasan rekreasi untuk penduduk dan membantu untuk meningkatkan keindahan dan kualiti alam sekitar di kawasan kejiranan (DOE, 2004).

Banyak kajian terdahulu menyatakan kepentingan ruang hijau bukan sahaja untuk mengimbangi alam sekitar seperti kawalan hakisan banjir, penulenan udara, perubahan iklim, penjanaan oksigen dan penyerapan CO₂, tetapi juga banyak manfaat yang boleh diperolehi oleh manusia dan hidupan lain. Manusia menjadikan ruang hijau sebagai salah satu tempat untuk mendapatkan ketenangan setelah penat dengan aktiviti harian, tempat untuk melakukan aktiviti fizikal atau sebagai tempat perjumpaan antara rakan-rakan. Semua tumbuh-tumbuhan memainkan peranan penting dalam mengawal perubahan iklim (Watschke, 1990).

Selain itu, ruang hijau juga boleh sederhanakan suhu disesuatu kawasan. Di US kawasan yang ditanam dengan pokok atau tumbuhan renek dapat mengurangkan suhu udara daripada 7°C

kepada 14°C (Heinze ,2011). Tumbuhan hijau juga mampu menyerap CO₂ di udara. Malahan terdapat beberapa tumbuhan yang mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menyerap karbon dioksida. Contohnya tumbuhan *Samanea Saman* dan *Cassia* merupakan tumbuhan yang mempunyai kemampuan yang tinggi menyerap CO₂ sehingga mencapai ribuan kg/tahun (Dahlan, 2007). Jadual 5 menunjukkan kemampuan jenis tumbuhan tropika dalam menyerap CO₂.

Salah satu fungsi yang paling penting ruang hijau adalah melindungi atau menstabilkan tanah terhadap hakisan air dan angin. Kawasan ruang hijau memainkan peranan yang penting dalam memelihara dan melindungi tanah dan sumber air (University of Minnesota, 2006). Tanah yang ditaman dengan rumput berfungsi menyerap air ke dalam tanah dan sekaligus mengelak terjadinya hakisan tanah. Disamping itu ruang hijau bukan saja berfungsi sebagai perangkap debu dan habuk, tetapi juga menyingkirkan bahan-bahan pencemaran di atmosfera. Jabatan Pertanian Michingan menyatakan rumput dan landscap dapat membersihkan dan memerangkap lebih daripada 12 million tan debu dan zarah lain setiap tahun (Department of Agriculture, 2005).

Jadual 4: Guna tanah sedia ada mengikut kategori (2000)

Kategori Guna Tanah	Keluasan (hektar)	%
Kediaman	5,489.56	22.66
Komersil	1,091.71	4.51
Industri	553.05	2.28
Kawasan Lapang & Rekreasi	1,579.56	6.52
Kemudahan Masyarakat	1,382.44	5.71
Kemudahan Awam	38.5	0.16
Pendidikan	964.84	3.98
Keagamaan	104.56	0.43
Perkuburan	274.54	1.13
Tanah belum dibangunkan	5,740.61	23.7
Setinggalan	570.63	2.36
Kegunaan lain	6,192.69	25.57
Rizab Jalan & Rel	5,672.21	23.42
Utiliti	378.32	1.56
Pertanian/Perikanan	16.13	0.07
Terminal	126.03	0.52
Institusi	1,620.80	6.69
Jumlah	24,221.05	100%

Sumber: Dewan Bandar Raya Kuala Lumpur 2008

Tumbuhan melakukan proses fotosintesis untuk membentuk zat makanan atau tenaga. Dalam proses fotosintesis tumbuhan menyerap karbon dioksida dan air untuk menukarkan menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Proses ini dibantu oleh klorofil untuk menguraikan air kepada oksigen dan hidrogen. Jumlah oksigen yang dihasilkan oleh kawasan hijau adalah sangat luar biasa iaitu 2500 kaki persegi kawasan hijau boleh membebaskan oksigen untuk empat buah keluarga (Department of Agriculture State of

Michingan, 2010). Daya serap tumbuhan ke atas CO₂ adalah berbeza-beza. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi daya serap CO₂. Diantaranya ditentukan oleh kandungan klorofil yang terdapat pada tumbuhan. Mutu klorofil ini ditentukan berdasarkan kandungan magnesium yang ada pada tumbuhan.

Jumlah karbon yang dilepaskan daripada hutan tropika dianggarkan sebanyak 2.4×10^{12} kg (Houghton, 1990), dan ia semakin meningkat dengan peningkatan penyahutanan (Myers, 1991). Dianggarkan bahawa penanaman pokok tropika boleh mengumpulkan antara 15 hingga 25 ton biojisim per hektar per tahun (Cropper & Ewel, 1987). Penanaman pokok sebanyak 1 juta km² dapat mengurangkan penyahutanan sebanyak 50%, dan pokok tropika dapat mengurangkan pengeluaran CO₂ sebanyak 1×10^{12} kg setahun (Myers & Goreau, 1991). USDEEIA (1988) telah menunjukkan cara pengiraan karbon yang di sekuester oleh pokok yang di tanam di bandar dan sub-bandar. Anggaran yang digunakan dalam pengiraan ini adalah semua pokok di anggap jenis kayu keras, dengan kadar pertumbuhan yang sederhana dan umur pokok pada usia 20 tahun (USDEEIA, 1988). Pengiraan daripada 56.59 hektar kawasan hijau di DBKL dianggarkan bahawa sebanyak 20,142,547 kg CO₂ setahun dapat disekueter oleh pokok.

Jadual 5: Kemampuan tumbuhan menyerap CO₂

Bil	Nama Tempatan	Nama Saintifik	Daya serap CO ₂ (kg/pohon/tahun)
1	Trembesi	Samanea saman	28,448.39
2	Cassia	Cassiasp	5,295.47
3	Kenanga	Canangium odoratum	756.59
4	Pingku	Dysoxylum excelsum	720.49
5	Beringin	Ficus benyamina	535.9
6	Krey payung	Fellicium decipiens	404.83
7	Matoa	Pornetia pinnata	329.76
8	Mahoni	Swettiana mahagoni	295.73
9	Saga	Adenantha pavoniana	221.18
10	Bungkur	Lagerstroema speciosa	160.14
11	Jati	Tectona grandis	135.27
12	Nangka	Arthocarpus heterophyllus	126.51
13	Johar	Cassia grandis	116.25
14	Sirsak	Annona muricata	75.29
15	Puspa	Schima wallichii	63.31
16	Akasia	Acacia auriculiformis	48.68
17	Flamboyan	Delonix regia	42.2
18	Sawo kecil	Manilkara kauki	36.19
19	Tanjung	Mimusops elengi	34.29
20	Bunga merak	Caesalpinia pulcherrima	30.95
21	Sempur	Dilena retusa	24.24
22	Khaya	Khaya anthotheca	21.9

23	Merbau pantai	Intsia bijuga	19.25
24	Akasia	Acacia mangium	15.19
25	Angsana	Pterocarpus indicus	11.12
26	Saputangan	Maniltoa grandiflora	8.26
27	Dadap merah	Erythrina cristagalli	4.55
29	Rambutan	Nephelium lappaceum	2.19
30	Asam	Tamarindus indica	1.49

Sumber Dahlan 2007

Metodologi Kajian

Kajian ini membincangkan tentang hubungan antara jejak karbon daripada pernafasan manusia dengan daya serap CO₂ daripada taman-taman besar yang terdapat di Kuala Lumpur. Jejak karbon yang dihasilkan oleh pernafasan penduduk disetiap zon akan di kira menggunakan formula dimana CO₂ yang dihasilkan oleh manusia adalah sama iaitu sebanyak 0.3456 ton CO₂/manusia/tahun (Grey & Deneke, 1978). Formula yang digunakan untuk mengiraan pelepasan CO₂ yang dihasilkan oleh pernafasan penduduk adalah seperti berikut :

$$P = Jp \times C_{\text{manusia}}$$

Keterangan:

P = Jumlah pelepasan CO₂ daripada penduduk (ton/tahun)

Jp = Jumlah penduduk

C_{manusia} = Jumlah CO₂ yang dihasilkan manusia iaitu 0,3456 (ton/manusia/tahun)

Manakala kemampuan serapan CO₂ berdasarkan kepada Jadual 6 dimana kemampuan serapan terbesar CO₂ adalah jenis tumbuhan pohon iaitu sebanyak 569.07 CO₂ ton/ha/tahun. Ini diikuti daya serap untuk semak belukar 55 CO₂ ton/ha/tahun dan masing-masing 12 CO₂ ton/ha/tahun untuk padang rumput dan sawah (Prasetyo et. al., 2002). Anggaran yang digunakan dalam pengiraan ini adalah semua pokok dianggap jenis kayu keras, dengan kadar pertumbuhan yang sederhana dan umur pokok pada usia 20 tahun (USDEEIA, 1988).

Jadual 6: Kemampuan Daya Serap CO₂ Mengikut Jenis Tumbuhan

Bil	Jenis Tumbuhan	Kemampuan Daya Serap Co2 (Kg/Ha/Hari)	Kemampuan Daya Serap Co2 (Ton/Ha/Th)
1	Pohon	1,559.10	569.07
2	Semak Belukar	150.68	55.00
3	Padang Rumput	32.88	12.00
4	Sawah	32.99	12.00

Sumber : Prasetyo et.al 2002

Penghijauan Kuala Lumpur

DBKL telah mengambil beberapa langkah untuk mewujudkan sebuah bandaraya yang bebas daripada sebarang bentuk pencemaran. Antara langkah-langkah yang diambil oleh DBKL adalah melalui program Menghijaukan Kuala Lumpur dimana sasaran utamanya dalam program ini ialah untuk meningkatkan jumlah kawasan hijau untuk setiap wargakota daripada 11m² pada tahun 2010 kepada 14m² pada tahun 2020 dimana sasaran 14m² setiap orang adalah dikira berdasarkan penyediaan kawasan lapang awam pada kadar 10% daripada luas kawasan pembangunan setiap syarat kelulusan perancangan dan jumlah penduduk yang dijangka seramai 2.2 juta menjelang tahun 2020 (DBKL, 2008)

Program ini juga turut mendapat kerjasama daripada NGO, pihak swasta dan badan korporat. Melalui program ini DBKL merancang untuk menanam pokok rendang yang bersesuaian dengan kawasan di sekitar Kuala Lumpur. Sebagai langkah permulaan DBKL telah mengenalpasti kawasan lapang, kawasan tadahan banjir, kawasan tepian jalan dan dipembahagi jalan. DBKL telah menetapkan sasaran utama iaitu menanam 30,000 batang pokok rendang dalam masa setahun. Bermula pada 1 Januari 2013 dan sehingga 30 September 2013 DBKL telah berjaya menanam pokok sebanyak 39,406 batang pokok iaitu melebihi sasaran yang telah ditetapkan. Jumlah keluasan teduhan yang telah berjaya dicapai adalah sebanyak 236,436 kaki persegi (DBKL, 2013)

DBKL juga merancang untuk meningkatkan bilangan pengunjung dan pengguna sama ada ahli komuniti setempat, pihak swasta atau pun pelancong sama ada dari dalam mahupun luar negara ke taman-taman sekitar Kuala Lumpur. Sebanyak 921 aktiviti telah dijalankan sehingga 30 September 2013 oleh DBKL untuk menarik pengguna mengunjungi taman-taman dibawah seliaan DBKL sekaligus mempromos taman-tanam ini. Antara aktiviti yang dijalankan adalah seperti Pelancaran Sahabat Taman Rimba Bukit Kerinci yang dirasmikan oleh Menteri Wilayah Persekutuan dan Kesejahteraan Bandar pada 19 Januari 2013. Sebanyak 500 batang pokok *Aquilaria malaccensis* telah ditanam pada majlis tersebut. Selain itu, untuk menggalakkan orang awam turut serta dalam aktiviti ini DBKL juga menganjurkan kempen penanaman pokok untuk kelahiran tahun 2012. Kempen yang bermula pada bulan Mei 2013 ini mengumpulkan ibu bapa yang melahirkan anak pada tahun 2012 dari hospital seperti Hospital Kuala Lumpur dan Pusrawi.

Perjanjian selama tiga tahun antara DBKL dan FRIM ada 2013 Pengurusan Taman dan Pengurusan Hutan Bandar. Pengurusan Hutan Bandar merangkumi tiga kelas iaitu Taman Botanical (Taman Botani Perdana), Taman Koleksi Khas (Taman Dusun Bandar, Taman Rimba Bukit Kerinchi), iaitu kajian pemuliharaan tanah dan koleksi tanaman dan Taman Rekreasi Awam (Taman Tasik Titiwangsa, Taman Metropolitan Kepong, Taman Rekreasi Bukit Jalil), untuk tarikan pelancongan. Manakala Pengurusan Hutan Bandar merangkumi dua kategori iaitu Pengurusan Pokok Rendang, melibatkan pengawalan penyakit dan perosak pokok sebagai Taman Tropika Lestari menjelang 2020; dan Pengurusan Landskap Bandar, yang merangkumi aspek amalan terbaik arborikultur untuk kajian terhadap impak penanaman pokok dari segi teduhan dan keindahan (FRIM, 2013).

Hasil Kajian

Rumusan hasil kajian ini menemukan beberapa aspek yang menepati objektif kajian. Berdasarkan data jumlah penduduk disetiap zon maka jumlah pelepasan CO₂ daripada pernafasan manusia dikira. Hasil kajian mendapati Zon 1 iaitu Pusat Bandar Raya yang mempunyai jumlah penduduk sebanyak 143,000 orang jumlah pelepasan CO₂ pernafasan penduduk adalah sebanyak 49,420.80 (ton/manusia/tahun). Manakala kemampuan daya serap CO₂ daripada taman-taman yang terdapat di Zon 1 adalah 80,802.25 CO₂ ton/ha/tahun.

Zon 2 iaitu Wangsa Maju – Maluri yang mempunyai jumlah penduduk seramai 380,300 orang jumlah pelepasan CO₂ tahunan daripada pernafasan penduduk adalah sebanyak 131,431.68 (ton/manusia/tahun). Manakala kemampuan daya serap CO₂ daripada taman-taman yang terdapat di Zon 2 adalah 70,376.89 CO₂ ton/ha/tahun.

Zon 3 iaitu iaitu Sentul – Menjalara yang mempunyai jumlah penduduk seramai 344,500 jumlah pelepasan CO₂ tahunan daripada pernafasan penduduk adalah sebanyak 119,059.20(ton/manusia/tahun). Kemampuan daya serap CO₂ daripada taman-taman yang terdapat di Zon 3 adalah 139,757.9 CO₂ ton/ha/tahun.

Bagi Zon 4 iaitu Damansara – Penchala yang mempunyai bilangan penduduk seramai 167,100 orang jumlah pelepasan CO₂ tahunan daripada pernafasan penduduk adalah sebanyak 57,749.76 (ton/manusia/tahun) dan kemampuan daya serap CO₂ daripada taman-taman yang terdapat di Zon 4 adalah 60,537.67CO₂ ton/ha/tahun.

Manakala Zon 5 iaitu Bukit Jalil – Seputeh yang mempunyai bilangan penduduk seramai 318,300 orang jumlah pelepasan CO₂ tahunan daripada pernafasan penduduk adalah sebanyak 110,004.48(ton/manusia/tahun) dan kemampuan daya serap CO₂ daripada taman-taman yang terdapat di Zon 5 adalah 64,908.13CO₂ ton/ha/tahun.

Zon terakhir iaitu zon 6 iaitu Bandar Tun Razak-Sg. Besi yang mempunyai penduduk seramai 266,900 orang jumlah pelepasan CO₂ tahunan daripada pernafasan penduduk adalah sebanyak 92,240.64(ton/manusia/tahun) dan kemampuan daya serap CO₂ daripada taman-taman yang terdapat di Zon 6 adalah 73,011.68CO₂ ton/ha/tahun.

Jumlah pelepasan CO₂ keseluruhan daripada pernafasan penduduk di Kuala Lumpur adalah sebanyak 559,906.56 ton/manusia/tahun. Manakala jumlah keseluruhan daya serap CO₂ yang dikira daripada taman-taman besar di Kuala Lumpur adalah sebanyak 484,367.62 ton/manusia/tahun.

Jelaslah disini bahawa semakin ramai penduduk, semakin banyak pelepasan CO₂ yang akan dihasilkan dan kemampuan taman-taman besar yang terdapat di setiap zon strategik di Kuala Lumpur tidak mampu menyerap pelepasan CO₂ yang di hasilkan kerana setiap aktiviti harian manusia menghasilkan CO₂ dan kajian ini hanya fokus kepada pelepasan jejak karbon daripada pernafasan manusia sahaja.

Kesimpulan

Kajian jejak karbon mendapati jumlah pelepasan CO₂ di Kuala Lumpur amat membimbangkan kerana semua aktiviti harian manusia menghasilkan CO₂. Terdapat banyak sumber pelepasan CO₂ yang terhasil di Kuala Lumpur seperti pengangkutan, aktiviti isi rumah, perindustrian dan sebagainya yang menyumbang kepada pelepasan CO₂. Sekiranya tiada langkah untuk pengurangan pelepasan CO₂ akan mengakibatkan masalah kepada perubahan iklim di Kuala Lumpur. Peranan DBKL dalam penghijauan Kuala Lumpur merupakan langkah yang patut di puji dalam menangani perubahan iklim global. Antara manfaat penanaman pokok selain daripada penanaman pokok selain daripada teduhan dan nilai estetik adalah ia juga dapat menyerap CO₂. Kesedaran warga kota amat diperlukan dalam menangani perubahan iklim di Kuala Lumpur.

RUJUKAN

- Bernama (2016) Cuaca Panas: Bekalan Air Masih Terkawal – SPAN [Cited 30 August 2016]. Available from: <http://www.mynewshub.cc/tag/panas/>.
- Botkin D B, Keller E A (2005) *Environmental science*. 5th. Edition. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Cropper W P, Ewel K C (1987) A Regional Carbon Storage simulation for large-Scale Biomass Plantations, *Ecological Modelling* 36, 171-180.
- Dahlan E N (2007) Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota Sebagai Sink Gas CO₂ Antropogenik Dari Bahan Bakar Minyak dan Gas Di Kota Bogor Dengan Pendekatan Sistem Dinamik. Disertasi. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Department of Agriculture, State of Michigan (2005) Grass Facts [Cited 10 Mei 2016]. Available from: http://www.michigan.gov/mda/0,1607,7-125-1570_2476_2481-9345--,00.html.
- Dewan Bandaraya Kuala Lumpur (DBKL) 2003 Draf Pelan Struktur Kuala Lumpur 2020, Edisi 1 Sebuah Bandaraya Bertaraf Dunia Kuala Lumpur : Penerbitan Sri Kenanga Sdn Bhd.
- Dewan Bandaraya Kuala Lumpur (DBKL) 2008 Draf Pelan Bandar Raya Kuala Lumpur 2020, Jilid 1 Menuju Ke Arah Bandar Raya Bertaraf Dunia. Kuala Lumpur: Pencetakan Nasional Malaysia Berhad.
- Dewan Bandaraya Kuala Lumpur (DBKL) 2013 Greater KL/KV EPP6 – Greener KL, Laporan Bulan Oktober 2013, Jabatan Landskap dan Rekreasi.
- Fredolin T. Tangang, Liew Juneng, Ester Salimun, Kwan Meng Sei, Loh JuiLe, Halimatun

- Muhamad (2012). Climate Change and Variability over Malaysia: Gaps in Science and Research Information (Perubahan dan Keragaman Iklim di Malaysia: Jurang dalam Maklumat Sains dan Penyelidikan) *Sains Malaysiana* 41(11)(2012): 1355–1366.
- FRIM Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (2013) FRIM, DBKL Hijaukan Ibukota Dengan Spesies Hutan [Cited 25 July 2016]. Available from: <http://www.frim.gov.my/frim-dbkl-to-green-the-city-with-forest-species/?lang=ms>.
- Gill S E, Handley JF, Ennos A R, Pauleit S (2007) Adapting Cities For Climate Change: The Role Of Green Infrastructure. *Built Environment* **33** (1), 115–133.
- Heinze J (2011) Benefits of Green Space – Recent Research April 25, 2011 Environmental Health Research Foundation, A Nonprofit Research Foundation Specializing In Health And Environmental Science.
- Houghton R A (1990) The Future Role of Tropical Forests in Affecting the Carbon Dioxide Concentration of the Atmosphere, *Ambio* 19, 204-209. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007a Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Eds. S. Solomon et al.; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007b Climate Change 2007: *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (ed.). Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2013 Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Eds. S. Solomon et al.; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [Cited 07 Mac 2016]. Available from: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2014 Climate Change 2014: Synthesis Report [Cited 16 Julai 2015]. Available from: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf
- Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar (2011) Laporan Tahunan 2011 Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar.
- Jabatan Perangkaan Malaysia (2010) Banci Penduduk Dan Perumahan Malaysia 2010 *Population And Housing Census Of Malaysia 2010*. Laporan Kiraan Permulaan Preliminary Count Report

- Mahmud M (2009) Mesoscale model simulation of low level equatorial winds over Borneo during the haze episode of September 1997. *Journal of Earth System Science* 118, 295-307.
- Mahmud M, Abu Hanifah NH (2009) Pencemaran udara berikutan peristiwa jerebu tahun 2005: Kajian kes di Perai, Pulau Pinang, Malaysia. *GEOGRAFIA-Malaysian Journal of Society and Space* 5(2), 1- 15.
- Mahmud M, Ab Liah IA (2010) Pencemaran Udara di Bukit Rambai, Melaka Sewaktu Peristiwa Jerebu Tahun 2005. *GEOGRAFIA-Malaysian Journal of Society and Space* 6(3), 30-39.
- Malaysia. 2010. Banci Penduduk 2010-Jabatan Perangkaan Malaysia.
- Marches Energy Agency (MEA) 2012 Green Spaces [Cited 02 Februari 2016]. Available from: <http://www.mea.org.uk/files/Live4Less%20Brochure,%20July%202015.pdf>
- Mohd. Khir M F(2010). Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia Prosiding Seminar Hari Perancangan Bandar Sedunia 2010 Pembangunan Mampan – Kejiranan Hijau [Cited 05 May 2015]. Available from: <http://aplikasi.kpkt.gov.my/ucapan.nsf/6c7be486f405c48256e5a000bd038/358bb077b41dcae9482577d500261283>.
- Myers N (1991) 'Deforestation Rates, Present and Future', *Climatic Change* 19: Issue 1, 3-32
- Myers N , Goreau T J (1991). Tropical forests and the greenhouse effect: A management response. *Climatic Change* 19: 215-26.
- National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) (2012) Earth System Research Laboratory. Global Monitoring Division Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. [Cited 14 Februari 2015]. Available from: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/>
- Mohd Shafie S H, Mahmud M (2015) Analisis pola taburan reruang PM₁₀ dan O₃ di Lembah Klang dengan mengaplikasikan teknik Geographic Information System (GIS). *Malaysian Journal of Society and Space* 11, 61-73.
- U.K. Department of the Environment (DOENI) (2004) Planning Policy Statement 8 (PPS8) - Open Space, Sport and Outdoor Recreation.[Cited 27 Mac 2016]. Available from:http://www.planningni.gov.uk/index/policy/planning_statements_and_supplementary_planning_guidance/pps08-open-space.pdf
- University of Minnesota (2006) Sustainable Urban Landscap Information Seeries, Environmental Benefit of a Health, Sustainable Lawn, .[Cited 11 April 2016]. Available from: <http://www.sustland.umn.edu/maint/benefits.htm>

- U.S. Department of Energy, Energy Information Administration (USDEEIA) (1988) Method for Calculating Carbon Sequestration by Trees in Urban and Suburban .[Cited 02 Februari 2016]. Available from: (<http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/frntend.html>)
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2010) Global Anthropogenic Greenhouse Gas Emissions in 2004.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2012) Global Anthropogenic Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions: 1990 – 2030 .[Cited 05 July 2015]. Available from: https://www3.epa.gov/climatechange/Downloads/EPAactivities/EPA_Global_NonCO2_Projections_Dec2012.pdf
- Watschke T L (1990) The environmental benefits of turfgrass and their impact on the greenhouse effect. *Golf Course Management*, February 1990, 150-154, and references therein.
- Yaakup A, Johar F, Abu Bakar S Z, Sulaiman S, Baharuddin M N(2005) Integrated Land Use Assessment: The Case Study of Klang Valley Region, Malaysia. [Cited 18 Mei 2015]. Available from: [http://eprints.utm.my/509/2/INTEGRATED_LAND_USE_ASSESSMENT \(\)Ahris Yaakup.pdf](http://eprints.utm.my/509/2/INTEGRATED_LAND_USE_ASSESSMENT_()Ahris_Yaakup.pdf)

NurulAkmar Idris
Dewan Bandaraya Kuala Lumpur

Prof. Dr. Mastura Mahmud
Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Kebangsaan Malaysia 43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan