



Proses sejatpeluhan tumbuhan terpilih sebagai kaedah mendapatkan dan menangani masalah sumber air

Main Rindam¹, Tengku Norazuan Long Seman¹, Rusmini Sulaiman¹, Robiah Rashid¹

¹Pusat Pengajian Pendidikan Jarak Jauh, Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia

Correspondence: Main Rindam (email: rmain@usm.my)

Abstrak

Transpirasi melibatkan perpindahan wap air ke atmosfera daripada rembesan melalui sejatan stomata daun oleh perpeluhan. Istilah transpirasi digunakan dalam kajian iklim, cuaca dan hidrologi untuk mewakili kehilangan air daripada proses perpeluhan secara langsung daripada tumbuh-tumbuhan. Transpirasi ialah kuantiti air yang disejat daripada tumbuhan jika air mengalami lembapan yang optimum. Fisiologi pokok seperti saiz, luas permukaan daun dan tahap pertumbuhan sebatang pokok memainkan peranan dalam mempengaruhi transpirasi. Kajian ini bertujuan mengenal pasti pengaruh proses transpirasi sebagai proses deuterasi (hidrasi). dengan menggunakan kaedah kerja makmal dan lapangan dalam jangka masa seminggu. Teknik timbang dan pembungkusan digunakan bagi mendapatkan kepelbagaian ukuran jumlah air yang hilang daripada tumbuhan. Pokok yang digunakan bagi kajian ini ialah pokok herba Misai Kucing atau nama saintifiknya *Orthosiphon stamineus* dan tergolong dalam keluarga *Labiatae*. Dapatan kajian menunjukkan bahawa proses transpirasi wap air dari Misai Kucing mempunyai keupayaan untuk bukan sahaja menghilangkan atau membebaskan air dalam jumlah yang banyak tetapi juga memberikan impak kepada kelestarian sesebuah bandar. Ia bukan sahaja menjadi petunjuk tentang potensi deuterasi yang mampu dihasilkan apabila digunakan dalam bentuk produk akhir kesihatan tetapi juga dalam bentuk produk yang lebih penting bagi kehidupan manusia iaitu pengeluaran oksigen (O₂).

Katakunci: evapotranspirasi,imbangan air, kesan rumah hijau, Misai Kucing, proses deuterasi (hidrasi) transpirasi

The evapotranspiration of selected plants for water acquisition and replenishment

Abstract

Transpiration involves the transfer of water vapour from the land or canopy surface to the atmosphere by plants through the leaves stomatas, a process also known as evapotranspiration. In climatology and hydrology transpiration accounts for the movement of water within a plant and the subsequent loss of water as vapor through stomata in its leaves. The plant physiology such as size, surface area of leaves and growth stage play an important role in transpiration. This paper presents the findings of a study which identified the influence of transpiration as a deuteration (hydration) process. The methods used were a week long laboratory and field work involving the weighing technique to gauge the quantity of water loss from the *Misai Kucing* (*Orthosiphon stamineus*) herb, a member of the *Labiatae*. The findings demonstrated that the transpiration by means of *Misai Kucing* was capable of transferring water in large quantities, and as such was capable of impacting urban sustainability. In other words, it was able to serve not just as an indicator of the potentiality of deuteration when used as a health end product, but also and more importantly, as a producer of oxygen (O₂).

Keywords: deuteration (hydration), evapotranspiration, green house effect, *Misai Kucing* (*Orthosiphon stamineus*), transpiration, water balance

Pengenalan

Selama ini kajian berhubung pokok herba Misai Kucing (*Orthosiphon stamineus*) adalah berkaitan dengan khasiatnya dalam bidang perubatan alternatif. Kajian oleh Hegnauer (1966) dan Wangner (1982) isalnya terfokus kepada kandungan kimia yang membawa menafaat kepada manusia seperti kandungan ortosifonim, garam kalium, kandungan saponin dan tanin dari daun pokok herba ini. Ia juga dibuktikan keupayaannya sebagai antioxidant, kemampuan untuk memindahkan elektron, radikal bebas dan keupayaan *chelating* (Hirano *et al.*, 2001; Elliott *et al.*, 1992). Menurut Tezuka *et al.* (2000), herba ini mengandungi beberapa kompaun kimia yang aktif seperti terpenoids (diterpenes dan triterpenes), polyphenol (lipophilic flavonoids dan phenolic acids) dan sterols. Komponen kimia aktif ini menyumbang faedah therapeutik (Hollman & Katan, 1999; Chung *et al.*, 1999 dan Venkatamuru *et al.*, 1983). Setakat ini kajian pecahan atau nisbah phenolic adalah prinsip yang paling aktif dilakukan oleh kalangan kajian berkaitan phytochemicals (Nakasugi & Komai, 1998; Jung *et al.*, 1999 & Pietta *et al.*, 1998).

Belum ada kajian tentang transpirasi Misai Kucing. Kajian yang menganalisis proses cecair dalam tumbuhan ini ditukar kepada wap dan dibebaskan ke atmosfera. Kajian di Amerika Syarikat oleh Environment Protection Agency (EPA) menganggarkan satu ekar tanaman jagung mampu mentranspirasikan sejumlah 4000 gelen air (15,141.6 liter) setiap hari. Kajian menggunakan Misai Kucing masih belum dibuat lagi dan ini merupakan kajian pertama pernah dibuat.

Objektif kajian ini ialah untuk mengenali transpirasi atau peluhan dan kepentingannya kepada tumbuhan. Selain itu kajian ini juga mampu menjelaskan bagaimana transpirasi boleh mempengaruhi iklim. Lebih mengujakan kajian transpirasi membolehkan kita melihat hubungan antara aktiviti transpirasi tumbuhan sebagai media untuk mengawalimbangan air sama ada dalam tubuh manusia mahupun dalam alam fizikal yang menjadi persekitaran tempat ia tumbuh dan hidup.

Kajian ini menggunakan tumbuhan herba Misai kucing sebagai media ujikaji. Sama seperti tumbuh-tumbuhan daripada pelbagai jenis spesis lain yang memerlukan air untuk hidup dan membesar dengan keperluan masing-masing adalah berbeza-beza antara satu sama lain. Sebahagian kecil sahaja air yang diperlukan oleh pokok untuk disimpan dalam strukturnya iaitu hanya satu peratus air digunakan untuk fotosintesis, manakala yang selebihnya dipeluhkan ke atmosfera melalui bahagian daun pokok tersebut. Jumlah kelembapan yang hilang daripada kawasan bumi melalui proses transpirasi bergantung kepada tempat tertimpanya curahan, cuaca, cara bercucuk tanam dan luas sesuatu kawasan. Hampir dua pertiga daripada kelembapan atmosfera yang kemudiannya turun dalam bentuk curahan hujan adalah terhasil daripada aktiviti transpirasi tumbuhan dan sejatan daripada tanah. Sudah tentu impaknya mempunyai hubung kait yang kuat dengan sustainabiliti alam sekitar fizikal dan kehidupan sesebuah bandar.

Definisi

Sejat peluhan didefinisikan sebagai proses pemindahan wap air ke atmosfera melalui proses transpirasi dari tumbuhan dan sejatan daripada tanah dan tumbuhan. Ia terjadi kerana tekanan wap pada sel-sel permukaan daun lebih tinggi berbanding dengan tekanan udara dalam atmosfera terutama pada waktu siang yang panas. Berlaku ketika stomata terbuka untuk laluan karbon dioksida (CO₂) dan oksigen (O₂) semasa proses fotosintesis. Aktiviti transpirasi dipengaruhi oleh

beberapa faktor antaranya faktor suhu permukaan tersejat, angin, kandungan air, litupan tumbuhan dan kandungan lembapan tanah. Transpirasi adalah satu sistem yang membantu fotosintesis (1-2 peratus dari keseluruhan air transpirasi), membawa mineral dari akar untuk tujuan biosintesis di dalam daun dan menyejukkan daun.

Latar belakang tumbuhan

Pokok Misai Kucing ialah pokok herba renek tropika daripada keluarga "Lamiaceae" yang terdapat di Malaysia. Ia merupakan pokok herba renek yang tumbuh sehingga mencapai ketinggian 1.5 meter. Nama sainsnya *Orthosiphon stamineus*, Benth ialah pokok herba daripada jenis pokok berbunga yang birfilamin panjang dan sering tumbuh meliar di tepi-tepi jalan, kawasan lapang, kawasan tanah terbiar serta ditanam sebagai pokok perhiasan. Ia turut mempunyai nama saintifik lain seperti *Orthosiphon aristatus*, *Orthosiphon grandiflorum* dan *Orthosiphon spicatus* (Anon, 2001). Herba ini juga dikenali dengan pelbagai nama daerah atau tempatan seperti Java tea (English), Thé de Java (France), kumis kucing (Indonesia), kumis ucing (Sudanese), remuk jung (Javanese), kumis kucing atau misai kucing (Malaysia), balbas-pusa dan kabling-gubat (Philippines), kapen prey (Cambodia), hnwàd méew (Laos), yaa nuat maeo (Thailand) dan r[aa]u m[ef]o di Vietnam. Misai Kucing tersebar secara geografi dari India, Indo-China dan Thailand melalui Malaysia hingga tropikal Australia. Sekarang ia turut ditanam di Asia Tenggara, Afrika, Georgia dan Cuba.

Dua varieti telah dikenal pasti di Malaysia berdasarkan warna bunga iaitu bunga putih dan bunga ungu. Varieti bunga putih dikenali sebagai MOS1 dan varieti bunga ungu dikenali sebagai MOS2. Bunganya terdapat pada 'verticil' lebih kurang 16 cm panjang. Daun Misai Kucing tersusun dalam pasangan yang bertentangan. Daunnya berasa licin, berwarna hijau, berbentuk tirus di hujung sementara di bahagian tepi daun berjereja. Memiliki tangkai daun pendek, lebih kurang 0.3 cm panjang dan berwarna ungu-kemerahan. Batang pokok Misai Kucing berbentuk empat segi, berwarna kemerahan, tumbuh tegak dan bercabang-cabang. Pokok ini ditanam berjarak antara 9 hingga 12 in (22 hingga 30 cm atau 0.22 hingga 0.3 meter). Bererti densiti pokok misai kucing dalam satu meter persegi ialah 11 pokok atau 11,000 pokok dalam keluasan satu hektar.

Metodologi kajian

Dalam menjalankan sesuatu kajian, proses mengumpul data adalah merupakan satu proses yang amat penting. Kajian ini menggunakan kaedah kerja lapangan bagi pengumpulan data. Kerja lapangan ini melibatkan langkah-langkah berikut :

Kaedah 1- Melalui timbangan

Bahan dan alatan

1. Pokok Misai Kucing (Nama Botani : *Orthosiphon stamineus*)
2. 1 Plastik Lut Sinar
3. Tali
4. Penimbang
5. Bikar
6. 50 ml air

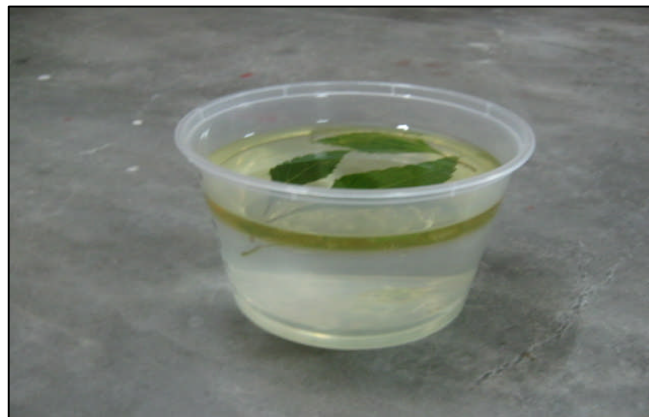
Langkah

1. Ambil 1 dahan pokok, serkup dengan plastik lut sinar dan diikat menggunakan tali.
2. Timbang berat pokok dan ambil bacaan berat.
3. Masukkan 50ml air ke dalam pasu pokok tersebut dan letakkan di bawah cahaya

- matahari (siang) dan bawah cahaya lampu (malam) selama 24 jam.
- Selepas 24 jam, timbang semula berat pokok tersebut dan kira perbezaan berat pokok sebelum dan selepas proses sejat peluhan.
- Ukur jumlah air yang tersejat dalam plastik akibat sejat peluhan menggunakan bikar dan catat bacaan.
- Pilih 1 dahan dan kira jumlah daun yang ada. Kemudian kira jumlah semua dahan pokok dan darab dengan jumlah daun tadi bagi mendapatkan purata jumlah daun tersebut. Ulangi langkah tersebut selama 3 hari.



Gambar 1. Proses sejat peluhan oleh pokok Misai Kucing



Gambar 2. Ujikaji transpirasi helaian daun Misai Kucing
(Sumber foto koleksi Main Rindam, Disember 2009)

Kaedah 3- Ukur keluasan daun

Bahan dan alatan

1. Pokok Misai Kucing (Nama Botani : *Orthosiphon stamineus*)
2. 1 buah bikar
3. 0.5 ml minyak
4. 200 ml air
5. 5 helai daun
6. 1 helai kertas graf

Langkah

1. Ambil 3 helai daun dan kira diameter setiap helai daun menggunakan kertas graf.

- Keluasan daun a^1 , a^2 , a^3 , a^4 dan a^5 dikira dan dapatkan purata keluasan kelima-lima helai daun.
2. Masukkan 5 helai daun tersebut ke dalam bikar. Isi 200 ml air dan 0.5ml minyak ke dalam bikar tersebut bagi menghalang berlakunya proses sejatan.
 3. Letakkan di tepi tingkap selama 24 jam.
 4. Selepas 24 jam, ambil bacaan jumlah air dalam bikar bagi mengetahui jumlah kehilangan air.

Hasil kajian dan perbincangan

Transpirasi adalah proses kehilangan air daripada daun tumbuhan. Air keluar melalui liang halus yang dikenali sebagai stomata. Kadarnya ditentukan oleh faktor suhu udara dan juga radiasi matahari. Secara semula jadi transpirasi adalah proses penyejukan tumbuhan bila suhu sekitar menjadi melampau. Oleh itu kadar transpirasi berubah-ubah mengikut suhu harian dan juga musiman. Hasil ujikaji transpirasi pokok Misai Kucing memberikan beberapa dapatan penting kepada bidang geografi khususnya bidang hidrometeorologi bandar.

Pokok herba Misai Kucing adalah pokok yang memiliki sifat diuretik. Istilah diuretik dalam geografi bolehlah dianggap sebagai transpirasi. Ia berfikat penyingkir. Iaitu menyingkirkan cecair daripada tumbuhan iaitu sama seperti yang dialami oleh manusia. Sama ada menerusi perpuluhan ataupun menerusi air kencing dan keupayaan menyingkirkan asid urik berlebihan dalam badan menjadikan Misai Kucing cukup popular. Kajian ini bertujuan mengkaji hubungan transpirasi pokok ini dengan keberkesanan sifat penyingkir atau diuretik yang dimilikinya kepada imbangan air serta sustainabiliti alam sekitar bandar.

Berdasarkan tiga kaedah kajian transpirasi yang dijalankan ke atas pokok herba Misai Kucing yang dijalankan di makmal, beberapa bukti menarik telah memberi petunjuk bahawa pokok ini memang mempunyai sifat diuretik yang tinggi. Analisis melalui kaedah timbangan mendapati berat sebelum dan selepas tempoh 24 jam pokok tersebut melakukan proses transpirasi, berat keseluruhannya telah berkurangan. Input air sebanyak 50 ml telah mengubah berat keseluruhan pokok berpasu tersebut meningkat sebanyak 0.62 kg atau 47.8 peratus. Selepas dibiarkan selama 24 jam di bawah cahaya matahari, berat pokok berkaitan menyusut kepada 1.36 kg. Ini bererti selepas sehari pengisian air dilakukan, ia mengalami penyusutan sebanyak 0.56 kg. Berbanding jumlah penambahan berat sebelum dan penyusutan selepas proses transpirasi, jumlah kehilangan air menerusi transpirasi dalam tempoh 24 jam ialah 90.3 peratus.

Kaedah 1- Melalui timbangan

Berat pokok- Berat Sebelum	:	1. 30 kg
Berat Selepas	:	1. 92 kg
Berat Selepas 24 jam	:	1. 36 kg

Jadual 1. Jumlah sejatpeluhan

Bilangan hari	Jumlah sejatpeluhan (ml)
1	7. 0
2	8. 2
3	7. 5

Jumlah kehilangan air menerusi teknik bungkusan dahan atau cabang pokok. Berdasarkan teknik ini satu cabang atau dahan pokok Misai Kucing dipilih dan dibungkus dengan bekas atau beg plastik. Ia kemudiannya di biarkan dibawah sinaran matahari dalam tempoh 24 jam. Proses

ini diulang dalam tempoh 3 hari untuk mendapatkan bacaan purata. Hasil bacaan dalam tempoh 72 jam dapat dilihat dalam Jadual 1.

Kaedah 2 – Kira dahan

1 dahan	= 17 helai daun
Bilangan semua dahan	= 11
Purata daun pada 1 pokok	= 187 helai daun
Kadar transpirasi 1 batang pokok	= 7.56 ml x 11 dahan
	= 83.16 ml
Kadar transpirasi 1 helai daun	= 0.444 ml

Menerusi kaedah kedua, satu tangkai atau cabang pokok Misai Kucing telah dipilih untuk dilakukan ujikaji proses transpirasi. Hasil analisis menunjukkan dalam tempoh tiga hari atau 72 jam ujian dilakukan proses transpirasi dari dahan misai kucing tersebut telah mengalami kehilangan air sebanyak 22.7 ml atau secara purata 7.56 ml air sehari. Perinciannya boleh dilihat dalam Jadual 2.

Kajian mendapati, 1 batang pokok herba misai kucing (*Orthosiphon stamineus*) yang mempunyai 11 dahan mengandungi 187 helai daun menghasilkan kadar purata transpirasi sebanyak 83.16 ml. Ini menunjukkan tumbuh herba ini berpengaruh dalam mengawal jumlah kehilangan air melalui proses perpeluhan. Jika kepadatan pokok ini dalam satu hektar boleh mencecah 11,000 pokok maka ia berpotensi untuk melakukan transpirasi sejumlah 914,760 ml air atau 914.8 liter bersamaan 0.9148 meter padu air dalam sehari. Ertinya dalam setahun tanaman Misai Kucing dengan keluasan 1 hektar akan mampu melakukan transpirasi sebanyak 333.9 meter padu air.

Jadual 2. Diameter

Daun	Keluasan (persegi)
a ¹	15.5 cm
a ²	10.5 cm
a ³	6.5 cm
a ⁴	9.4 cm
a ⁵	13.2 cm

$$\text{Keluasan } a^1 + a^2 + a^3 + a^4 + a^5 = 53.1 \text{ cm persegi}$$

$$\text{Min keluasan daun} = \frac{53.1 \text{ cm persegi}}{5} = 11.02 \text{ cm persegi}$$

Kaedah 3- Ukur keluasan daun

Daun misai kucing diambil sebanyak lima helai berlainan saiz. Bentuk setiap satunya dilukis di atas kertas graf. Keluasan daun tersebut kemudiannya dikira dan dicampurkan setiap keluasan helaian daun untuk mendapatkan luas keseluruhan helaian daun dalam sentimeter (cm) persegi. Selepas 24 jam anggarkan berapa banyak ml air telah susut. Bahagikan nilai tersebut dengan luas keseluruhan lima helai daun bagi mendapatkan jumlah sebenar air yang telah di transpirasikan dalam ml untuk setiap cm persegi daun dalam tempoh 24 jam. Dapatkan purata luas setiap daun dan dharabkan dengan jumlah helaian daun yang dianggarkan dalam sepohon pokok misai kucing. Jumlah tersebut kemudiannya didharabkan dengan jumlah ml yang ditranspirasi per cm

persegi untuk tempoh 24 jam bagi mendapatkan jumlah ml air yang ditranspirasi oleh seponh pokok dalam tempoh sehari (Jadual 3).

Jadual 3. Hasil dapatan sejatpeluhan

Hari	Masa	Jumlah Air
1	8.00 pagi	200 ml
2	8.00 pagi	185 ml

$$\frac{\text{Jumlah Sejatpeluhan}}{\text{Keluasan daun}} = \frac{15 \text{ ml}}{11.02 \text{ cm}^2} = 1.36 \text{ ml/cm}^2$$

Kajian mendapati setelah daun $a^1 + a^2 + a^3 + a^4 + a^5$ dimasukkan ke dalam bikar yang mengandungi 200ml air dan dibiarkan selama 24 jam didapati, air di dalam bikar berkurangan sebanyak 15 ml. Kadar kehilangan air adalah disebabkan oleh proses transpirasi daripada tumbuh-tumbuhan. Maka, purata transpirasi sehelai daun ialah 1.36 ml/cm^2 . Kadar transpirasi ini dipengaruhi oleh diameter daun. Semakin luas diameter daun maka kadar perpeluhan yang berlaku semakin meningkat.

Dapatan dan perbincangan

Kajian awal menunjukkan seponh pokok misai kucing mampu mempunyai secara purata 187 helai daun. Ini bererti ia memiliki sekurang-kurangnya 2,060.74 cm persegi dan jika didharabkan dengan jumlah purata ml air yang ditranspirasi maka jumlah air yang mampu ditranspirasikan oleh seponh pokok misai kucing dianggarkan berjumlah 2,802.6 ml sehari. Jika teknik ini kita gunakan, satu hektar pokok misai kucing akan mampu melakukan transpirasi sebanyak 30,828,670.4 ml air dalam sehari (30,828.67 liter). Dalam setahun jumlah air yang mampu ditranspirasikan mampu mencecah 11,252,464.7 liter air.

Peranan Misai Kucing bukan sekadar pokok herba Misai Kucing boleh ditanam sepanjang tahun dan ia boleh tumbuh setinggi 0.3 hingga 1 meter. Misai Kucing mempunyai bunga yang berwarna putih dan keseluruhan tumbuhan ini boleh digunakan sebagai ubat. Daun pokok Misai Kucing juga digunakan sebagai herba perubatan untuk merawat penyakit kencing manis, herba Misai Kucing digunakan untuk memperbaiki saluran kencing dan buah pinggang dan bagi membantu mengelakkan penyakit batu karang Hegnauer (1966) and Wangner (1982). Mengikut kajian yang sudah dibuat, daunnya yang sudah dikeringkan adalah bersifat diuretik dan membantu menyinkirkan asid urik yang berlebihan dalam badan.

Peranan Misai Kucing sebenarnya melangkaui fungsi dunia herba dan kesihatan. Ia memainkan peranan yang lebih besar terhadapimbangan oksigen dan jugaimbangan air kepada alam sekitarnya. Setiap pokok akan membebaskan 1.8 kali lebih banyak oksigen untuk setiap kali air ditranspirasikan ke atmosfera. Ini bererti satu hektar misai kucing berpotensi membebaskan 6,326,648,628 lbs oksigen (O_2) setahun. Sebaliknya tanpanya ia tidak mampu mengnyahkan karbon dioksida (CO_2) keluar dari atmosfera. Hasil kajian ini menunjukkan jika pokok ditanam di kawasan bandar, ia bukan sahaja dapat memberikan impak besar kepada lanskap bandar tetapi juga berpotensi besar untuk mengurangkan kesan rumah hijau sejak 1973 seperti di bandaraya Kuala Lumpur, Geogetown, Ipoh, Johor Bahru dan juga bandar-bandar lain yang teruk mengalami masalah kesan rumah hijau (Sham Sani, 1973). Memandangkan DBH Misai Kucing tidak sampaipun 1.8 meter tinggi, ia bolehlah dikelaskan berada dalam kedudukan DBH antara 0-3 (Cris, 2009). Pokok di bawah kategori ini mampu mengeluarkan 6 lbs setahun Oleh itu sehektar

pokok ini mampu mengeluarkan 66,000 lbs O₂ dalam setahun (Dwyer *et al.*, 2009 (inreview); Nowak, 1994).

Sekiranya manusia pada keadaan bertenang secara purata menggunakan 400 lbs O₂ setahun iaitu pada suhu 20°C (suhu minimum di Malaysia ialah 26°C) dengan tekanan 760 Hg (tekanan standard) seperti kajian oleh Broeker (1970), maka jumlah 66,000 lbs O₂ sehari atau 24,090,000 lbs setahun yang dikeluarkan oleh sehektar Misai Kucing mampu menampung keperluan O₂ untuk penduduk seramai 60,225 orang warga bandar. Maksudnya, analisis ini membuktikan transpirasi bukan sahaja berkaitan kehilangan air tetapi juga sumbangannya kepada pengeluaran O₂. Pastiina dapatan daripada ujikaji ini memberikan persepsi baru masyarakat umum tentang pentingnya tumbuhan kepada kelestarian kehidupan manusia di bandar.

Pokok menyerap air menerusi akar, ia menyejat air menerusi liang-liang yang terbuka dalam helaian daunnya menerusi proses transpirasi. Kadar transpirasi pokok meningkat apabila berlakunya peningkatan suhu, intensiti cahaya matahari, bekalan air dan saiz pokok. Tumbuhan ini berkeupayaan melakukan transpirasi air dalam jumlah yang besar. Proses ini sangat penting dalam kitaran hidrologi. Fungsi ini sebenarnya mempunyai hubungkait yang lebih kompleks seperti kejadian aliran air bawah tanah, tanah runtuh dan juga penggekalan lembapan dalam atmosfera. Transpirasi hampir tidak berlaku ketika waktu malam atau musim hujan. Ini kerana keadaan sejuk atau kelembapan tinggi menyebabkan berlaku defusi wap air dari saluran udara di dalam daun ke udara luar. Bila transpirasi kurang, imbalan air melalui proses ini tidak dapat berjalan dengan sempurna. Akibatnya air dalam tanah akan cepat tepu seterusnya tahap ricih tanah akan segera tercapai. Ini boleh mengundang tanah runtuh di kawasan cerun.

Ada banyak aspek yang boleh kita majukan dalam kajian transpirasi. Faktor tanah misalnya sangat penting dalam mengawal transpirasi yang berlebihan. Sekiranya liang pore antara butitan tanah besar, tanah akan mengalami kapilari tanah yang rendah atau buruk. Ertinya kadar air yang naik ke atas menjadi terlalu rendah untuk diserap atau diambil oleh tumbuhan. Ia menyukarkan tumbuhan untuk mengekalkan kelembapan. Kapilari tanah yang rendah juga disebabkan oleh tanah yang terlalu kering. Oleh itu kajian ini mendapati panjang akar juga membantu tumbuhan untuk memaksimumkan jangkauannya bagi menyerap air lebih jauh ke dalam tanah. Ia menjadikan pokok lebih tahan kepada iklim kering seperti apabila berlakunya Equinoks (Suhu harian meningkat kepada 38°C hingga 40°C) mahupun peningkatan suhu bandar akibat kesan rumah hijau (jumlah kosentrasi gas meningkat daripada 280ppm (tahun 1750) kepada 376 (2003) dan menurut Pidwirny (2006) kepada 380ppm (2005). Transpirasi juga memberi maklumat tentang simpanan air tanah. Sekurang-kurangnya ia memberikan maklumat tentang kandungan air di kawasan zon akar, zon kapilari dan juga zon lembapan tanah. Bila tanah mempunyai lembapan yang mencukupi atau sebaliknya dengan memberikan petunjuk tahap kelayuan daun. Transpirasi adalah proses penyejukan muka bumi sedangkan kesan rumah hijau adalah proses pemanasan bumi. Transpirasi terjadi ketika fotosintesis yang menyerap CO₂ dan membebaskan O₂. Konsep dan proses ini sangat penting untuk diketahui dan difahami penduduk bandar bagi mengekalkan kelangsungan sustainabiliti mereka.

Kesimpulan

Melalui proses transpirasi, udara di atmosfera menjadi lembap dan ini dapat mengurangkan suhu kepanasan. Oleh itu, pentingnya kita mengekalkan flora yang ada di atas muka bumi ini untuk kesejahteraan semua benda yang bernyawa. Pokok Misai Kucing seperti tumbuhan lain melakukan transpirasi. Dalam kajian ini, kadar transpirasi yang dikira dapat menggambarkan jumlah air yang ditranspirasikan dalam sesuatu kawasan dan ia sangat penting bukan sahaja kepada kitaran air di peringkat lokal atau global tetapi ia turut berperanan sebagai penyelesaian kepada isu pemanasan akibat kesan rumah hijau mahupun pemanasan global. Menerusi transpirasi pokok sekecil Misai Kucing kita dapat menganggarkan jumlah air yang dikeluarkan

oleh tersebut dan menggunakan maklumat tersebut untuk pelbagai kajian lanjutan termasuk kajian merentasi sempadan bidang. Kewujudan tumbuhan-tumbuhan ini mempunyai peranan yang penting bukan sahaja dalam kitaran hidrologi tetapi ia juga dapat menentukan sustainabiliti sebuah bandar kerana Misai kucing bukan sahaja terbukti dengan peranan pentingnya dalam menentukan kestabilanimbangan air tetapi ia turut mempunyai fungsi mencantikkan lanskap bandar dan bekalan O₂ kepada warganya.

Penghargaan

Setinggi-tinggi penghargaan diberikan kepada Universiti Sains Malaysia kerana membiayai projek ini menerusi gran Research University (RU) 1001/PJJAUH/811113.

Rujukan

- Akowuah GA, Ismail Z, Norhayati I, Sadikun A (2005) The effects of different extraction solvents of varying polarities on polyphenols of *Orthosiphon stamineus* and evaluation of the free radical-scavenging activity. *Food Chemistry* **93**, 311-317.
- Akowuah GA, Zhari I, Norhayati I, Sadikun A, Khamsah SM (2004) Sinensetin, eupatorin, 3'-hydroxy-5,6,7,4'-tetramethoxyflavone and rosmarinic acid contents and antioxidative effect of *Orthosiphon stamineus* from Malaysia. *Food Chemistry* **87**, 559-566.
- Anon (2001) *Orthosiphon*. *Medicinal and poisonous plants*, pp. 368-371. Buckhuys Publication, Leiden.
- Anon (2002) Urology use for Misai Kuching. *Medical Tribune. MediMedia Asia*.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) Corp evapotranspiration p Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome Italy.
- Beaux D, Fleurentin J, Mortier F (1998) Effects of extracts of *Orthosiphon stamineus* benth, *Hieracium pilosella* L., *Sambucus nigra* L. and *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) spreng. in rats. *Phytotherapy Research* **12** (7), 498-501.
- Cris Brack (2009) Standard point on tree bole for measurement. Forest measurement & modelling. Australian National University. Available at: <http://sres-associated.anu.edu.au/mensuration/author>.
- Chung HS, Chang LC, Lee SK, Shamon LA, Van Breemen RB, Metha RG, Farnsworth NR, Pezzuto JM, Douglas KA (1999) Flavonoids constituents of *Chorizanthe difussa* with potential cancer chemopreventive activity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **47**, 36-41.
- Elliot AJ, Scheiber SA, Thomas C, Pardini RS (1992) Inhibition of glutathione reductase by flavonoids. *Biochemical Pharmacology* **44**, 1603-1608.
- Dwyer JF, Nowak DJ, Noble MH, Sisinni SM (2009) (in review) Connecting people with ecosystems in the 21st Century: An assesment of our nation's urban forest. Draft Urban Forest RPA.
- Hegnauer RH (1966) *Chemotaxonomic der planzen (Vol. 4)*, pp. 314-316. Birkhäuser Verlag, Stuttgart.
- Hirano I, Sasamoto W, Matsumoto A, Itakura H, Igrashi O, Kondo K (2001) Antioxidant ability of various flavonoids against DPPH radicals and LDL oxidation. *Journal of Nutritional Science Vitaminol (Tokyo)* **47**, 357-362.
- Hollman PC, Katan MB (1999) Dietary flavonoids: Intake, health effects and bioavailability. *Food Chemistry Toxicology* **37**, 937-942.

- Imaida K, Fukushima S, Shirai T, Ohtani M, Nakanish K, Ito N (1983) Promoting activities of butylated hydroxytoluene on 2-stage urinary bladder carcinogenesis and inhibition of glutamyl transpeptidase-positive foci development in the liver of rats. *Carcinogenesis* **4**, 895-899.
- Jung MY, Kim JP, Kim SY (1999) Methanolic extract of *Coptis japonica makino* reduces photosensitized oxidation of oils. *Food Chemistry* **67**, 261-268.
- Lopes HF, Walle T, Nashar K, Egan BM (2002) Total antioxidant capacity, an important factor affecting blood pressure responses to diet? *American Journal of Hypertension*. **15** (4), A119.
- Mariam A, Asmawi MZ, Sadikun A (1996) Hypoglycaemic activity of the aqueous extract of *Orthosiphon stamineus*. *Fitoterapia*. **LXVII** (5), 465-468.
- Nakasugi T, Komai K (1998) Antimutagens in the Brazilian folk medicinal plant Carqueja (*Baccharis trimera* Less). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**, 2560-2564.
- Niwa Y (1997) *A ray of hope for sufferers of intractable disease: The amazing effects of out developed natural antioxidants*. Personalcare Co. Ltd., Japan.
- Nowak DJ (1994) Urban forest structure, the state of Chicago's urban forest, in: Chicago's Urban Forest Ecosystems: Result of the Chicago Urban Forest Climate Project. In: McPherson EG, Nowak DJ, Rowntree RA (eds) *Gen. Tech. Rep. NE-186, USDA Forest Service*, pp. 3-18;140-164. Northeastern Forest Experiment Station, Radnor, PA.
- Ohashi K, Bohgaki T, Shibuya H (2000) Antihypertensive substance in the leaves of kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) in Java Island. *Yakugaku Zasshi* **120** (5), 474-482.
- Pindwirny M (2006) The greenhouse effect. *Fundamentals of Physical Geography*, 2nd Edition. New York. Available at: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7h.html>.
- Pietta P, Simonetti P, Mauri P (1998) Antioxidant activity of selected medicinal plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**, 4487-4490.
- Sham Sani (1973) Observations on the effect of a city's form and functions on temperature patterns: A case of Kuala Lumpur. *Jurnal of Tropical Geography* **36**, 60-65.
- Sumaryono W, Proksc P, Wray V, Witte L, Hartmann T (1991) Qualitative and quantitative analysis of the phenolic constituents from *Orthosiphon aristatus*. *Planta Medica* **57**, 176-180.
- Tezuka Y, Stampoulis P, Banskota AJ, Awale S, Kadota S, Saiki I (2000) Constituents of the Vietnamese medicinal plant *Orthosiphon stamineus*. *Chemical Pharmaceutical Bulletin* **48**, 1711-1719.
- Thornthwaite CW (1948) An approach towards a rational classification of climate. *Geog. Rev.* Jilid 38.
- Venkatamuru K, Patel JD, Rao S (1983) Fractionation of wood phenolics and their use in brandy. *Journal of Food Science and Technology* **20**, 16-18.
- Wagner H (1982) *Parmazietische biologie: Drogen und ihre Inhalatsstoffe (second ed.)*. pp. 45-90. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.