

Kajian Pengaruh Tingkat Cekaman Kekeringan terhadap Karakteristik Morfologis Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.)

Nugraheni Hadiyanti^{1*} dan Mariyono¹

¹Fakultas Pertanian, Universitas Kadiri, Kediri, Indonesia

*Korespondensi: nugraheni@unik-kediri.ac.id

Diterima: 4 Januari 2019/Direvisi: 1 Februari 2019/Disetujui: 2 Maret 2019

ABSTRAK

Kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.) termasuk salah satu tanaman obat penting dalam pengobatan herbal sebagai antioksidan, antiangiogenik dan antikanker. Penelitian terkait pertumbuhan kumis kucing yang dipengaruhi kadar air dalam tanah belum banyak dilakukan. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap karakteristik morfologis kumis kucing. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), satu faktor dengan tiga kali ulangan. Tanaman yang tumbuh tegak, pada buku-bukunya berakar tetapi tidak tampak nyata, tinggi tanaman sampai 2 m. Batang bersegi empat agak beralur. Faktor tingkat cekaman kekeringan terdiri atas 5 taraf, yaitu: 100% kapasitas lapang/KL (W0), 50% kapasitas lapang (W1), 37.5% kapasitas lapang (W2), 25% kapasitas lapang (W3) dan 12.5% kapasitas lapang (W4). Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) taraf 5% apabila hasil signifikan. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) taraf 5% apabila hasil signifikan. Hasil penelitian menunjukkan tingkat cekaman kekeringan mempengaruhi morfologi kumis kucing, terlihat pada tinggi tanaman, daun dan akar. Cekaman kekeringan 12.5% KL berdampak buruk pada pertumbuhan yang abnormal, ukuran daun kecil dan relatif sedikit serta penurunan berat kering akar. Kumis kucing termasuk tanaman yang tahan terhadap cekaman kekeringan.

Kata Kunci: Cekaman Kekeringan; Karakter Morfologi; Kumis Kucing

ABSTRACT

Cat whiskers (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.) Is one of the important medicinal plants in herbal medicine as an antioxidant, antiangiogenic and anticancer agent. Research related to the growth of cat whiskers which is influenced by water content in the soil has not been widely carried out. The purpose of this study was to determine the effect of drought stress levels on the morphological characteristics of cat whiskers. This study used a completely randomized design (CRD), one factor with three replications. Plants that grow upright, rooted in the knuckles but not visible, plant up to 2 m high. Rectangular stem slightly grooved. The drought stress factor consists of 5 levels, namely: 100% field capacity / KL (W0), 50% field capacity (W1), 37.5% field capacity (W2), 25% field capacity (W3) and 12.5% field capacity (W4). The observed data were analyzed by means of analysis of variance and continued with Duncan's multiple distance test (DMRT) at 5% level if the results were significant. The observed data were analyzed by means of analysis of variance and continued with Duncan's multiple distance test (DMRT) at 5% level if the results were significant. The results showed that the level of drought stress affected the morphology of cat whiskers, seen in plant height, leaves and roots. Drought stress 12.5% KL had a negative impact on abnormal growth, small and relatively small leaf size and decreased root dry weight. Cat whiskers are plants that are resistant to drought stress.

Keywords: Cat Whiskers; Drought Stress; Morphological Character

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati besar yang tersebar di berbagai wilayah. Keanekaragaman hayati tersebut menjadi sumberdaya yang layak dan potensial untuk dikembangkan sebagai komoditi yang bernilai ekonomis. Industri obat-obatan herbal di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir mengalami perkembangan yang cukup pesat. Diperkirakan pasar obat modern pada tahun 2010 mencapai 37.5 triliun rupiah dan obat herbal akan mencapai 7.2 triliun rupiah. Pada tahun 2005, pasar obat herbal memberikan kontribusi sebesar 12% terhadap pasar farmasi. Tingginya permintaan akan obat herbal direspon pemerintah dengan penetapan tanaman obat unggulan (Murdopo, 2014).

Kucing kumis termasuk keluarga Labiatae, dengan nama ilmiah *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. Kumis kucing merupakan salah satu tanaman obat yang berkhasiat tinggi dalam pengobatan tradisional, Daun kumis kucing basah maupun kering bermanfaat digunakan sebagai bahan obat-obatan. Masyarakat menggunakan kumis kucing sebagai upaya penyembuhan batuk, encok, masuk angin, dan sembelit. Kumis kucing juga bermanfaat untuk pengobatan radang ginjal dan batu ginjal. Kandungan kimia yang terdapat pada kumis kucing, di antaranya: garam kalium, saponin, alkaloid, minyak atsiri, glikosida, orthosiponin, tanin, flavonoid, asam organik, terpenoid (Adnyana *et al.*, 2013) Kumis kucing juga digunakan sebagai antioksidan, antiangiogenik, dan antikanker (Surahmida *et al.*, 2019).

Kumis kucing berkhasiat untuk mengobati berbagai penyakit salah satu

diantaranya adalah diabetes mellitus (penyakit gula). Daun tanaman kumis kucing diperkenalkan ke Eropa dan Jepang sebagai teh kesehatan yang biasanya dikenal dengan sebutan "*Java Tea*" (Ameer *et al.*, 2012). Dalam perkembangannya tanaman kumis kucing dapat digunakan sebagai pestisida hayati, selain bebas pestisida juga tanaman budidaya dapat terhindar dari hama dan penyakit tertentu. Kondisi cekaman kekeringan meningkatkan metabolit sekunder pada berbagai tanaman (Stagnari *et al.*, 2014). Adanya cekaman air berpengaruh terhadap pertumbuhan, proses fisiologis, bioamassa daun kering dan hasil glikosida stevia (Benhmimou *et al.*, 2018).

Tanaman kumis kucing dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah sampai dataran tinggi dengan ketinggian sampai 1.500 m di atas permukaan laut. Sebaiknya tanaman ini ditanam pada tempat yang terbuka dan disinari matahari penuh. Curah hujan yang dibutuhkan lebih dari 3.000 mm/tahun. Tanah yang sesuai untuk pertumbuhan kumis kucing adalah tanah lempung berpasir dengan struktur gembur, subur, dan mengandung humus yang cukup. Tanah tersebut mengandung unsur hara makro dan mikro yang cukup banyak dan ketersediaannya tinggi.

Peningkatan kumis kucing sebagai obat tradisional harus mengacu pada pengembangan teknik budidaya tanaman agar dapat memberikan hasil yang optimal baik kualitas maupun kuantitas. Beberapa faktor biotik dan abiotik yang terkait dengan teknik budidaya ini diantaranya adalah penggunaan air yang optimal bagi pertumbuhan, perkembangan dan kandungan metabolit sekunder yang dihasilkan.

Defisit air atau kekeringan merupakan salah satu tekanan abiotik yang berdampak buruk pada pertumbuhan dan hasil panen. Kekeringan berhubungan dengan rendahnya ketersediaan air tanah, terhambatnya pertumbuhan tanaman dan restorasi ekologi pada daerah arid maupun semiarid (Liu *et al.*, 2013). Stres kekeringan merupakan faktor pembatas yang sangat penting pada fase awal pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena mempengaruhi pertumbuhan, perpanjangan dan ekspansi sel (Shao *et al.*, 2008). Stres kekeringan ditandai dengan penurunan kadar air, berkurangnya potensi air daun dan hilangnya turgor, penutupan stomata, penurunan pembesaran dan pertumbuhan sel. Stres air yang parah dapat menyebabkan terhentinya fotosintesis, gangguan metabolisme dan akhirnya kematian tanaman (Jaleel *et al.*, 2008). Pengaruh cekaman kekeringan juga menurunkan kandungan xanthorrhizol pada tanaman temulawak (Khaerana, Ghulamahdi, M., dan Purwakusumah, 2008).

Respon tanaman terhadap stres air menunjukkan perbedaan signifikan pada masing-masing tanaman tergantung pada intensitas dan durasi stres, spesies tanaman serta tahap pertumbuhan saat terjadi stres (Chaves *et al.*, 2003). Memahami respon tanaman terhadap kekeringan adalah hal yang sangat penting dan juga merupakan bagian mendasar untuk membuat tanaman lebih toleran (Zhao, C. X., L.Y. Guo, C.A. Jaleel, 2008).

Toleransi terhadap tekanan abiotik sangat kompleks karena interaksi yang rumit antara faktor-faktor stres dan berbagai fenomena molekuler, biokimia dan fisiologis yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan

tanaman (Razmjoo *et al.*, 2008). Potensi hasil tinggi di bawah tekanan kekeringan adalah target pemuliaan tanaman. Pemahaman tentang dasar morfoanatomi dan fisiologis tanaman terhadap perubahan ketahanan karena tekanan air dapat digunakan untuk memilih atau membuat varietas tanaman baru untuk mendapatkan produktivitas yang lebih baik dalam kondisi tekanan air (Nam *et al.*, 2001). Kenyataan bahwa sumber daya air menjadi semakin langka di banyak daerah harus ada pengelolaan air bagi tanaman utamanya tentang respon tanaman terhadap cekaman kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di *green house* Fakultas Pertanian Universitas Kadiri, Kediri mulai bulan Agustus sampai dengan Oktober 2019. Penelitian ini merupakan penelitian tunggal menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan faktor cekaman kekeringan yang terdiri dari: 100% kapasitas lapang/KL (W0), 50% KL (W1), 37.5% KL (W2), 25% KL (W3) dan 12.5% KL (W4). Setiap perlakuan diulang 3 kali. Penentuan kapasitas lapang dengan cara menimbang tanah dalam *polybag* sebanyak 8 kg sebagai berat awal. *Polybag* dimasukkan ke dalam ember berisi air dan biarkan sampai air menutupi permukaan tanah. Setelah itu *polybag* disimpan selama 3-4 hari sampai air tidak menetes dan ditimbang sebagai berat akhir. Selisih antara berat awal dan berat akhir merupakan nilai kapasitas lapang.

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah stek kumis kucing panjang 25-30 cm, dipilih yang tidak terlalu tua atau terlalu muda. Media tanam menggunakan tanah dan

kompos dengan perbandingan 2:1. Pemeliharaan tanaman meliputi penyulaman, penyiangan, penyiraman. Pada awal pertumbuhan, penyiraman dilakukan setiap hari sebanyak 100% KL. Perlakuan tingkat cekaman kekeringan dilakukan setelah tanaman berumur 30 hari setelah tanam sampai dengan panen (umur 3 bulan).

Pengamatan meliputi karakter agronomi, produktivitas dan kandungan bahan bioaktif (sinensetin). Karakter agronomi yang diamati adalah pertambahan tinggi tanaman (cm), jumlah cabang sekunder dan ruas cabang sekunder, panjang dan lebar daun (cm) serta indeks luas daun (ILD). Peubah pengamatan produktivitas adalah bobot kering daun dan batang (per 4.41 m²). Peubah kandungan bioaktif yaitu kadar sinensetin pada daun. Tahap pengujian kadar sinensetin mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Pusat Studi Biofarmaka Tropika (PSBT) dengan alat *High-performance Liquid Chromatography* (HPLC). Metode pengujiannya yaitu mengekstrak simplisia kumis kucing yang sudah dikeringkan dengan cara simplisia kumis kucing dihaluskan sehingga berbentuk tepung. Simplisia yang telah dihaluskan diambil sebanyak 1 gr dan dilarutkan menggunakan methanol 100 ml. Selanjutnya suspensi dikocok dengan shaker selama 4 jam dan kemudian disaring. Hasil saringan dievaporasi hingga tersisa 5 ml. Hasil evaporasi berupa ekstrak dilarutkan menjadi 10 ml dengan pelarut campuran NaOH: air (6:4), saring 0.45 µm lalu diinjeksikan ke dalam HPLC untuk

dianalisis kadar sinensetinya (Yam *et al.*, 2012).

Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering akar. Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dari permukaan sampai titik tumbuh tertinggi. Jumlah daun dihitung dari daun muda yang membuka sempurna sampai daun yang sudah tua. Berat kering akar ditimbang setelah akar dibersihkan dari tanah dan dioven pada suhu 80°C selama 24 jam. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan apabila terdapat signifikansi dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan, tingkat cekaman kekeringan berpengaruh terhadap morfologi kumis kucing. Tanaman yang mendapat perlakuan cekaman kekeringan mengalami penurunan tinggi tanaman (gambar 1). Tanaman yang disiram normal (100% KL) terlihat subur dan pertumbuhannya bagus. Perlakuan cekaman kekeringan 50% KL, 37.5% KL, 25% KL dan 12.5% KL menunjukkan pertumbuhan yang lebih lambat (abnormal). Pada tingkat cekaman kekeringan 12.5% KL, tanaman menunjukkan kelayuan sementara. Hal ini sejalan dengan penelitian (Yang *et al.*, 2014), yang menyatakan bahwa semakin sedikit air yang diberikan kepada bibit *black locust* maka pertumbuhan diameter dan tinggi tanaman akan semakin rendah.



Gambar 1. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap tinggi tanaman (cm)

Dari hasil analisis data menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada tinggi tanaman karena tingkat cekaman kekeringan. Pada tingkat cekaman kekeringan 12.5% KL, tanaman hanya disiram sebanyak 125 ml sehingga pertumbuhan tanaman terhambat dan tinggi tanaman paling

rendah yaitu 41.3 cm. Sedangkan tinggi tanaman pada tingkat cekaman kekeringan 25.0% KL dan 37.5% KL tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, begitu juga dengan tingkat cekaman kekeringan 37.5% KL dengan 50.0% KL (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap tinggi tanaman kumis kucing (cm)

| Tingkat cekaman kekeringan | Tinggi tanaman |
|----------------------------|----------------|
| 100.0% KL | 77.7d |
| 50.0%KL | 67.3c |
| 37.5% KL | 60.0bc |
| 25.0% KL | 54.0ab |
| 12.5% KL | 41.3a |

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan/DMRT)

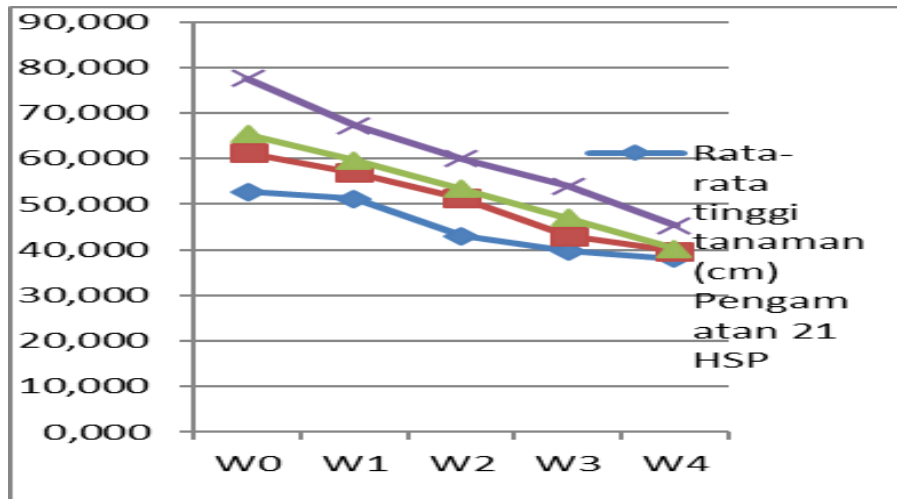
Dari hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman selama perlakuan cekaman kekeringan tampak bahwa pertumbuhan tanaman yang tingkat cekaman kekeringan tinggi (12.5% KL) sangat lambat cenderung statis (gambar 2). Hal ini bisa dimengerti bahwa pada dasarnya pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi salah satunya faktor ketersediaan air. Air sebagai sumber kehidupan tidak terkecuali bagi tumbuhan sangat diperlukan untuk

pertumbuhan dan perkembangannya. Kondisi defisit air yang pada penelitian ini menurunkan pertumbuhan diameter dan tinggi tanaman dapat disebabkan karena turunnya tekanan turgor (Farooq *et al.*, 2009); terhambatnya perpanjangan sel karena adanya gangguan aliran air dari xylem ke sekitar sel-sel yang memanjang (Nonami, 1998); serta terhambatnya mitosis dan pembesaran sel (Yaseen *et al.*, 2003).

Stres air sangat menekan ekspansi sel dan pertumbuhan sel karena tekanan turgor yang rendah. Penurunan tinggi tanaman dikaitkan dengan penurunan pembesaran sel dan penuaan daun lebih banyak pada A.

esculentus di bawah tekanan air (Bhatt & Rao, 2005).

Pengembangan luas daun optimal penting untuk fotosintesis dan hasil bahan kering.



Gambar 2. Pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap rata-rata tinggi tanaman kumis kucing (cm)

Penelitian tingkat cekaman kekeringan menunjukkan perbedaan sangat nyata pada jumlah daun kumis kucing (Tabel 2). Perlakuan cekaman kekeringan 12.5% KL mempunyai jumlah daun paling sedikit yaitu 96.7 buah. Pada tingkat cekaman kekeringan 25% KL dan 37.5 KL tidak menunjukkan perbedaan nyata jumlah daunnya, akan tetapi pada tingkat cekaman kekeringan 25% KL mempunyai jumlah daun lebih sedikit. Pada tanaman yang penyiramannya normal 100% KL

mempunyai daun yang banyak dan relatif berukuran besar, sedangkan pada tanaman yang tingkat cekaman kekeringannya tinggi menghasilkan daun sedikit dan relatif berukuran kecil. Tingkat cekaman kekeringan berpengaruh terhadap produksi daun dan ukuran daun suatu tanaman. Stres defisit air sebagian besar mengurangi pertumbuhan daun dan pada gilirannya area daun pada banyak spesies tanaman (Wullschleger *et al.*, 2005).

Tabel 2. Pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap jumlah daun kumis kucing (cm)

| Tingkat Cekaman Kekeringan | Jumlah daun |
|----------------------------|-------------|
| 100.0% KL | 488.7d |
| 50.0% KL | 287.7c |
| 37.5% KL | 78.7b |
| 25.0%KL | 45.3b |
| 12.5% KL | 96.7a |

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan/DMRT)

Pengaruh cekaman kekeringan juga terlihat pada morfologi akar kumis kucing (Gambar 3). Kumis kucing yang mendapat penyiraman normal (100% KL) mempunyai akar lebih banyak dan besar dibandingkan akar lainnya yang mendapat perlakuan cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan pada tanaman dapat menurunkan bobot

kering akar American-Eurasian Journal of Agronomy (El Tayeb MA and NL Ahmed, 2010). Respon fisiologis akar (bobot kering akar, jumlah dan efektivitas bintil akar) menurun pesat dengan meningkatnya cekaman kekeringan (SUKARMAN *et al.*, 2020).



Gambar 3. Pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap morfologi akar kumis kucing

Karakter pertumbuhan yang terdampak dari adanya cekaman kekeringan adalah bobot segar dan kering akar kumis kucing. Hasil analisis data (Tabel 3) menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara tanaman yang penyiramannya normal (100% KL) dengan tanaman yang mendapat cekaman kekeringan (50% KL; 37.5% KL; 25% KL dan 12.5% KL). Hal ini sejalan dengan penelitian Zeid dan Shedeed (2006) yang mencatat bahwa potensi perkecambahan, perpanjangan hipokotil, berat kering, dan berat basah tunas dan akar dari tanaman alfalfa mengalami penurunan pada kondisi defisit air. Kekurangan air pada tanaman akan menghambat pembentukan dan perkembangan sel sehingga menyebabkan pertumbuhan akar tanaman terhambat dan penyebaran akar relative sempit akibatnya

penyerapan air dan unsur hara menurun yang akan mengakibatkan metabolisme karbohidrat, protein dan zat pengatur tumbuh terganggu sehingga tanaman menjadi kerdil (Taiz & Zeiger, 2010).

Pengembangan sistem akar meningkatkan penyerapan air dan mempertahankan tekanan osmotik yang diperlukan melalui tingkat prolin yang lebih tinggi di *Phoenix dactylifera* (Djibril, S., O.K. Mohamed, D. Diaga, D. Diégane, B.F. Abaye, 2005). Berat kering akar berkurang di bawah tekanan air ringan dan berat pada spesies *Populus* (Wullschleger *et al.*, 2005). Peningkatan rasio *root to shoot* dalam kondisi kekeringan terkait dengan kandungan ABA akar dan tunas (Sharp & Lenoble, 2002). Sistem akar bercabang telah terlibat dalam toleransi kekeringan dan produksi biomassa tinggi terutama karena kemampuannya

Tabel 3. Pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap berat kering akar kumis kucing (gr)

| Tingkat Cekaman Kekeringan | Tinggi Tanaman |
|----------------------------|----------------|
| 100.0% KL | 77.7d |
| 50.0% KL | 67.3c |
| 37.5% KL | 60.0bc |
| 25.0% KL | 54.0ab |
| 12.5% KL | 41.3a |

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji jarak berganda Duncan/DMRT)

untuk mengekstrak lebih banyak air dari tanah dan pengangkutannya ke bagian di atas permukaan tanah untuk fotosintesis

KESIMPULAN

Tingkat cekaman kekeringan mempengaruhi morfologi kumis kucing, terlihat pada tinggi tanaman, daun dan akar. Tingkat cekaman kekeringan 12.5% KL berdampak buruk pada pertumbuhan yang abnormal, ukuran daun kecil dan relatif sedikit serta penurunan berat kering akar. Kumis kucing termasuk tanaman yang tahan terhadap cekaman kekeringan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin memberikan penghargaan terbesar kepada Universitas Kediri atas bantuan finansial yang diberikan untuk penelitian dan kepenulisan artikel ini. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan di Fakultas Pertanian Universitas Kediri yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini dan peminjaman *green house* Fakultas Pertanian Universitas Kediri sebagai sarana penelitian, serta lembaga-lembaga terkait dengan sumber-sumber data dalam pembuatan

artikel sehingga dapat diselesaikannya jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, K., Setiawan, F., & Insanu, M. (2013). From ethnopharmacology to clinical study of *Orthosiphon stamineus* Benth. In *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*.
- Ameer, O. Z., Salman, I. M., Asmawi, M. Z., Ibraheem, Z. O., & Yam, M. F. (2012). *Orthosiphon stamineus*: Traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology. In *Journal of Medicinal Food*. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.1973>
- Benhmimou, A., Ibriz, M., Al Faïz, C., Gaboun, F., Shaimi, N., Amchra, F. Z., & Lage, M. (2018). Effects of water stress on growth, yield, quality and physiological responses of two stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) varieties in Rabat region, Morocco. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*.
- Bhatt, R. M., & Rao, N. S. (2005). Influence of pod load on response of okra to water stress. *Indian*

- Journal of Plant Physiology*.
- Chaves, M. M., Maroco, J. P., & Pereira, J. S. (2003). Understanding plant responses to drought - From genes to the whole plant. In *Functional Plant Biology*. <https://doi.org/10.1071/FP02076>
- Djibril, S., O.K. Mohamed, D. Diaga, D. Diégane, B.F. Abaye, S. M. and B. A. (2005). Growth and development of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seedlings under drought and salinity stresses. *African J. Biotechnol*, 4, 968–972.
- El Tayeb MA and NL Ahmed. (2010). Response of wheat cultivars to drought and salicylic acid. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 3(1), 01–07.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. In *Agronomy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1051/agro:2008021>
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Lakshmanan, G. M. A., Gomathinayagam, M., & Panneerselvam, R. (2008). Alterations in morphological parameters and photosynthetic pigment responses of *Catharanthus roseus* under soil water deficits. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.09.008>
- Khaerana, Ghulamahdi, M., dan Purwakusumah, E. D. (2008). Pengaruh Cekaman Kekeringan dan Umur Panen Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Xanthorrhizol Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* roxb. *Jurnal Bul. Agron*, 36(3), 241–147.
- Liu, X., Fan, Y., Long, J., Wei, R., Kjellgren, R., Gong, C., & Zhao, J. (2013). Effects of soil water and nitrogen availability on photosynthesis and water use efficiency of *Robinia pseudoacacia* seedlings. *Journal of Environmental Sciences (China)*. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(12\)60081-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60081-3)
- Murdopo. (2014). Obat Herbal Tradisional. *Warta Ekspor*.
- Nam, N. H., Chauhan, Y. S., & Johansen, C. (2001). Effect of timing of drought stress on growth and grain yield of extra-short-duration pigeonpea lines. *Journal of Agricultural Science*. <https://doi.org/10.1017/S0021859601008607>
- Nonami, H. (1998). Plant water relations and control of cell elongation at low water potentials. In *Journal of Plant Research*. <https://doi.org/10.1007/bf02507801>
- Razmjoo, K., Heydarizadeh, P., & Sabzalian, M. R. (2008). Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomila*. *International Journal of Agriculture and Biology*.
- Shao, H. bo, Chu, L. ye, Shao, M. an,

- Jaleel, C. A., & Hong-mei, M. (2008). Higher plant antioxidants and redox signaling under environmental stresses. In *Comptes Rendus - Biologies*. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2008.03.011>
- Sharp, R. E., & Lenoble, M. E. (2002). ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. *Journal of Experimental Botany*. <https://doi.org/10.1093/jxb/53.366.33>
- Stagnari, F., Galieni, A., Specca, S., & Pisante, M. (2014). Water stress effects on growth, yield and quality traits of red beet. *Scientia Horticulturae*. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.026>
- SUKARMAN, S., DARWATI, I., & RUSMIN, D. (2020). Karakter Morfologi Dan Fisiologi Tapak Dara (*Vinca rosea* L.) Pada Beberapa Cekaman Air. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v6n2.2000.50-54>
- Surahmaida, S., Umarudin, U., & Junairiah, J. (2019). Bioactive Compounds Of Kumis Kucing Leaves (*Orthosiphon stamineus*). *Jurnal Kimia Riset*. <https://doi.org/10.20473/jkr.v4i1.13176>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). Plant Physiology, Fifth Edition. *Cell*.
- Wullschlegel, S. D., Yin, T. M., DiFazio, S. P., Tschaplinski, T. J., Gunter, L. E., Davis, M. F., & Tuskan, G. A. (2005). Phenotypic variation in growth and biomass distribution for two advanced-generation pedigrees of hybrid poplar. *Canadian Journal of Forest Research*. <https://doi.org/10.1139/x05-101>
- Yam, M. F., Mohamed, E. A. H., Ang, L. F., Pei, L., Darwis, Y., Mahmud, R., Asmawi, M. Z., Basir, R., & Ahmad, M. (2012). A Simple Isocratic HPLC Method for the Simultaneous Determination of Sinensetin, Eupatorin, and 3'-hydroxy-5,6,7,4'-tetramethoxyflavone in *Orthosiphon stamineus* Extracts. *JAMS Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2012.05.005>
- Yang, Y., Tang, M., Sulpice, R., Chen, H., Tian, S., & Ban, Y. (2014). Arbuscular Mycorrhizal Fungi Alter Fractal Dimension Characteristics of *Robinia pseudoacacia* L. Seedlings Through Regulating Plant Growth, Leaf Water Status, Photosynthesis, and Nutrient Concentration Under Drought Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*. <https://doi.org/10.1007/s00344-013-9410-0>
- Yaseen, M., Anjum, F., Yaseen, M., Rasool, E., Wahid, A., & Anjum, S. (2003). Water Stress In Barley (*Hordeum vulgare* L.) I. Effect On Morphological Characters. *Pak. J. Agri. Sci.*
- Zhao, C. X., L.Y. Guo, C.A. Jaleel, H. B. S. and H. B. Y. (2008). Prospects for dissecting plant-

adaptive molecular mechanisms to improve wheat cultivars in drought environments. *Comp. Rend. Biol*, 331, 579–586.