

Keupayaan terung rapuh terhadap tekanan genang air

(Capability of terung rapuh against the waterlogging stress)

Zulhairil Ariffin, Nor Asiah Ismail, Maya Izar Khaidizar,
Mohd Aziz Rashid, Aimi Athirah Ahmad, Umikalsum
Mohamed Bahari, Nuradni Hashim dan Hamizan Abdul Jalil

Pengenalan

Terung rapuh merupakan terung tradisional yang amat jarang ditanam secara meluas. Ia selalu dilabelkan sebagai terbiar dan tidak penting jika dibandingkan dengan terung komersial kerana kurangnya kesedaran, promosi dan pengetahuan penanaman secara besar-besaran dalam kalangan petani. Namun, terung tradisional seperti terung rapuh mempunyai banyak potensi dan faedah yang perlu diterokai kerana ia mengandungi mikro nutrien yang tinggi dan mempunyai kerintangan terhadap penyakit dan perosak.

Tanaman makanan dalam sektor pertanian sering kali terjejas akibat perubahan cuaca yang dialami seantaro benua. Salah satu risiko yang telah dikenal pasti adalah banjir atau genang air di kawasan tanaman. Apabila banjir berlaku, secara lazimnya ia akan mengganggu pertumbuhan pokok untuk mengeluarkan hasil yang tinggi. Banjir juga dikenali sebagai tekanan persekitaran yang akan mempengaruhi komuniti tanaman dan keadaan ekosistem di kawasan tersebut. Gangguan pertukaran udara dan tindak balas yang tidak normal oleh mikro flora dan mikro organisma akan menyebabkan perubahan kompleks beberapa parameter tumbuhan kerana air yang berlebihan. Maka, zon akar akan mengalami hipoksia, anoksia dan kadar karbon dioksida yang tinggi kerana genang air. Keadaan ini juga akan mengakibatkan pertambahan pergerakan fitotoksin di dalam tanah, metabolisme akar yang kurang sihat, pengurangan pengambilan nutrien dan pertumbuhan pucuk dan akar yang perlahan. Apabila oksigen berkurangan, respirasi tumbuhan terjejas dan menyebabkan proses adaptasi tumbuhan mengalami hipoksia dan keadaan anoksia terganggu.

Oleh itu, saringan pokok terung rapuh terhadap ciri-ciri toleransi yang tinggi terhadap kekurangan oksigen untuk mengenal pasti potensi akibat fenomena banjir atau genang air telah dikaji. Kajian ini akan menumpukan keupayaan dan tindak balas terung rapuh dalam keadaan genang air di lapangan.

Penyediaan sampel

Biji benih terung rapuh disemai di dalam bekas semaian yang berisi tanah dan disiram setiap hari. Setelah anak pokok berusia tiga minggu, ia dipindahkan ke dalam pasu di bawah rumah lindungan hujan.

Reka bentuk kajian

Kajian dijalankan menggunakan kaedah reka bentuk blok lengkap terawak (RCBD) menggunakan empat jenis rawatan. Tiga replikasi dijalankan dengan setiap satu mengandungi lima pokok termasuk pokok kawalan. Secara keseluruhan, kombinasi 12 rawatan yang berbeza telah dijalankan dalam kajian ini. Kajian genang air dijalankan pada dua peringkat iaitu peringkat pembungaan (60 hari) dan peringkat berbuah (90 hari). Pada setiap peringkat, pokok terung rapuh akan diuji dengan empat jenis rawatan banjir dalam tempoh yang berbeza-beza ($T_1 = 0$, $T_2 = 7$, $T_3 = 14$ dan $T = 21$ hari) dengan meletakkan pasu pokok di dalam bekas air yang besar. Setiap bekas besar itu telah diisi dengan air pada suhu $25\text{ }^\circ\text{C}$ dan aras air terletak pada aras 5 – 7 cm dari permukaan tanah di sepanjang tempoh rawatan banjir atau genang air. Setelah berakhir tempoh bagi setiap rawatan, kandungan air di dalam bekas besar akan dibuang atau dikeringkan.

Pencirian secara morfologi dan fisiologikal

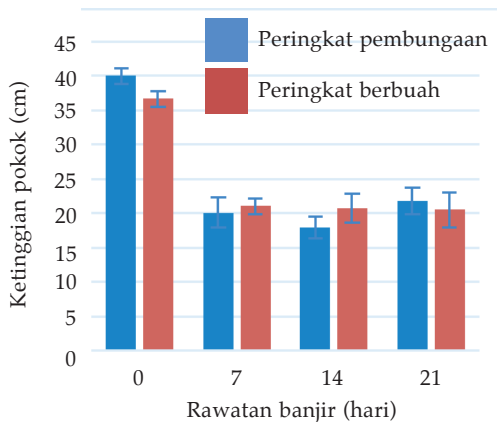
Parameter morfologi yang direkodkan adalah ketinggian pokok, bilangan cabang primer, bilangan daun, bilangan daun kuning, hari mula berbunga, bilangan bunga per pokok dan bilangan buah per pokok. Manakala, parameter fisiologikal seperti fluorezen klorofil dan kadar bersih fotosintesis diukur dengan menggunakan alat 'Plant Efficiency Analyzer (PEA) dan 'LICOR6400XT photosynthesis system' pada keadaan cahaya $1000\ \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ pada awal pagi dengan tiga replikasi untuk setiap rawatan. Data fisiologi telah direkodkan pada setiap minggu sepanjang rawatan.

Analisis statistik

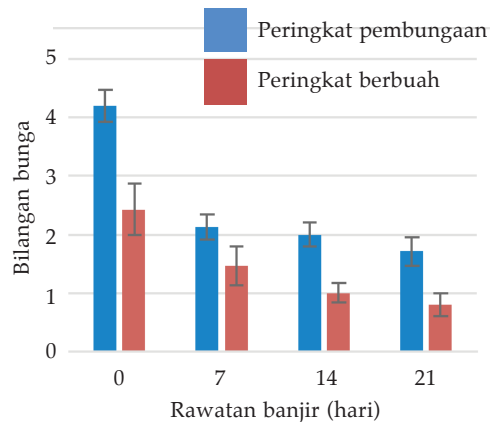
Data yang telah direkodkan, dianalisis menggunakan 'statistical analysis system' (SAS) untuk menentukan perbezaan signifikan bagi setiap rawatan. Pemisahan min dinilai menggunakan 'Tukeys test'.

Kesan banjir/genang air pada peringkat pembungaan dan berbuah ke atas ciri morfologi

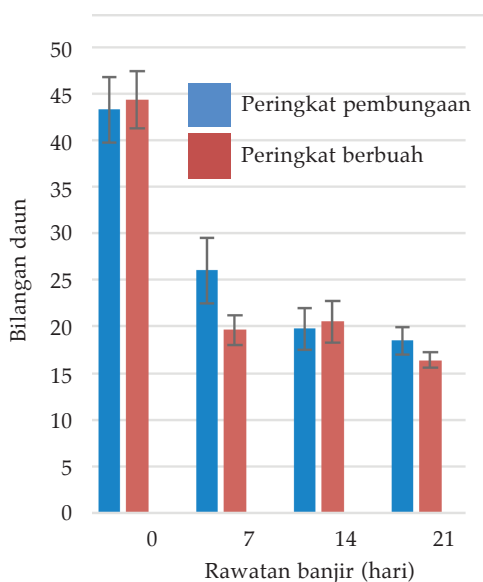
Kesan banjir atau genang air ke atas ciri-ciri seperti ketinggian pokok, bilangan daun, bilangan bunga dan buah pada peringkat pembungaan dan berbuah ditunjukkan seperti dalam *Rajah 1, 2, 3 dan 4*. Keputusan menunjukkan rawatan yang berbeza pada setiap peringkat pertumbuhan mempengaruhi pertumbuhan morfologikal pokok terung rapuh. Bilangan daun dan bunga menunjukkan kadar pertumbuhan yang semakin perlahan mengikut tempoh rawatan yang dijalankan. Ciri-ciri seperti ketinggian pokok, bilangan daun, bilangan bunga dan buah pada peringkat pembungaan menunjukkan perbezaan yang signifikan selepas rawatan banjir berbanding dengan pokok kawalan. Kesemua nilai parameter didapati menurun, tetapi tidak signifikan terhadap semua rawatan. Namun, kesan banjir pada peringkat berbuah tidak mempunyai kesan langsung



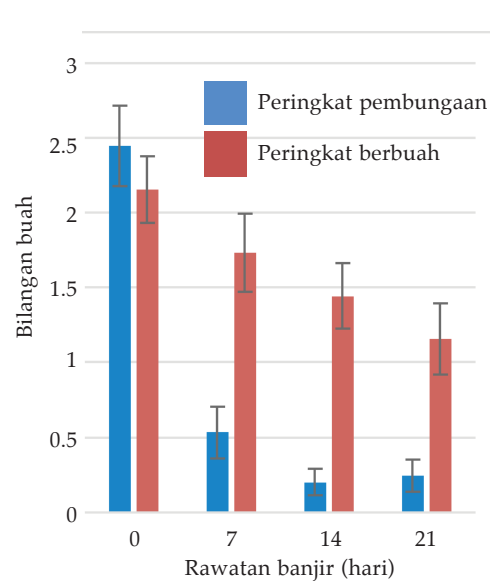
Rajah 1. Ketinggian pokok terung rapuh dalam keadaan banjir/genang air



Rajah 2. Bilangan bunga pokok terung rapuh dalam keadaan banjir/genang air



Rajah 3. Bilangan daun pokok terung rapuh dalam keadaan banjir/genang air



Rajah 4. Bilangan buah pokok terung rapuh dalam keadaan banjir/genang air

terhadap semua rawatan berbanding dengan pokok kawalan. Ciri-ciri seperti ketinggian pokok, bilangan daun dan bilangan bunga menunjukkan perbezaan ketara terhadap pokok kawalan bagi rawatan banjir selama 7, 14 dan 21 hari. Selain itu, pokok terung rapuh juga didapati tidak berupaya untuk menghasilkan bunga dan buah kerana set bunga jatuh lebih awal. Kajian ini, menunjukkan terung rapuh mempunyai kesan negatif/positif terhadap keadaan banjir/genang air. Kesan negatif akibat banjir/genang air adalah disebabkan oleh pengurangan kadar fotosintesis seperti yang berlaku ke atas *Lotus tenuis*, tumbuhan yang toleran terhadap banjir. Selain itu, banyak kajian lepas yang menyatakan persetujuan bahawa kesan banjir ke atas tumbuhan adalah berbeza-beza, tetapi turut merencat pertumbuhan pokok.

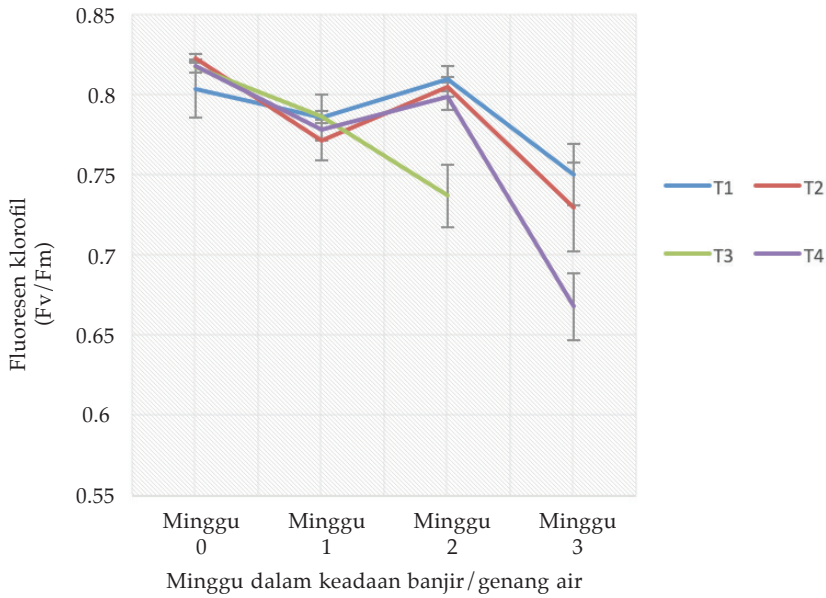
Kesan banjir atau genang air juga boleh mengakibatkan hasil pokok berkurangan. Tiada penghasilan buah baharu selepas rawatan banjir pada hari ke-21 yang membuktikan genotip terung rapuh adalah negatif/positif disebabkan oleh kesan banjir. Memang diakui, banjir merupakan masalah utama ke atas tanaman makanan untuk mengeluarkan hasil yang tinggi. Pengurangan hasil ini boleh mencapai 10 – 15% atau separuh daripada hasil maksimum yang diperolehi oleh petani.

Kesan banjir/genang air pada peringkat pembungaan dan berbuah ke atas ciri fisiologikal

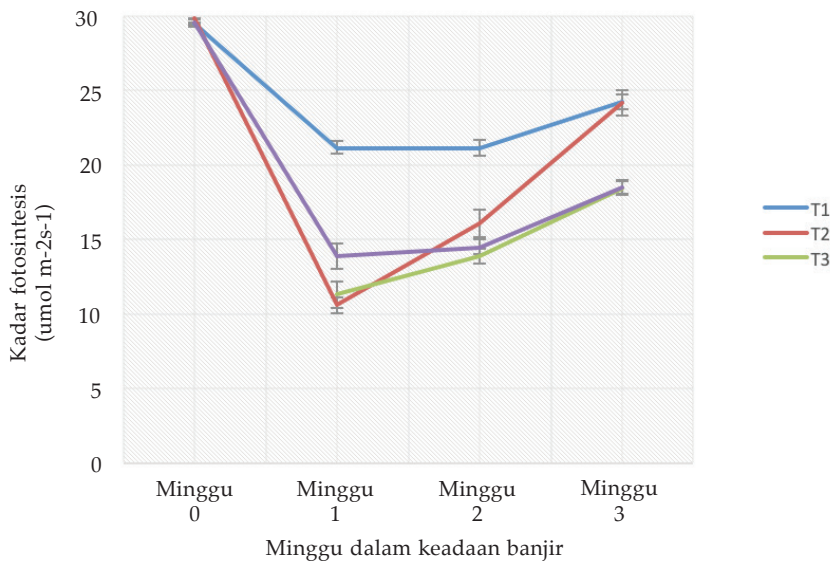
Kesan banjir atau genang air ke atas ciri-ciri fisiologikal iaitu fluoresen klorofil (F_v/F_m) dan kadar fotosintesis pada peringkat pembungaan dan berbuah seperti dalam *Rajah 5* dan *Rajah 6*. Bacaan fluoresen klorofil dapat memberikan maklumat terperinci ciri ketepuan pengangkutan elektron pada sistem klorofil daun seterusnya menunjukkan tahap keseluruhan dan prestasi fotosintetik pokok. Pada peringkat pembungaan, didapati nilai fluoresen klorofil (F_v/F_m) 0.84 adalah bacaan tertinggi, menunjukkan prestasi proses fotosintesis yang optimum tanpa sebarang tekanan ke atas pokok terung rapuh. Ini dapat dilihat pada pokok kawalan (rawatan T1) yang mempunyai nilai fluoresen klorofil (F_v/F_m) yang tinggi dan stabil berbanding dengan pokok terung yang lain (*Rajah 5*). Selepas hari ketujuh dan ke-14, kebanyakan pokok terung berada dalam keadaan tertekan menurut nilai fluoresen klorofil (F_v/F_m) yang semakin menurun. Situasi ini juga berlaku pada fasa berbuah, namun agak tinggi sehingga hari ketujuh. Selepas hari ke-14, bacaan nilai fluoresen klorofil semakin menurun akibat serangan penyakit dan perosak.

Selain itu, nilai kadar fotosintesis dapat menunjukkan prestasi fisiologi tumbuhan yang memberi kesan kepada pertumbuhan dan hasil pokok. Pada kedua-dua peringkat iaitu pembungaan dan berbuah didapati nilai kadar fotosintesis adalah tinggi kerana tiada kesan banjir yang menjejaskan pertumbuhan pokok. Namun, selepas hari ketujuh dan ke-14, nilai kadar fotosintesis mula menurun. Ini dapat dilihat dengan perubahan warna daun yang bertukar kepada warna kuning atau perang. Kesan banjir atau genang air juga mengakibatkan nilai fluoresen klorofil (nilai efisien fotosintetik pokok) dan kadar fotosintesis menurun. Namun, bacaan nilai tersebut meningkat semula selepas selesai rawatan menunjukkan pokok terung rapuh mengalami proses penyembuhan. Justeru, terung rapuh didapati amat efektif untuk menahan kesan akibat banjir atau genang air dengan kenaikan nilai fluoresen klorofil dan kadar fotosintesis. Sebanyak 63% pokok terung rapuh masih hidup selepas rawatan banjir atau genang air.

T1	0 hari	T2	7 hari dalam keadaan banjir
T3	14 hari dalam keadaan banjir	T4	21 hari dalam keadaan banjir



Rajah 5. Nilai fluoresen klorofil (F_v/F_m) pokok terung rapuh dalam keadaan banjir/genang air



Rajah 6. Nilai kadar fotosintesis pokok terung rapuh dalam keadaan banjir/genang air

Kesimpulan

Kajian menunjukkan pokok terung rapuh mempunyai daya ketahanan atau toleransi sederhana bagi keadaan terhadap kesan banjir atau genang air. Oleh itu, ia amat berpotensi untuk digunakan sebagai pokok penanti (*rootstock*) bagi tanaman sayuran lain seperti tomato atau alternatif tanaman sayuran di kawasan yang kerap dilanda banjir.

Bibliografi

- Bailey-Serres, J. dan Colmer, T.D. (2014). Plant tolerance of flooding stress - recent advances. *Plant Cell Environ*
- Demmig, B. dan Björkman, O. (1987). Comparison of the effect of excessive light on chlorophyll fluorescence (77K) and photon yield of O₂ evolution in leaves of higher plants. *Planta*
- Dennis, E.S., Dolferus, R., Ellis, M., Rahman, M., Wu, Y. dan Hoeren, F.U. (2000). Molecular strategies for improving waterlogging tolerance in plants. *J. Exp. Bot.*
- Ezin, E. (2012) Gene expression and phenotypic characterization of flooding tolerance in tomato, *J. Evol. Biol. Res.*
- Irmak, S. dan Rathje, W.R. (2008). Plant Growth and Yield as Affected by Wet Soil Conditions Due to Flooding or Over-Irrigation, Publ. Univ. Nebraska-Lincoln Extension, Lincoln
- Knapp, S., Vorontsova, M.S. dan Prohens, J. (2013). Wild Relatives of the Eggplant (*Solanum melongena* L.: Solanaceae): New Understanding of Species Names in a Complex Group. *PLoS One*
- Maki, D.S. & Colombo, S.J. (2001). Early detection of the effects of warm storage on conifer seedlings using physiological tests, *For. Ecol. Manage.*
- Núñez-Elisea, R., Schaffer, B., Fisher, J.B., Colls, A.M. & Crane, J.H. (1999). Influence of flooding on net CO₂ assimilation, growth and stem anatomy of *Annona* species, *Ann. Bot.*
- Percival, G.C. (2004). Evaluation of physiological tests as predictors of young tree establishment and growth, *J. Arboric*
- Ralph, P.J. dan Gademan, R. (2005) Rapid light curves: A powerfull tool to assess photosintetic activity. *Aquatic Botany*
- Striker, G.G., Insausti, P. dan Grimoldi, A.A. (2008). Flooding effects on plants recovering from defoliation in *Paspalum dilatatum* and *Lotus tenuis*. *Ann. Bot.*
- Striker, G.G., Insausti, P., Grimoldi, A.A., Ploschuk, E.L. dan Vasellati, V. (2005). Physiological and anatomical basis of differential tolerance to soil flooding of *Lotus corniculatus* L. and *Lotus glaber* Mill. *Plant Soil*
- Wang, X., Deng, Z., Zhang, W., Meng, Z., Chang, X. dan Lv, M. (2017). Effect of waterlogging duration at different growth stages on the growth, yield and quality of cotton. *PLoS One*
- Yeboah, M.A., Xuehao, C., Feng, C.R., Alfandi, M., Liang, G. dan Gu, M. (2008). Mapping Quantitative Trait Loci for waterlogging tolerance in cucumber using SRAP and ISSR markers. *Biotechnology*

Ringkasan

Terung rapuh adalah terung tradisional yang jarang digunakan, terbiar dan kurang ditanam secara meluas berbanding dengan terung komersial. Ini disebabkan beberapa faktor termasuk kurangnya promosi, kesedaran awam dan pengetahuan yang diperlukan untuk pertanian berskala besar. Walau bagaimanapun, terung rapuh dipercayai mempunyai banyak potensi dalam nilai pemakanan seperti mempunyai aktiviti antioksidan yang tinggi dan mengandungi sebatian kimia berfungsi. Selain itu, toleran kepada banjir atau tekanan genang air adalah salah satu fakta penting untuk didedahkan dalam kajian ini. Pokok terung juga boleh digunakan sebagai pokok penanti untuk tanaman sayuran terutamanya tomato, untuk mengurangkan penyakit daripada patogen bawaan tanah dan genang air. Seperti yang kita tahu, banjir adalah satu tekanan persekitaran yang dapat mempengaruhi komuniti tumbuhan dan ekosistem. Ia akan menyebabkan impak negatif ke atas prestasi pokok untuk mengeluarkan hasil dan menyumbang kepada penghasilan buah yang rendah. Justeru, kesan banjir ke atas morfo-fisiologi terung rapuh telah dijalankan di bawah struktur lindungan hujan dengan empat jenis rawatan banjir iaitu 0, 7, 14 dan 21 hari. Kajian dijalankan menggunakan reka bentuk blok lengkap terawak (RCBD) dengan tiga replikasi di sepanjang peringkat pembiakan terung rapuh. Ciri-ciri morfologi seperti ketinggian pokok, bilangan dahan utama, bilangan daun dan bilangan bunga dan ciri-ciri fisiologi (fluoresen klorofil, kadar bersih fotosintesis dan kandungan relatif klorofil) telah dijumpai sebagai signifikan dan boleh dipercayai. Manakala, ciri-ciri seperti daun yang kekuningan dan bilangan buah telah didapati tidak signifikan daripada setiap jenis rawatan. Terung rapuh telah didapati efektif untuk menahan kesan akibat banjir dengan kenaikan nilai fluoresen klorofil dan kadar fotosintesis. Kira-kira 63% populasi terung rapuh yang dirawat kekal hidup selepas rawatan banjir selesai. Penemuan ini menunjukkan bahawa terung rapuh mempunyai kesan toleran yang sederhana ke atas keadaan genang air.

Summary

Terung rapuh (*Solanum melongena*) is an indigenous eggplant which currently has been poorly cultivated, neglected and underutilized compared to commercial purple eggplant. This is due to several factors including lack of promotion, consumer awareness and requisite knowledge in large scale plantation. Nevertheless, the *terung rapuh* is believed to have many potentials in nutritional values such as high antioxidant activities and possess bioactive secondary metabolites. Apart from that, tolerance to flooding or water logging stress is one of the crucial facts to be revealed in this research. Eggplant also can be used as rootstock for vegetable crops especially tomato, to reduce infections by soil-borne pathogens and water logging. As we know, the flood is an environmental stressor which can influence plant communities and ecosystems. It leads to a negative impact of plant performance to produce yield and contributed to low production. Hence, the effect of the flooding on morpho-physiological of *terung rapuh* was investigated under the rain shelter conditions with four different flooding treatments at 0, 7, 14 and 21 days. The experiments were laid out in a randomized complete block design (RCBD) with three replications during reproductive stages of *terung rapuh*. Morphological traits such as plant height, number of primary branches, number of leaves and number of flowers and physiological traits (chlorophyll fluorescence, net photosynthesis rate and relative chlorophyll content) were found reliable and significantly ($p < 0.05$) from each of treatments. Meanwhile, the traits such as yellowing of leaves and number of fruits were not significantly from each of the treatments. *Terung rapuh* was found effective to endure flooding effect through the upsurge of the value of chlorophyll fluorescence and photosynthesis rate. About 63% of the treated *terung rapuh* population subsisted after flooding treatments completed. These findings also indicate that the *terung rapuh* has moderate tolerance against the waterlogged conditions.

Pengarang

Zulhairil Ariffin

Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM

43400 Serdang, Selangor

E-mel: hairi@mardi.gov.my

Nor Asiah Ismail (Dr.), Maya Izar Khaidizar, Mohd Aziz Rashid,

Nuradni Hashim dan Hamizan Abdul Jalil

Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM

43400 Serdang, Selangor

Aimi Athirah Ahmad

Pusat Penyelidikan Ekonomi dan Sains Sosial

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM

43400 Serdang, Selangor

Umikalsum Mohamed Bahari

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM

43400 Serdang, Selangor