

Unjuran hasil tanaman padi bagi kawasan jelapang di Semenanjung Malaysia

(Rice yield projection for granary area in Peninsular Malaysia)

Shaidatul Azdawiyah Abdul Talib, Mohd Aziz Rashid, Mohammad Hariz Abdul Rahman dan Mohamad Zabawi Abdul Ghani

Pengenalan

Isu perubahan iklim yang berpunca daripada aktiviti antropogenik telah menjadi perhatian masyarakat dunia saban hari. Perubahan iklim merupakan isu dunia yang kian hangat diperkatakan saban hari ekoran kenaikan suhu permukaan global yang agak luar biasa. Suhu permukaan global mengalami kenaikan sekitar $0.74\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.18\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada awal dan akhir abad ke-20 dan diunjurkan akan terus meningkat sekitar $1.1 - 6.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada abad ke-21. Di Malaysia, Laporan Komunikasi Nasional Ketiga [*Third National Communication* (NC3)] melaporkan bahawa purata suhu tahunan negara dijangka akan terus meningkat $0.5 - 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam sela masa 2030 dan dijangka akan terus meningkat $0.9 - 1.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam sela masa 2050. Salah satu impak terbesar perubahan iklim adalah terhadap sekuriti makanan terutamanya di negara-negara sedang membangun termasuklah Malaysia. Padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman kedua terpenting di seluruh dunia selepas tanaman gandum. Pengeluaran hasil padi tahunan dunia perlu meningkat daripada 518 juta tan setahun pada 1990 kepada 760 juta tan setahun pada 2020 bagi tujuan keselamatan makanan.

Nasi adalah makanan ruji bagi kebanyakan negara dunia termasuklah negara-negara Asia. Hampir 94% daripada hasil pengeluaran padi dunia adalah daripada negara-negara Asia. Padi merupakan tanaman utama bagi penduduk Asia, di mana 80% ditanam dengan menggunakan sumber pengairan manakala baki 20% ditanam dengan kebergantungan terhadap air hujan. Di Malaysia, keluasan tanaman padi adalah yang ketiga terbesar selepas tanaman kelapa sawit dan tanaman getah. Hampir 51% keluasan kawasan pertanian di Semenanjung Malaysia adalah kawasan tanaman padi di mana 75% daripadanya adalah kawasan jelapang manakala baki 25% adalah kawasan luar jelapang. Nasi merupakan makanan ruji penduduk Malaysia di mana permintaan telah mencapai sekitar 32.4 juta bagi memenuhi keperluan populasi penduduk pada tahun 2018. Sebelum ini, jumlah permintaan hasil pengeluaran tanaman padi telah meningkat daripada 2.7 juta tan setahun pada 1986 hingga 4 juta tan setahun pada 2009 berpunca daripada peningkatan populasi penduduk. Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani (MOA) pada ketika itu yang kini dikenali sebagai Kementerian Pertanian dan Industri Makanan (MAFI) telah mensasarkan kadar sara diri (SSL) 100% pada tahun 2020 bagi tanaman padi bawah Dasar Agromakanan Negara (2011 – 2020) (DAN) berikutan krisis bekalan makanan

global yang berlaku sekitar tahun 2008, selain menjamin keselamatan makanan dalam usaha untuk memenuhi keperluan penduduk yang semakin meningkat saban hari.

Model Iklim Global (GCM) digunakan untuk membangunkan unjuran perubahan iklim bawah senario perubahan iklim *Representative Concentration Pathways 4.5* (RCP 4.5). Keperluan minimum input parameter cuaca dalam aplikasi model tanaman adalah suhu maksimum (T_{max}), suhu minimum (T_{min}), taburan hujan dan radiasi solar (S_{rad}). *Decision Support System for Agro-technology Transfer* (DSSAT) adalah model simulasi tanaman yang telah dibangunkan oleh *International Benchmark Systems Network for Agro-technology Transfer* (IBSNAT). DSSAT adalah gabungan 16 model simulasi tanaman yang berbeza, di mana data tanah, cuaca dan pengurusan tanaman diakses bersama dan digunakan untuk meramal kadar pertumbuhan tanaman, unjuran hasil dan maklumat lain tanaman yang berkaitan CERES-RICE adalah pakej model simulasi dalam perisian DSSAT yang direka khas untuk tanaman padi yang boleh digunakan untuk membangunkan unjuran hasil pada masa akan datang. Oleh yang demikian, objektif utama kajian ini adalah untuk menilai kesan perubahan iklim pada masa akan datang terhadap potensi hasil padi bawah senario perubahan iklim RCP 4.5 dan RCP 8.5.

Kawasan kajian

Kajian melibatkan kawasan jelapang utama di Semenanjung Malaysia iaitu Muda Agricultural Development Authority (MADA), Kemubu Agricultural Development Authority (KADA) dan Integrated Agricultural Development Area (IADA) Barat Laut Selangor. Pemilihan lokasi adalah berdasarkan hasil produktiviti dan keluasan kawasan tersebut seperti dalam *Jadual 1*.

Jadual 1. Keluasan bertanam dan pengeluaran padi (jelapang padi) tahun 2019

Kawasan jelapang padi	Keluasan bertanam (ha)	Pengeluaran padi (t)
MADA	200,968	1,108,038
KADA	54,005	266,383
IADA BLS (BARAT LAUT SELANGOR)	36,508	211,795
IADA KERIAN	41,850	190,177
IADA P. PINANG	25,528	161,899
IADA SEB. PERAK	27,703	97,953
IADA KETARA	9,757	57,589
IADA KEMASIN SEMERAK	7,121	29,838
IADA PEKAN	6,851	11,379
IADA ROMPIN	5,115	18,837
Jumlah	415,406	2,153,888

Sumber: Statistik Tanaman (Subsektor Tanaman Makanan) 2019

Model Iklim Global (GCM)

Model Iklim Global [*Global Climate Model (GCM)*] digunakan untuk membangunkan unjuran perubahan iklim bawah senario perubahan iklim; *Representative Concentration Pathways 4.5 (RCP 4.5)*. Senario perubahan iklim dibangunkan berdasarkan *Phase Five of the Coupled Model Inter-comparison Project (CMIP5)* oleh IPCC, di mana APEC Climate Centre (APCC) yang berpusat di Busan, Korea Selatan telah menghimpun 29 *Global Climate Models (GCM)* berserta pembetulan pincang dan penurunan skala bagi tujuan aplikasi dalam pelbagai sektor dan bidang kajian. Walau bagaimanapun, daripada 29 GCM tersebut, hanya 10 GCM (*Jadual 2*) menepati input yang diperlukan dalam aplikasi permodelan bidang pertanian khususnya.

Jadual 2. Model Iklim Global (GCM)

Model	Institusi/agensi	Negara	Resolusi
inmcm4	Institute for Numerical Mathematics	Rusia	2.0° x 1.5°
CanESM2	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	Kanada	2.8° x 2.8°
GFDL-ESM2G GFDL-ESM2M	NOAA/GFDL (Geophysical Fluid Dynamic Laboratory)	USA	2.5° x 2.0°
HadGEM2-CC HadGEM2-ES	Meteorological Office Hadley Center	UK	1.88° x 1.25°
bcc-csm1-1	Beijing Climate Center, and China Meteorological Administration	Rusia	2.0° x 1.5°
IPSL-CM5A-LR	Institute Pierre Simon Laplace	Perancis	3.75° x 1.8°
MIROC-ESM	Atmosphere and Ocean Research Institute, National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	Jepun	2.8° x 2.8°

Model tanaman

Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) yang dibangunkan oleh *International Benchmark Systems Network for Agrotechnology Transfer (IBSNAT)* telah digunakan oleh para saintis dan penyelidik seluruh dunia sebagai salah satu usaha dalam membangunkan sistem pengurusan tanaman yang berkesan untuk memaksimumkan hasil. Pada ketika ini, edisi yang terbaru adalah pakej DSSAT 4.7. Terdapat 16 jenis model simulasi tanaman yang terdapat dalam pakej DSSAT, di mana salah satu daripada model simulasi tersebut adalah CERES-RICE yang dibangunkan khusus untuk tanaman padi. Data fizikal dan kimia tanah bersama dengan data pengurusan tanaman yang berkaitan akan dianalisis menggunakan model CERES-RICE ini bagi meramalkan pertumbuhan dan unjuran hasil tanaman padi. Model CERES-RICE yang direka khusus untuk tanaman padi bagi membangunkan unjuran hasil berdasarkan faktor cuaca, tanah

dan pengurusan tanaman. Hasil simulasi kemudiannya dianalisis bagi membentuk strategi adaptasi kos rendah bagi tanaman padi terhadap senario perubahan iklim.

Unjuran hasil tanaman padi

Unjuran hasil sehingga 2050 bagi kawasan jelapang padi utama iaitu MADA, KADA dan IADA BLS telah dibangunkan menggunakan simulasi model CERES-RICE yang terdapat dalam pakej DSSAT berdasarkan senario perubahan iklim RCP 4.5 daripada GCM yang terpilih. Unjuran hasil yang diperoleh kemudian dianalisis berdasarkan purata 10 tahun.

Unjuran hasil bagi kawasan MADA

Kawasan MADA terletak bawah Skim Rancangan Pengairan Muda. Kawasan MADA meliputi 48% daripada jumlah keluasan jelapang padi Semenanjung Malaysia yang terbahagi kepada empat wilayah utama iaitu Wilayah 1 (Perlis), Wilayah 2 (Jitra), Wilayah 3 (Pendang) dan Wilayah 4 (Kota Sarang Semut). *Jadual 3* menunjukkan hasil padi pada musim utama dan musim luar di kawasan MADA bagi tahun 2011 – 2015.

Berdasarkan hasil simulasi permodelan, unjuran hasil menunjukkan faktor perubahan iklim akan menjejaskan hasil pengeluaran padi di kawasan MADA sehingga 19% berbanding dengan hasil yang direkodkan pada tahun 2015 bagi tempoh 30 tahun yang akan datang (*Jadual 4*). *Rajah 1* menunjukkan hasil bagi musim utama adalah lebih rendah berbanding dengan musim luar bagi tempoh 30 tahun yang akan datang, sama seperti trend pada tahun 2011 – 2015 (*Jadual 3*).

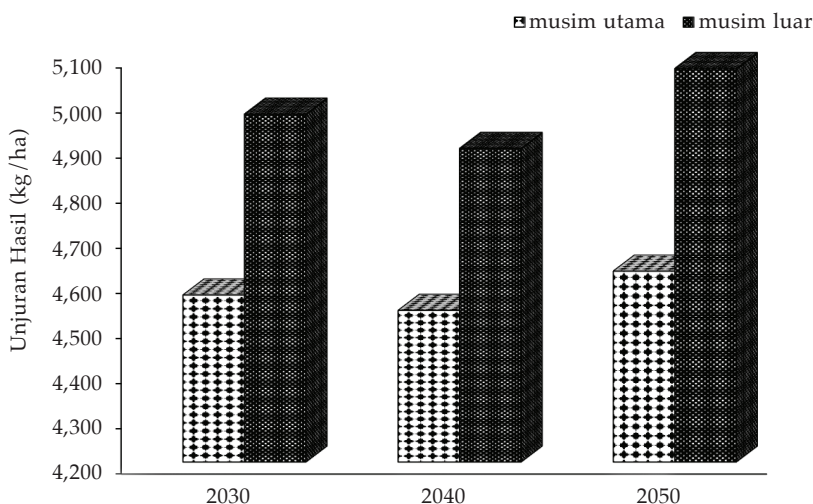
Jadual 3. Purata hasil padi di kawasan MADA (kg/ha)

Tahun	2011	2012	2013	2014	2015
Musim utama	4,871	4,390	4,466	5,539	4,480
Musim luar	5,039	5,296	5,566	5,542	5,283
Jumlah	4,955	4,843	5,026	5,539	4,884

Sumber: Perangkaan Padi 2015 (DOA)

Jadual 4. Unjuran hasil padi di MADA (kg/ha)

Tahun	2015	2030	2040	2050
Musim utama	4,480	4,570	4,536	4,623
Musim luar	5,283	4,971	4,895	5,072
Jumlah	4,884	3,958	4,715	4,847



Rajah 1. Unjuran purata hasil bagi musim utama dan musim luar di MADA

Unjuran hasil bagi kawasan KADA

Kawasan KADA terletak di kawasan pantai timur Semenanjung Malaysia. KADA meliputi selatan negeri Kelantan dan juga utara negeri Terengganu yang meliputi 13% daripada jumlah keluasan jelapang padi Malaysia. *Jadual 5* menunjukkan hasil padi pada musim utama dan musim luar di kawasan KADA bagi tahun 2011 – 2015.

Berdasarkan hasil simulasi permodelan, unjuran hasil menunjukkan faktor perubahan iklim akan menjejaskan hasil pengeluaran padi di kawasan KADA sehingga 19% berbanding dengan hasil yang direkodkan pada 2015 bagi tempoh 30 tahun yang akan datang (*Jadual 6*). *Rajah 2* menunjukkan hasil bagi musim utama adalah lebih tinggi berbanding dengan musim luar bagi tempoh 30 tahun yang akan datang, sama seperti trend pada tahun 2011 – 2015 (*Jadual 5*).

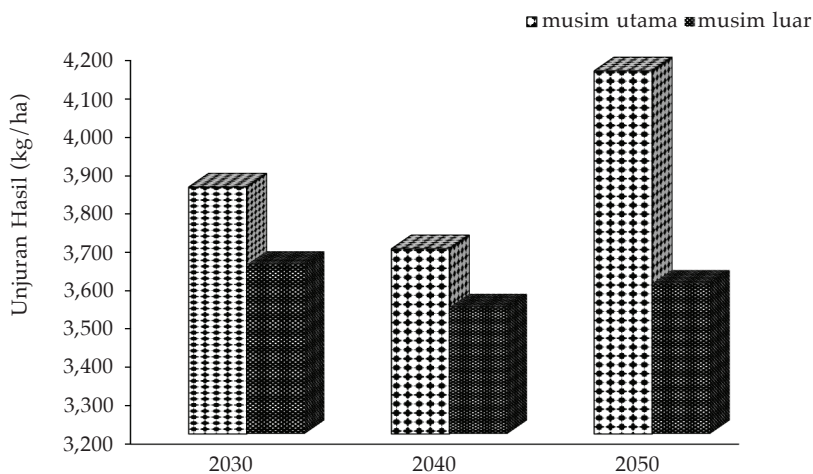
Jadual 5. Purata hasil padi di kawasan KADA (kg/ha)

Tahun	2011	2012	2013	2014	2015
Musim utama	4,098	4,543	4,267	4,406	4,597
Musim luar	4,095	3,678	3,856	4,188	4,292
Jumlah	4,096	4,196	4,136	4,297	4,442

Sumber: Perangkaan Padi 2015 (DOA)

Jadual 6. Unjuran hasil padi di KADA (kg/ha)

Tahun	2015	2030	2040	2050
Musim utama	4,597	3,844	3,683	4,147
Musim luar	4,292	3,641	3,530	3,592
Jumlah	4,442	3,743	3,607	3,870



Rajah 2. Unjuran purata hasil bagi musim utama dan musim luar di KADA

Unjuran hasil bagi kawasan IADA Barat Laut Selangor (BLS)

Kawasan IADA BLS merupakan kawasan pembangunan pertanian bersepadu yang terletak di utara negeri Selangor. IADA BLS meliputi 9% daripada keluasan jelapang padi Malaysia, namun merupakan kawasan pengeluaran hasil tertinggi berbanding dengan kawasan jelapang padi yang lain. *Jadual 7* menunjukkan hasil padi pada musim utama dan musim luar di kawasan IADA BLS bagi tahun 2011 – 2015.

Berdasarkan hasil simulasi permodelan, unjuran hasil menunjukkan faktor perubahan iklim akan menjejaskan hasil pengeluaran padi di kawasan IADA BLS sehingga 39% berbanding dengan hasil yang direkodkan pada 2015 bagi tempoh 30 tahun yang akan datang (*Jadual 8*). *Rajah 3* menunjukkan hasil bagi musim utama adalah lebih rendah berbanding dengan musim luar bagi tempoh 30 tahun yang akan datang, sama seperti trend pada tahun 2011 – 2015 (*Jadual 7*).

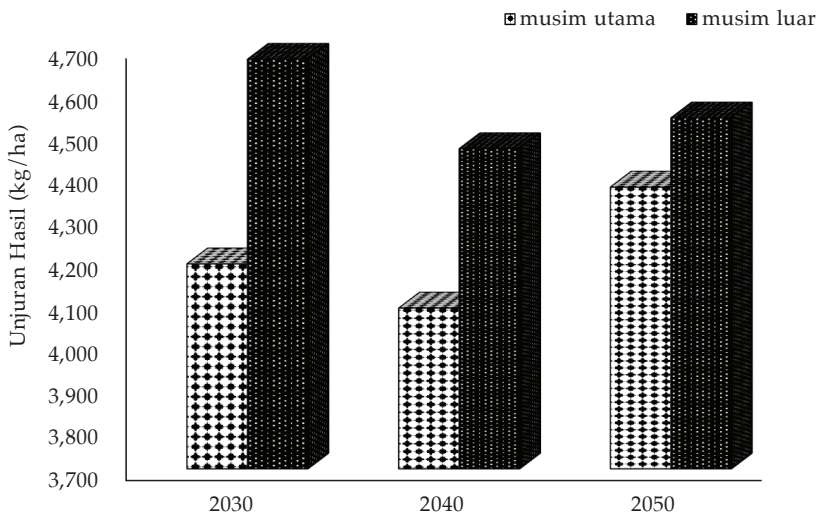
Jadual 7. Purata hasil padi di kawasan IADA Barat Laut Selangor (kg/ha)

Tahun	2011	2012	2013	2014	2015
Musim utama	5,763	5,825	6,198	6,247	7,540
Musim luar	6,052	6,152	6,362	6,560	6,492
Jumlah	5,908	5,989	6,280	6,403	7,016

Sumber: Perangkaan Padi 2015 (DOA)

Jadual 8. Unjuran hasil padi di IADA Barat Laut Selangor (kg/ha)

Tahun	2015	2030	2040	2050
Musim utama	7,540	4,186	4,081	4,368
Musim luar	6,492	4,671	4,459	4,532
Jumlah	7,016	4,428	4,270	4,450



Rajah 3. Unjuran purata hasil bagi musim utama dan musim luar di IADA Barat Laut Selangor

Kesimpulan

Unjuran hasil sehingga 2050 bagi kawasan jelapang padi utama iaitu MADA, KADA dan IADA BLS telah dibangunkan menggunakan simulasi model CERES-RICE yang terdapat dalam *Decision Support System for Agro-technology Transfer (DSSAT)* berdasarkan senario perubahan iklim daripada Model Iklim Global (GCM) yang terpilih. Berdasarkan hasil simulasi, hasil produktiviti padi dijangka akan terjejas akibat senario perubahan iklim. Sehubungan itu, maklumat ini boleh digunakan sebagai panduan dalam merangka strategi adaptasi bagi mengurangkan impak perubahan iklim pada masa akan datang. Kajian lanjut berkaitan sistem pengurusan tanaman yang lebih efektif seperti pembajaan, pengairan dan penanaman boleh dijalankan bagi tujuan ini.

Bibliografi

- DOA (2016). Perangkaan Padi Malaysia. Jabatan Pertanian Malaysia
- Guerra, L.C., Bhuiyan, S.I., Tuong, T.P. dan Barker, R. (1998). Producing more rice with less water from irrigated systems. *IRRI Discussion Paper Series* 29(13): 1 – 19
- Hoogenboom, G.J.W., Jones, P.W., Wilkens, C.H., Porter, K.J., Boote, L.A., Hunt, U., Singh, J.L., Lizaso, J.W., White, O., Uryasev, F.S., Royce, R., Ogoshi, A.J., Gijsman, G.Y. dan Koo., J. (2012). Decision support system for agro-technology transfer: version 4.5, Honolulu: University of Hawaii
- Jones, J.W., Hoogenboom, G., Porter, C.H., Boote, K.J., Batchelor, W.D., Hunt, L.A., Wilkens, P.W., Singh, U., Gijsman, A.J. dan Ritchie, J.T. (2003). The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy* (18): 235 – 265
- JPM (2019). Infografik statistik perangkaan penduduk Malaysia. Jabatan Perangkaan Malaysia
- Kotir, J.H. (2011). Climate change and variability in sub-Saharan Africa: a review of current and future trends and impacts on agriculture and food security. *Environment Development and Sustainability* 13(3): 587 – 605
- MOA (2011). National Agro-food Policy 2011 – 2020. Ministry of Agriculture and Agro-based Industry
- Ritchie, J.T., Alocilja, E.C., Singh, U., Uehara, G. (1987). IBSNAT and CERES-Rice model. *Weather and Rice, Proceedings of the International Workshop on the Impact of Weather Parameters on Growth and Yield of Rice*, 7 – 10 April 1986. International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 271 – 281
- Sarkar, Reshmi dan Kar, S. (2006). Evaluation of management strategies for sustainable rice wheat cropping system, using DSSAT seasonal analysis. *The Journal of Agricultural Science* (144): 421 – 434
- Sarker, M.A.R. (2012). Impacts of climate change on rice production and farmers' adaptation in Bangladesh. University of Southern Queensland
- Shaidatul Azdawiyah, A.T., Mohd Fairuz, M.S., Nurul Ain A.B., Mohammad Hariz, A.R., Fauzi, J., Azizi, A.A. dan Mardhati, M. (2017). Penilaian trend pembebasan gas metana (CH₄) dikawasan tanaman padi (jelapang dan luar jelapang) bagi tahun 1995 hingga 2014. *Seminar Padi Kebangsaan 2017*, Subang, Selangor

Ringkasan

Potensi hasil tanaman padi bawah senario perubahan iklim pada masa akan datang boleh diramalkan dengan menggunakan simulasi model tanaman *Decision Support System for Agro-technology Transfer* (DSSAT 4.7: CERES-RICE). Model Iklim Global (GCM) digunakan untuk membangunkan data unjuran perubahan iklim (2020 – 2050) bawah senario perubahan iklim *Representative Concentration Pathways* (RCP) 4.5. Unjuran hasil dibangunkan bagi tiga kawasan jelapang utama Semenanjung Malaysia iaitu *Muda Agricultural Development Authority* (MADA), *Kemubu Agricultural Development Authority* (KADA) dan *Integrated Agricultural Development Area* Barat Laut Selangor (IADA BLS). Pemilihan kawasan adalah berdasarkan hasil produktiviti dan keluasan kawasan. Hasil simulasi permodelan menunjukkan terdapat penurunan hasil sehingga 19% di kawasan MADA dan KADA manakala sehingga 39% di kawasan IADA BLS bagi tempoh 30 tahun akan datang. Maklumat ini boleh dijadikan panduan dalam merangka strategi adaptasi di ketiga-tiga kawasan jelapang ini terutamanya kawasan IADA BLS bagi mengurangkan impak perubahan iklim pada masa akan datang terhadap hasil produktiviti tanaman padi.

Summary

Rice potential yield under future climate change scenarios can be projected using crop model simulations; Decision Support System for Agro-technology Transfer (DSSAT 4.7: CERES-RICE). Global Climate Model (GCM) was used to develop future climate change projection (2020 – 2050) under the Representative Concentration Pathways (RCP) 4.5 climate change scenario. Future climate projections were developed for three main granary areas of Peninsular Malaysia, namely Muda Agricultural Development Authority (MADA), Kemubu Agricultural Development Authority (KADA) and Integrated Agricultural Development Area Northwest Selangor (IADA BLS). Selection of the area is based on production and size area. Simulation projections show that there is a decrease in yield production up to 19% in MADA and KADA area while up to 39% in IADA BLS area for the next 30 years. This information can be used as a guideline in constructing adaptation strategies for these three granary areas, especially IADA BLS area to reduce the impact of future climate change scenarios towards rice yield production.

Pengarang

Shaidatul Azdawiyah Abdul Talib
Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor
E-mel: shaidatul@mardi.gov.my

Mohd Aziz Rashid dan Mohammad Hariz Abdul Rahman
Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Dato' Dr. Mohamad Zabawi Abdul Ghani
Pejabat Ketua Pengarah
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

