Buletin Teknologi MARDI Bil. 21 (2020) Khas Agrobiodiversiti: 137 – 144

Fenomena senario perubahan iklim di Cameron Highlands, Pahang

(Future climate change scenario in Cameron Highlands, Pahang)

Shaidatul Azdawiyah Abdul Talib

Pengenalan

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 0.74 ± 0.18 °C pada awal dan akhir abad ke-20 dan diunjurkan akan terus meningkat 1.1 – 6.4 °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 °C sehingga 2030 dan dijangkakan akan terus meningkat 0.9 – 1.6 °C sehingga 2050. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) turut melaporkan bahawa lebih daripada 50% hasil kajian dan analisis menunjukkan bahawa peningkatan purata suhu permukaan global pada tahun 1951 – 2010 adalah berpunca daripada aktiviti antropogenik manusia.

Cameron Highlands merupakan kawasan yang terkenal dengan industri pelancongan dan pertanian tanah tinggi, terletak pada koordinat 4° 20′ U hingga 4° 37′ U dan 101° 20′ T hingga 101° 36′ T; iaitu di dalam Banjaran Titiwangsa. Daerah ini dianggarkan mempunyai keluasan 71,218 hektar dan merupakan daerah yang terkecil bagi negeri Pahang selain bersempadan dengan negeri Kelantan pada bahagian utara dan Perak pada bahagian selatan. Permukaan kawasannya berbukit-bukau dengan puncak yang tertinggi iaitu Gunung Brinchang (2,031 m). Purata suhu tahunan di sini ialah 24 °C dengan jumlah hujan 2,300 mm setahun.

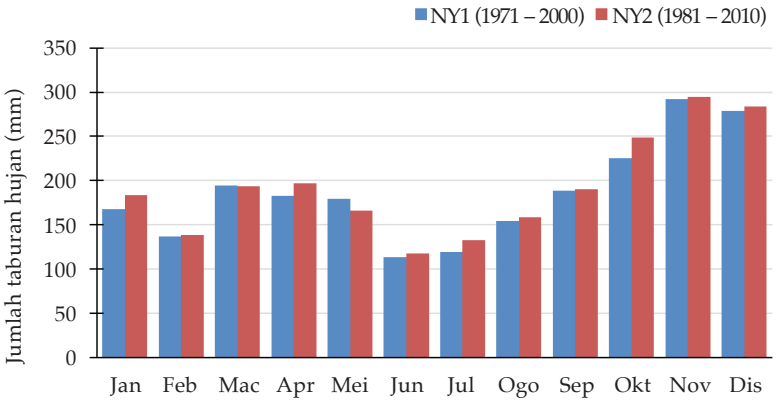
Klimatologi masa lampau di Cameron Highlands

Klimatologi masa lampau dianalisis melibatkan parameter purata suhu dan jumlah taburan hujan. Data diperoleh daripada MetMalaysia dan NASA-POWER *project data sets* (NASA *Prediction of World Wide Energy Resources*). Analisis dijalankan melalui pengiraan *climate normal* berdasarkan garis panduan yang dikeluarkan oleh *World Meteorological Organization* (WMO) iaitu dua sela masa (setiap 30 tahun) yang berbeza (*normal years*); NY1: 1971 – 2000 dan NY2: 1981 – 2010.

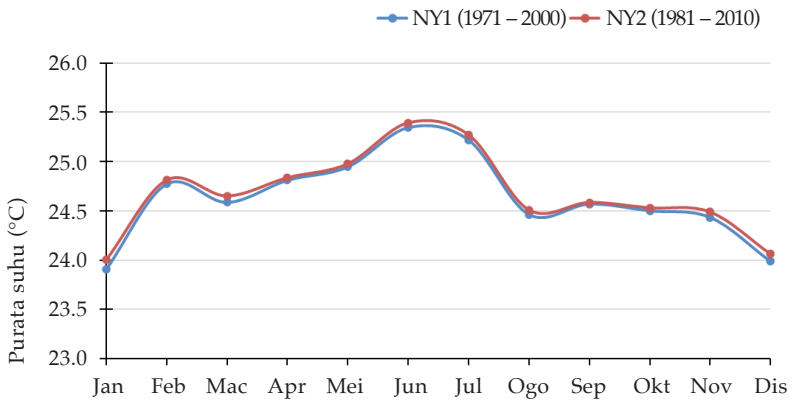
Rajah 1 menunjukkan Cameron Highlands menerima jumlah hujan yang tinggi pada bulan November dan Disember (>250 mm) bagi NY1 dan NY2, iaitu sewaktu musim monsun Timur Laut yang merupakan musim hujan utama Malaysia. Sistem cuaca monsun yang terbentuk bersama-sama dengan

luruan udara sejuk dari Siberia menghasilkan hujan lebat yang sering menyebabkan banjir besar di negeri-negeri di pantai timur Malaysia. Bulan Februari, Jun dan Julai menerima jumlah hujan yang paling rendah sepanjang tahun (<150 mm) bagi kedua-dua NY1 dan NY2, iaitu sewaktu musim monsun Barat Daya yang secara relatifnya adalah lebih kering bagi seluruh Malaysia amnya. Pada musim ini, kebanyakan negeri mengalami hujan bulanan minimum sekitar 100 – 150 mm.

Rajah 2 pula menunjukkan trend purata suhu di Cameron Highlands di mana purata suhu tahunan ialah 23.8 – 25.4 °C bagi NY1 dan NY2. Suhu yang tertinggi dicatatkan pada bulan Jun dan Julai iaitu antara bulan yang terkering sepanjang tahun.



Rajah 1. Trend jumlah taburan hujan bagi tahun normal 1 dan 2 (normal years)



Rajah 2. Trend purata suhu bagi tahun normal 1 dan 2 (normal years)

Jadual 1 menunjukkan peratusan perubahan jumlah taburan hujan bulanan serta purata suhu antara NY1 dan NY2. Jumlah hujan didapati bertambah bagi NY2 berbanding dengan NY1 kecuali pada bulan Mac dan April. Purata suhu juga didapati meningkat sehingga 0.5% bagi NY2 jika dibandingkan dengan NY1. Oleh yang demikian, secara amnya dapat disimpulkan bahawa hasil analisis menunjukkan terdapat perubahan terhadap klimatologi di Cameron Highlands di mana terdapat peningkatan pada jumlah taburan hujan pada setiap bulan serta kenaikan purata suhu sepanjang tempoh 1971 – 2010 pada sela masa 30 tahun (NY1: 1971 – 2000; NY2: 1981 – 2010).

Unjuran perubahan iklim di Cameron Highlands

Senario perubahan iklim (2030 – 2060) 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 *bias correction* dan *spatial downscaling* 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 khususnya bidang pertanian.

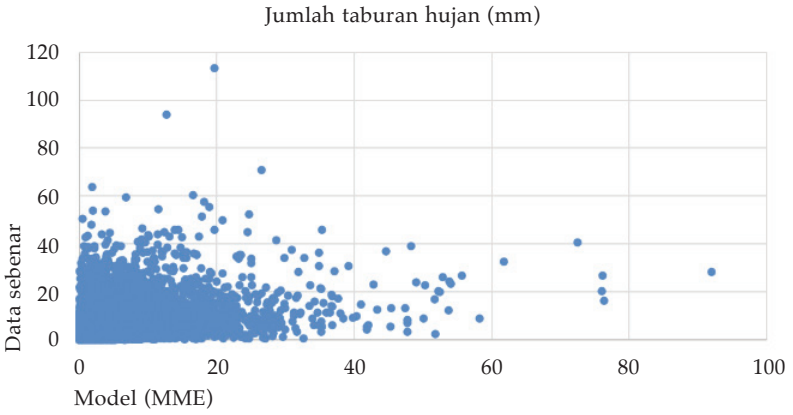
Jadual 1. Perbandingan trend perubahan jumlah hujan dan purata suhu

Bulan	Peratusan perubahan jumlah hujan (%)	Peratusan perubahan purata suhu (%)
Januari	9.49	0.41
Februari	1.24	0.16
Mac	–0.46	0.26
April	7.62	0.10
Mei	–7.54	0.12
Jun	3.80	0.18
Julai	11.36	0.20
Ogos	2.55	0.19
September	0.74	0.07
Oktober	10.04	0.12
November	0.92	0.22
Disember	1.81	0.31

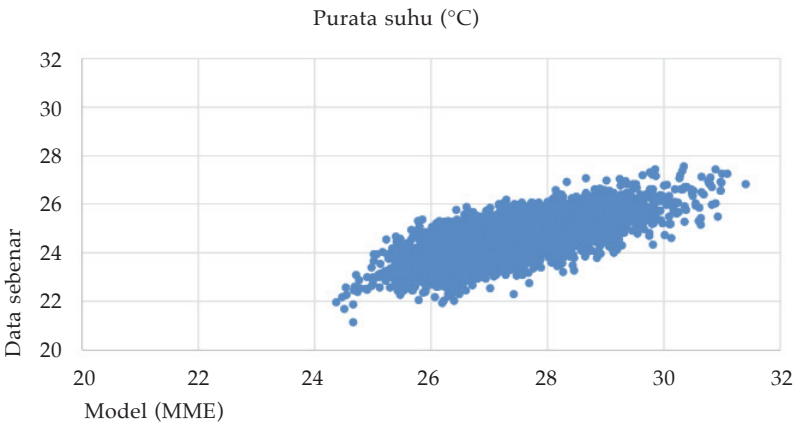
Jadual 2. *Global Climate Models* (GCM)

Model	Institut/Agensi	Negara	Resolusi
inmcm4	*Institute for Numerical Mathematics*	Russia	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*	Russia	2.0° x 1.5°
IPSL-CM5A-LR	*Institute Pierre Simon Laplace*	Perancis	3.75° x 1.8°
MIROC-ESM MIROC-ESM-CHEM	*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°

Senario perubahan iklim daripada 10 GCM tersebut adalah berdasarkan senario *Representative Concentration Pathways* (RCP) gas karbon dioksida (CO_2), RCP 4.5 (450 ppm) dan RCP 8.5 (850 ppm), *downscaled* menggunakan metodologi *Simple Quantile Mapping* (SQM) dan *Spatial Disaggregation and Quantile Delta Mapping* (SDQDM). Perbandingan antara hasil model dan data sebenar dalam sela masa yang sama (validasi dan verifikasi), sebagai contoh 1975 – 2000 adalah perlu bagi menilai peratusan ketepatan model berbanding dengan situasi sebenar sebelum data digunakan untuk tujuan analisis lain yang berkaitan (*Rajah 3* dan *Rajah 4*).

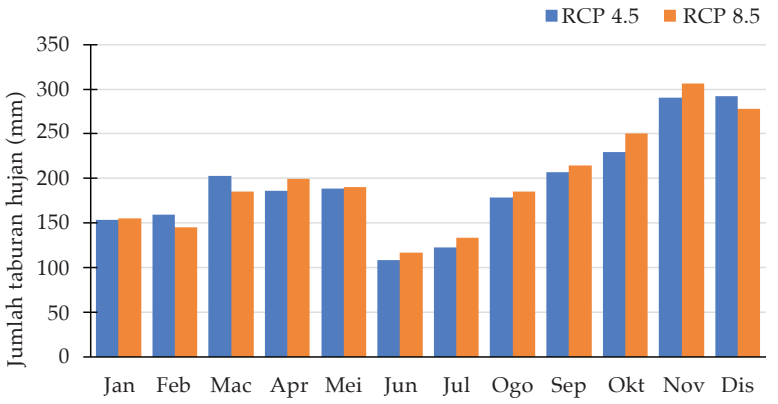


Rajah 3. Verifikasi dan validasi model bagi jumlah taburan hujan

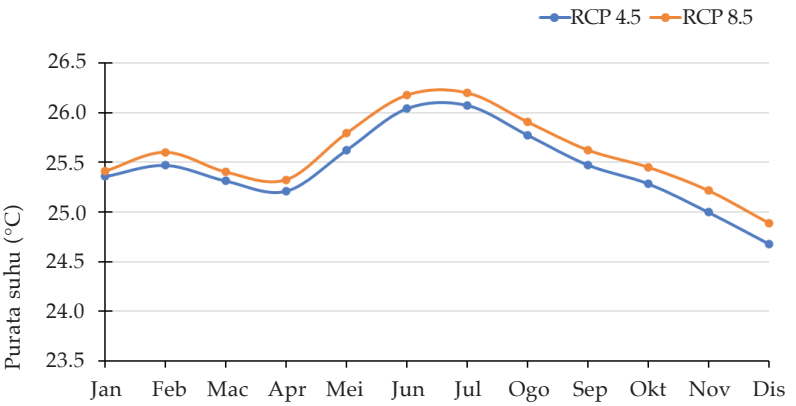


Rajah 4. Verifikasi dan validasi model bagi purata suhu

Berdasarkan *Rajah 5*, tiada perubahan terhadap unjuran trend jumlah taburan hujan bulanan (2030 – 2060) apabila dibandingkan dengan klimatologi masa lampau di mana bulan Jun dan bulan Julai kekal sebagai bulan yang paling kering (<150 mm) manakala November dan Disember adalah bulan paling basah (>250 mm) sepanjang tahun. *Rajah 6* menunjukkan trend unjuran purata suhu di mana purata suhu tahunan ialah 24.6 – 26.2 °C bagi kedua-dua RCP 4.5 dan RCP 8.5. Suhu yang tertinggi dicatatkan pada bulan Jun dan Julai iaitu bulan yang terkering sepanjang tahun.



Rajah 5. Trend unjuran jumlah taburan hujan bagi RCP 4.5 dan RCP 8.5 (2030 – 2060)



Rajah 6. Trend unjuran purata suhu bagi RCP 4.5 dan RCP 8.5 (2030 – 2060)

Jadual 3 menunjukkan peratusan perubahan unjuran jumlah taburan hujan bulanan serta purata suhu (RCP 4.5 dan RCP 8.5) berbanding dengan garis dasar (1975 – 2000). Dapat dilihat bahawa kedua-dua senario RCP 4.5 dan RCP 8.5 menunjukkan kenaikan dan penurunan bagi unjuran jumlah taburan hujan bulanan iaitu sekitar –17% hingga 17%. Walau bagaimanapun, purata suhu pula menunjukkan kenaikan sehingga 6% bagi kedua-dua senario RCP 4.5 dan RCP 8.5.

Jadual 3. Perbandingan trend unjuran perubahan jumlah hujan dan purata suhu

Bulan	Peratusan perubahan jumlah hujan (%)		Peratusan perubahan purata suhu (%)	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Januari	-16.35	-15.26	5.64	5.87
Februari	15.24	14.71	2.64	3.18
Mac	4.52	-4.61	2.68	3.05
April	-5.47	1.21	1.50	1.97
Mei	13.34	14.59	2.57	3.26
Jun	-8.14	-1.03	2.54	3.08
Julai	-7.36	0.78	3.16	3.67
Ogos	12.45	16.67	5.16	5.70
September	8.90	12.99	3.61	4.22
Oktober	-7.44	0.74	3.07	3.75
November	-1.60	3.83	2.07	2.97
Disember	2.85	-2.14	2.56	3.43

Kesimpulan

Unjuran perubahan iklim (2030 – 2060) menunjukkan bahawa terdapat perubahan pada jumlah taburan hujan bulanan dan purata suhu bagi kedua-dua senario RCP 4.5 dan RCP 8.5. Oleh itu, kajian lanjut adalah diperlukan untuk menilai impak perubahan iklim terhadap hasil pertanian khususnya di Cameron Highlands kerana setiap tanaman berkemungkinan mempunyai daya ketahanan yang berbeza. Maklumat tersebut adalah penting dalam usaha untuk merangka strategi adaptasi dan mitigasi bagi menangani impak senario perubahan iklim pada masa akan datang.

Bibliografi

Government of Malaysia. (2015). Intended Nationally Determined Contribution (INDC) of the Government of Malaysia. Submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change in 2015

Haliza, A.R. (2009). Global climate change and its effects on human habitat and environment in Malaysia. *Malaysian Journal of Environmental Management* 10(2): 17 – 32

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). Summary for policymakers. Dalam: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Meng, S.K., Fredolin, T.T. dan Liew, J. (2013). Projected changes of future climate extremes in Malaysia. *Sains Malaysiana* 42(8): 1051 – 1059

Ministry of Energy, Science, Technology, Environment and Climate Change. (2018). Third National Communication (NC3) and Second Biennial Update Report (BUR2). Submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change in 2018

Ministry of Natural Resources and Environment. (2015). Malaysia First Biennial Update Report (BUR1). Submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) in December 2015

Shaidatul, A.A.T., Mohd, F.M.S., Mohammad, H.A.R., Nurul, A.A.B., Fauzi, J., Azizi, A.A., Mardhati, M. dan Mohamad Z.A.G. (2018). Greenhouse gas emissions: Historical and projected methane emissions from rice cultivation in Malaysia (1990-2030). *Research in Agriculture* 3: 19 – 30

Zulfahmi, A.R., Sahibin, A.R., Jasni, Y. dan Wan, M.R.I. (2007). Preliminary survey on potential slope instability and soil physico-chemical characteristic in Cameron Highlands, Pahang. *Sains Malaysiana* 36(2): 105 – 116

Ringkasan

Unjuran perubahan iklim bagi senario RCP 4.5 dan RCP 8.5 telah dibangunkan bagi menilai kesan terhadap jumlah taburan hujan dan purata suhu di Cameron Highlands. Secara amnya, diunjurkan terdapat perubahan pada jumlah taburan hujan bulanan (kenaikan dan penurunan) iaitu sekitar –17% hingga 17% manakala purata suhu pula diunjurkan mengalami peningkatan sehingga 6%. Walau bagaimanapun, trend cuaca adalah masih sama seperti klimatologi masa lampau (1971 – 2010), iaitu November dan Disember merupakan bulan paling basah (>250 mm) dengan purata suhu terendah (± 24 °C) sepanjang tahun, manakala Jun dan Julai merupakan bulan paling kering (<150 mm) dengan purata suhu tertinggi (± 26 °C) sepanjang tahun. Oleh itu, kajian lanjut berkaitan impak perubahan iklim

terhadap sektor pertanian khususnya perlu dijalankan sebagai langkah persediaan dalam menghadapi fenomena perubahan iklim pada masa akan datang. Strategi adaptasi dan mitigasi perlu dibangunkan agar impak senario perubahan iklim dunia pada masa akan datang terhadap negara dapat diminimumkan.

Summary
Future climate projection under the scenario of RCP 4.5 and RCP 8.5 had been developed to evaluate the impact towards rainfall distribution pattern and average temperature of Cameron Highlands. Generally, there will be changes in rainfall distribution pattern (increment and reduction) around –17% to 17%, where else average temperature will be increased up to 6%. However, the weather trend throughout the years are still the same as the previous climatology (1971 – 2010), where November and December remain as the wettest month (>250 mm) with the lowest average temperature (± 24 °C) while June and July remain as the driest month (<150 mm) with the highest average temperature (± 26 °C). Hence, further studies related to the impact of climate change towards agriculture sector need to be done as an early preparation towards facing future climate change scenarios. Adaptation and mitigation strategies need to be developed so that the impact of future climate change scenarios towards our country could be minimized.

Pengarang
Shaidatul Azdawiyah Abdul Talib
Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran
MARDI Cameron Highlands,
Jalan Persiaran Endah, 39000 Tanah Rata, Pahang