

POTENSI RUMPUT VETIVER DAN KIM CHIAM SEBAGAI PENSTABIL CERUN PADA KETINGGIAN BERBEZA DI KAWASAN AMALAN PERTANIAN BAIK (MYGAP)

POTENTIAL OF VETIVER GRASS AND KIM CHIAM AS SLOPE STABILIZER AT DIFFERENT ELEVATION IN GOOD AGRICULTURAL PRACTICES (MYGAP) AREA

Zakiyyah Jasni, Tukimat Lihan, Wan Mohd Razi Idris, Zulfahmy Ali Rahman, Muzzneena Ahmad Mustapha, Sahibin Abdul Rahim

Pusat Penyelidikan Sains Bumi dan Alam Sekitar, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

Article history

Received

15 July 2019

Received in revised form

30 October 2019

Accepted

4 November 2019

Published online

25 December 2019

Graphical abstract



Abstract

The fast tempo of agriculture development and land use changes has resulted in a rapid depletion of most of the suitable land for agriculture in the country. This has caused the opening of new unsustainable agriculture area in sloping land especially the steep land and has sparked serious soil erosion phenomena. The Malaysia Good Agricultural Practice (myGAP) certification program which emphasizes the environment, economy and social aspects for agricultural produce has become one of the tools to guide farmers in controlling soil erosion. This study looked at the comparison of vetiver grass (T1) and daylily (T2) as slope stabilizers against bare soil at different elevations using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). A unit plot of 22.1m long and 4.5m wide was built on the 9% sloping area in Cameron Highlands, Pahang (L1) and Titi Gantong, Perak (L2), respectively. Data from rainfall stations were used to define rain erosivity (R) while land cover (C); inclusive of the measurement of height, canopy and root was obtained using hemispherical photography. Length of slope (LS) was constant and conservation measures (P) were based on structures and land use types. To obtain the erodibility factor (K), soil samples were analyzed. The dry soil weight was measured to determine the eroded soil (A). Results showed that L1 had the highest R (13260.3 MJ/mm/ha/hour/year). C of T1 (L1&L2) gave the broadest coverage compared to T2 (L1) and T2 (L2) with higher average measurement of height, canopy and root, while P (L1&L2) was 0.1 (T1) and 0.4 (T2). However, T2 was outstanding at L1 than L2. Despite the K value of L1 (0.02 ton/hour/MJ/mm) being higher, L2 showed higher erosion. Thus, it is concluded that vetiver grass can be a myGAP recommendation as an easy and low-cost slope stabilizer at different elevation whilst daylily is best to be recommended for the highlands.

Keywords: Daylily, different elevation, myGAP, soil erosion, vetiver

Abstrak

Pembangunan pertanian dan perubahan guna tanah yang pesat telah menyebabkan tanah yang sesuai untuk dibangunkan dengan aktiviti pertanian berkurangan di negara ini. Susulan itu, kawasan baharu di tanah bercerun terutamanya di tanah curam telah dibuka untuk pembangunan pertanian secara tidak lestari dan mencetuskan fenomena hakisan tanah yang serius. Program pensijilan Amalan Pertanian Baik Malaysia (myGAP) merupakan program yang menekankan aspek alam sekitar, ekonomi dan sosial untuk hasil tanaman yang berkualiti dan selamat dimakan. Program ini menjadi salah satu mekanisme untuk membimbing petani dalam mengawal hakisan tanah. Kajian ini membandingkan Rumput Vetiver (T1) dan Kim Chiam (T2) sebagai tanaman penstabil cerun pada elevasi berbeza menggunakan persamaan Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Sebuah plot berukuran 22.1 meter panjang dan 4.5 meter lebar dengan kecerunan 9% dibina di Cameron Highlands, Pahang (L1) and Titi Gantong, Perak (L2). Data hujan yang diperolehi dari beberapa stesen hujan digunakan untuk mendapatkan nilai erosi hujan (R) manakala fotografi hemisfera termasuk pengukuran ketinggian tanaman, lebar kanopi dan panjang akar digunakan untuk mengenalpasti nilai faktor litupan tanah (C). Panjang cerun dan kecerunan (LS) adalah standard sementara faktor pemuliharaan (P) ditentukan berdasarkan pembinaan struktur dan jenis guna tanah. Nilai erodibiliti tanah (K) ditentukan dengan menganalisis sampel tanah dan berat tanah kering pula memberi nilai tanah yang terhakis (A). L1 merekodkan nilai R tertinggi iaitu 13260.3 MJ/mm/hektar/jam/tahun. Nilai C bagi T1 di kedua-dua lokasi menunjukkan litupan terbesar berbanding T2 di lokasi L1 dan T2 di lokasi L2 dengan purata ukuran tinggi, lebar kanopi dan panjang akar yang tertinggi. Nilai P bagi lokasi L1 & L2 adalah 0.1 (T1) dan 0.4 (T2). Nilai K di L1 (0.02 tan/jam/MJ/mm) adalah lebih besar tetapi kadar hakisan di L2 lebih tinggi. T1 menunjukkan prestasi yang bagus di kedua-dua elevasi sementara T2 didapati lebih baik di L1. Oleh yang demikian, didapati Rumput Vetiver sesuai dijadikan pengesyoran dalam myGAP sebagai tanaman penstabil cerun yang mudah, berkos rendah dan berkesan pada elevasi berbeza manakala Kim Chiam pula terbaik untuk disyorkan di tanah tinggi.

Kata kunci: Hakisan tanah, ketinggian berbeza, Kim Chiam, myGAP, rumput vetiver

© 2020 Penerbit UTM Press. All rights reserved

1.0 PENGENALAN

Semenanjung Malaysia yang berkeluasan 13.2 juta hektar diliputi oleh kawasan hutan termasuk hutan paya (47.1%) manakala pertanian seluas 41.5%, bandar 4.4%, badan air 2.0% dan selebihnya adalah pelbagai aktiviti guna tanah lain seperti perlombongan dan tanah terbiar [1]. 47% daripada 13.2 juta hektar tersebut adalah sesuai untuk pertanian, 10% terdiri daripada tanah marginal dan bakinya adalah tanah curam iaitu tidak sesuai untuk pembangunan pertanian [2]. Situasi terkini menunjukkan tanah marginal yang bersifat sederhana sesuai dan berisiko tinggi untuk terhakis juga diteroka untuk menanam tanaman makanan sebagai memenuhi jaminan bekalan makanan.

Cameron Highlands terkenal sebagai kawasan agropelancongan di Malaysia dengan bentuk muka buminya yang berbukit-bukau dan menjadi kawasan tadahan air [3]. Cameron Highlands berkeluasan 71,227 hektar di mana 6,332.4 hektar daripadanya adalah kawasan pertanian [4]. Penerokaan tanah untuk pertanian di Cameron Highlands melibatkan

penarahan cerun asal menggunakan jentera berat untuk dijadikan kawasan luas dan rata tanpa mengantikan semula tanah atas atau humus mengakibatkan hakisan tanah yang serius di Cameron Highlands [5].

Perkembangan teknologi pertanian telah mewujudkan revolusi pembinaan struktur pelindung hujan (SPH) di tanah tinggi ini. SPH pada asalnya disyorkan di kawasan tanah tinggi sebagai salah satu langkah mengurangkan aktiviti menarah cerun. Namun disebabkan pembinaannya tidak mengikut spesifikasi yang disyorkan malahan dibina di tanah bukit yang curam, pembinaan struktur ini telah mengakibatkan berlakunya hakisan yang lebih serius [6].

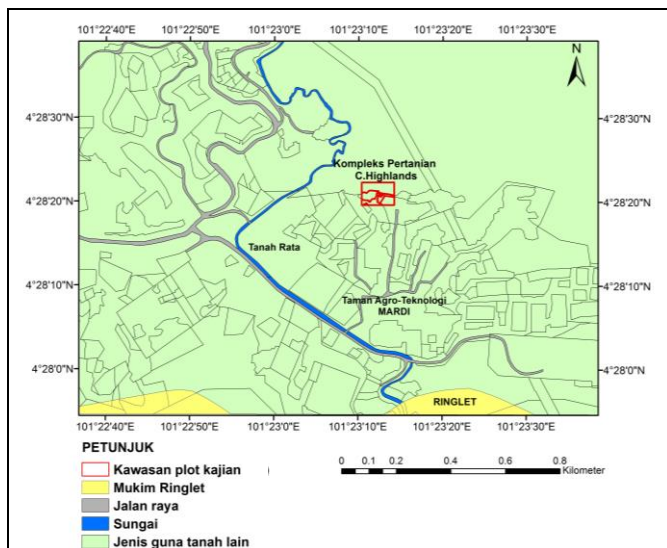
Inisiatif Amalan Pertanian Baik Malaysia (myGAP) dilihat sebagai satu program yang boleh mendidik petani dan masyarakat untuk bertani secara berdisiplin dan mesra alam serta menghasilkan produk yang sihat dan selamat dimakan. MyGAP yang telah diperkenalkan pada tahun 2001 merupakan satu mekanisme untuk menyeimbangkan jaminan bekalan makanan, keselamatan makanan,

alam sekitar dan kesejahteraan masyarakat untuk memastikan keharmonian sejagat. Walau bagaimanapun, sikap dan pemikiran negatif petani yang beranggapan bahawa kos pengurusan ladang akan meningkat dengan banyak, menjadi punca langkah kawalan hakisan tanah yang juga merupakan amalan pertanian baik (APB) ditolak [7]. Justeru, kajian ini mengemukakan kaedah agronomi yang mudah dan ekonomi untuk mengawal hakisan tanah di kawasan bercerun. Keberkesanan tanaman Rumput Vetiver dan Kim Chiam sebagai kawalan hakisan tanah dapat menunjukkan dengan lebih jelas kepada masyarakat umum tentang kaedah yang mesra alam melalui APB terutamanya di tanah tinggi.

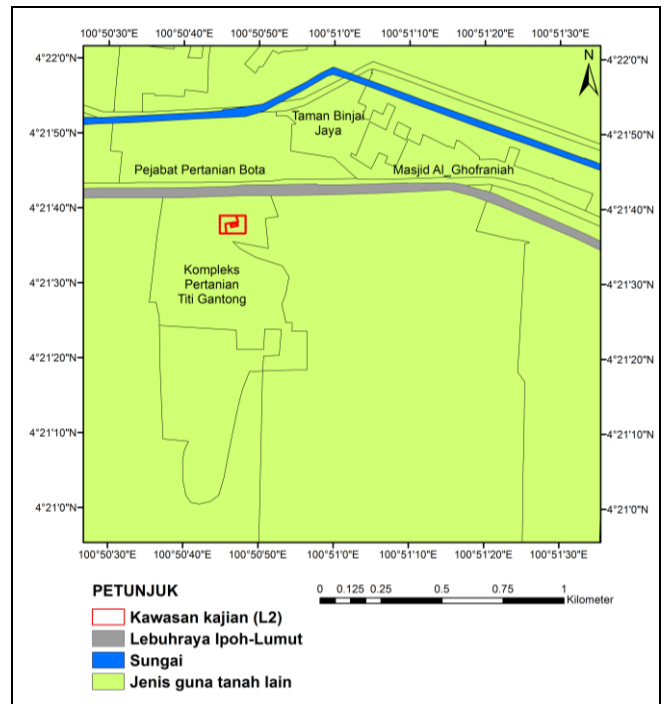
Kajian ini tertumpu di Cameron Highlands, Pahang sebagai lokasi utama dan Titi Gantong, Perak bagi membolehkan pengesyoran terbaik diberikan kepada petani pada elevasi berbeza. Kajian ini diharap dapat mendorong semua pemegang taruh untuk menyertai program pensijilan myGAP sebagai platform untuk melaksanakan APB secara konsisten dan memperkasa elemen alam sekitar dalam program ini.

2.0 METODOLOGI

Kawasan kajian yang terlibat adalah di Cameron Highlands, Pahang dan Titi Gantong, Perak. Lokaliti pertama (L1) terletak pada kedudukan 4°28'18" N, 101°23'09" E iaitu di Kompleks Pertanian Cameron Highlands di Tanah Rata, Pahang (Rajah 1). Lokaliti kedua pula (L2) terletak di Kompleks Pertanian Titi Gantong, Perak pada koordinat 4°21'36" N, 100°50'40" E (Rajah 2).



Rajah 1 Lokasi kajian di Cameron Highlands, Pahang

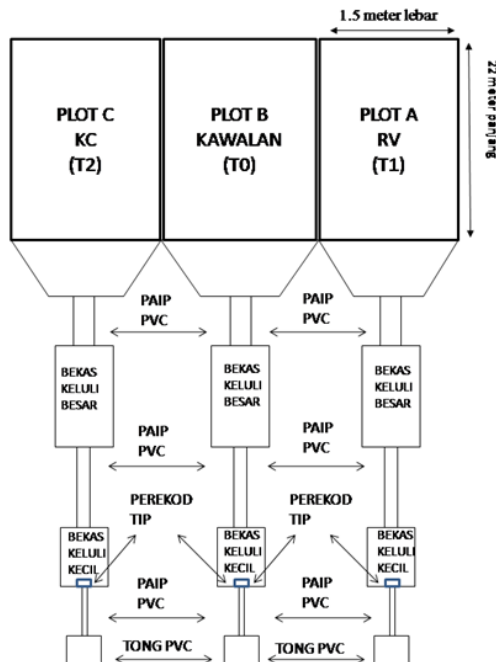


Rajah 2 Lokasi kajian di Titi Gantong, Perak

Sebuah unit plot berukuran 22.1 meter panjang dan 4.5 meter lebar dibina pada kecerunan 9% di Cameron Highlands dan Titi Gantong meliputi kawasan seluas 0.01 hektar. Plot dibahagikan kepada 3 subplot di mana setiap satu subplot berukuran 22.1 meter x 1.5 meter (Rajah 3). Bekas keluli bersaiz 38 sm (L) x 68 sm (P) x 50 sm (T) dan 23 sm (L) x 46 sm (P) x 30 sm (T) digunakan dengan tong plastik berisipadu 20 liter dan bersaiz 26 sm (L) x 26 sm (P) x 35 sm (T), perekod tip dan paip polyvinyl chloride (PVC). Plot A ditanam dengan sebanyak 51 Rumput Vetiver (3 rumpun x 17 baris) (T1), plot B dibiarkan kosong sebagai kawalan (T0) dan plot C ditanam dengan 51 Kim Chiam (T2). Tarikh penanaman bermula pada Januari 2015 dan pengambilan data hakisan dilakukan pada kejadian hujan sepanjang tahun 2015 manakala data pertumbuhan tanaman hanya diambil pada bulan Disember 2015 iaitu pada ketika tanaman telah membesar dengan sempurna.

Plot A ditanam dengan 2 rumpun vetiver (RV) dalam 1 lubang penanaman dan ditanam pada 3 lubang dalam 1 baris (jumlah keseluruhan adalah 17 baris). Kajian oleh Moula & Rahman (2008) mendapati RV menunjukkan tumbesaran yang lebih baik berbanding 1 atau 3 rumpun pada satu lubang penanaman [8]. RV didapati hidup sangat subur di kawasan lembap seperti tanah berlumpur dan kawasan berbukit [9]. Plot B dibiarkan kosong sebagai kawalan manakala plot C ditanam dengan 1 rumpun Kim Chiam (KC) dalam 1 lubang penanaman dan ditanam pada 3 lubang pada setiap baris. Jumlah pokok yang ditanam bagi setiap jenis tanaman itu adalah 51 pokok (rumpun yang ditanam dalam 1 lubang penanaman dikira sebagai 1 pokok) pada

jarak 1 meter bagi setiap baris. Tanaman ini diberi baja bio-organik pada awal penanaman dan diteruskan dengan kekerapan 3 bulan sekali. Penyiraman hanya dilakukan pada 3 bulan terawal. Rumpun RV dan KC serta bekalan baja diperolehi daripada Jabatan Pertanian Malaysia.



Rajah 3 Pelan plot yang dibina di kawasan kajian

Pengiraan data hakisan menggunakan model empirikal Persamaan Semakan Kehilangan Tanah Universal atau *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE). Persamaan ini dipengaruhi oleh lima (5) faktor utama iaitu erosiviti hujan (R), erodibiliti tanah (K), panjang cerun (LS), litupan tanaman (C) dan amalan pemuliharaan tanah (P) [10] (Persamaan 1).

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

Hanya nilai R dan K ditentukan menggunakan RUSLE manakala nilai C dan P diperolehi di lapangan. Panjang cerun dan tahap kecerunan pula adalah sama untuk semua plot Walau bagaimanapun, nilai C dan P kemudiannya ditentukan menggunakan RUSLE.

Hujan dan air larian permukaan merupakan faktor utama dalam proses hakisan tanah dan keduanya dinyatakan sebagai faktor R [11] di mana faktor R ini berkaitan dengan tenaga kinetik dan keamatan hujan [12]. Data hujan bulanan dari tahun 2010 hingga 2014 untuk 5 stesen (L1) dan 4 stesen (L2) diperolehi daripada Jabatan Meteorologi Malaysia bagi menentukan purata nilai hujan tahunan di kawasan kajian. Faktor R dikira dengan memasukkan purata nilai hujan tahunan ke dalam persamaan Morgan (2005) (Persamaan 2).

$$R = [(9.28P - 8838.15) \times 75] / 100 \quad (2)$$

Air yang ditakung dalam tangki pada setiap plot larian diambil dan berat bagi sedimen serta ampai air larian dikeringkan dan ditimbang. Amaun hakisan adalah purata jumlah sedimen (tan/hektar) bagi setiap episod hujan. Data fizik tanah seperti saiz partikel diperolehi dengan melakukan kajian makmal bagi mendapatkan nilai K (erodibiliti tanah). Persamaan 3 digunakan untuk menentukan nilai K [13]. Sampel tanah di kedua-dua kawasan harus terlebih dahulu diambil menggunakan auger tanah pada kedalaman 0-25 sm. Kod struktur tanah (S) dan kelas kebolehtelapan (p) dirujuk kepada Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar (2010) [14]. Faktor penukaran kepada unit SI adalah 1 / 7.59.

$$K = \frac{[2.1 \times 10^{-4} (12 - OM \%) (N1 \times N2)^{1.14} + 3.25 (s-2) + 2.5 (p-3)] \times 0.1317}{100} \quad (3)$$

Ukuran standard panjang cerun yang digunakan bagi kedua-dua plot dalam kajian ini adalah 22.1 meter dengan kecerunan 9%. Nilai LS boleh diperolehi dengan menggunakan persamaan 4 iaitu:

$$LS = \sqrt{L/22.13 \times (0.065 + 0.045S + 0.0065S^2)} \quad (4)$$

Pengukuran berasaskan imej menggunakan sistem kamera dengan lensa mata ikan seperti fotografi hemisfera menawarkan cara alternatif untuk mendapatkan nilai bagi faktor C [15]. Faktor litupan tumbuhan memainkan peranan dalam menghalang halaju air hujan yang jatuh ke tanah dan mengurangkan kadar hakisan [16]. Kaedah ini dijalankan di kawasan berkeluasan 1.37 meter persegi pada sudut cerun 90° dan berketinggian 7.62 meter. Sejumlah 15 imej bagi RV dan KC telah dirakam di lokasi L1 dan L2 untuk mencari nilai visual berdasarkan anggaran ke atas keluasan litupan tanaman.

Faktor P merujuk kepada amalan pemuliharaan secara mekanikal atau struktur. Kajian ini menggabungkan 3 aspek bagi mendapatkan penilaian yang lebih baik dalam menentukan P untuk kawasan pertanian iaitu amalan pertanian, pembinaan struktur dan jenis guna tanah [17]. Faktor P diperolehi dengan merujuk kepada jadual yang menggabungkan nilai faktor P oleh Troeh dan Jabatan Pertanian Malaysia.

Kadar hakisan tanah (A) diperolehi dengan mengukur ketinggian air, beban dasar dan sedimen yang terperangkap di dalam bekas keluli besar sekurang-kurangnya dua kali dalam sebulan bergantung kepada kekerapan hujan. Bacaan meter tip dari bekas keluli kecil direkod untuk mendapatkan jumlah air larian. Nilai yang diperolehi merupakan anggaran hakisan bagi setahun dan ditukar kepada unit tan/hektar/tahun.

Bagi menentukan sifat fizik tanah, analisis mekanikal atau penyebaran saiz partikel dalam tanah secara pipet digunakan. Butir tanah mineral terbahagi kepada dua jenis iaitu butir primer hasil dari luluhawa bahan induk dan butir sebatian atau agregat yang terbentuk daripada penyimenan butir primer. Ujikaji

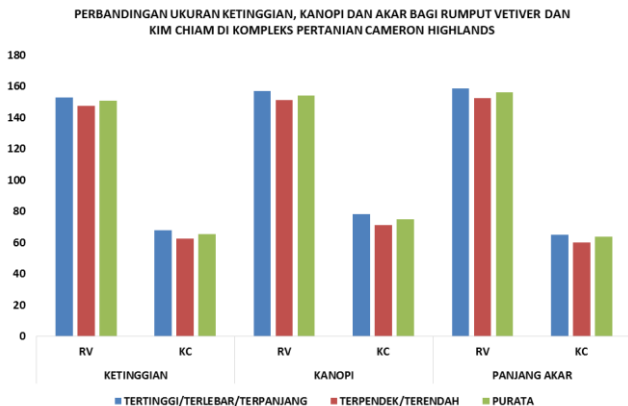
analisis mekanikal dilakukan untuk menentukan taburan saiz butir primer sahaja.

3.0 HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Pertumbuhan Rumput Vetiver dan Kim Chiam di Kompleks Pertanian Cameron Highlands

Rumput Vetiver (RV) menghasilkan pertumbuhan yang sangat subur di Kompleks Pertanian Cameron Highlands, Pahang (L1) dengan rumpun tertinggi berukuran 153.1 sm manakala yang paling rendah ialah 144.7 sm dan purata ketinggian 150.9 sm. Ukuran kanopi RV yang terlebar adalah 157 sm dan terpendek 151.1 sm. Akar RV yang terpanjang di L1 berukuran 158.7 sm, terpendek 152.4 sm dan puratanya adalah 156 sm.

Kim Chiam (KC) di L1 menunjukkan ketinggian mencapai 67.9 sm manakala yang terendah adalah 62.3 sm dengan ukuran purata ketinggian 65.3 sm. Ukuran kanopi KC yang terlebar adalah 78.1 sm dan terpendek 71 sm. Pertumbuhan akar yang paling panjang bagi KC di L1 adalah 65.7 sm dan terpendek 60.1 sm dengan purata akar sepanjang 63.6 sm (Rajah 4).



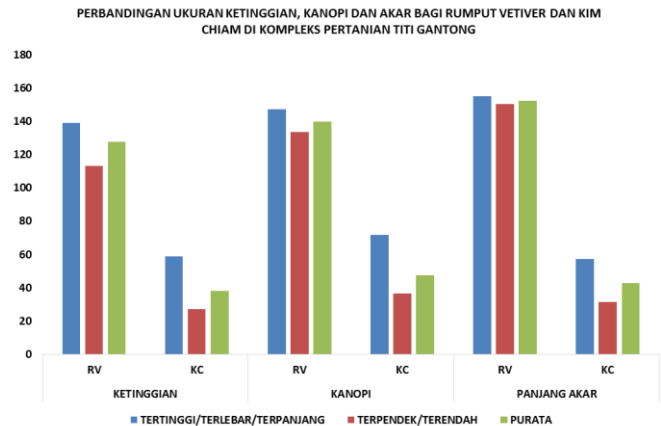
Rajah 4 Ukuran ketinggian, kanopi dan akar bagi RV dan KC di L1

Pertumbuhan Rumput Vetiver dan Kim Chiam di Kompleks Pertanian Titi Gantong

Pertumbuhan Rumput Vetiver (RV) di Kompleks Pertanian Titi Gantong, Perak (L2) menunjukkan purata ketinggian berukuran 127.5 sm dengan ukuran tertinggi 138.9 sm dan terendah 113.2 sm. Perbezaan antara pokok yang tertinggi dengan yang terendah adalah agak besar iaitu sebanyak 25.7 sm. Ukuran kanopi RV yang terlebar adalah 147.1 sm dan terpendek 133.4 sm. Akar RV di L2 pula terpanjang 155.1 sm berbanding 150.3 sm yang terpendek dan bacaan puratanya 152.2 sm.

Purata ketinggian KC di L2 adalah 38.1 sm dengan tanaman tertinggi berukuran 58.9 sm dan terendah 27.3 sm. Ukuran kanopi KC yang terlebar adalah 71.7

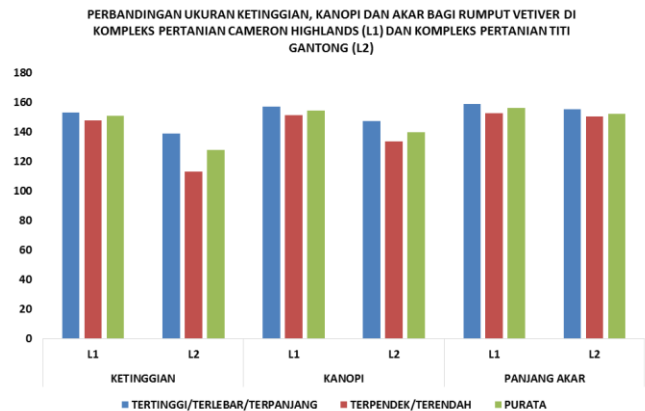
sm dan terpendek 36.6 sm. Pertumbuhan akar KC di L2 pula menunjukkan ukuran terpanjang 57.4 sm dan terpendek 31.6 sm manakala puratanya adalah 42.7 sm (Rajah 5).



Rajah 5 Ukuran ketinggian, kanopi dan akar bagi RV dan KC di L2

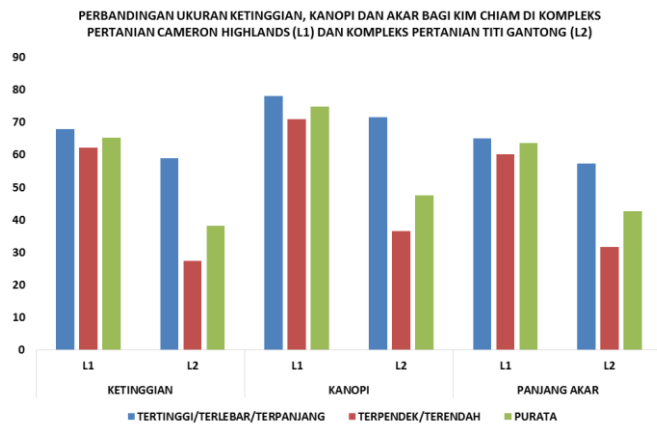
Perbandingan Pertumbuhan Rumput Vetiver di Kedua-dua Lokasi

Secara keseluruhan, pertumbuhan Rumput Vetiver (RV) di Kompleks Pertanian Cameron Highlands (L1) dan di Kompleks Pertanian Titi Gantong (L2) tidak menunjukkan perbezaan yang ketara (Rajah 6).



Rajah 6 Ukuran ketinggian, kanopi dan akar bagi RV di L1 dan L2

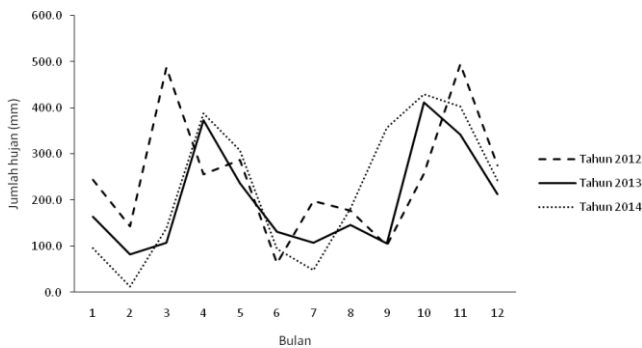
Manakala Kim Chiam (KC) menunjukkan pertumbuhan yang sangat baik di L1 manakala KC di L2 agak terbantut dan ada yang mati (Rajah 7).



Rajah 7 Ukuran ketinggian, kanopi dan akar bagi KC di L1 dan L2

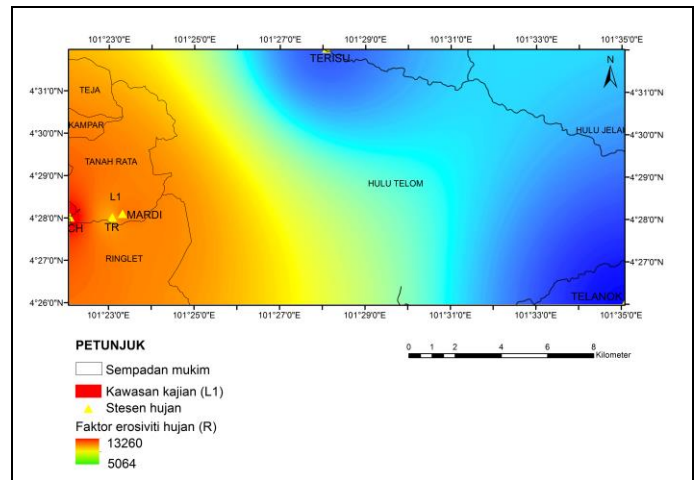
Faktor Erosiviti Hujan (R)

Data hujan bagi L1 diperolehi daripada 5 stesen hujan Jabatan Meteorologi Malaysia iaitu stesen Cameron Highlands, Tanah Rata, MARDI, Pos Terisu dan Pos Telanok. Jumlah hujan bulanan bagi stesen yang terdekat dengan lokasi kajian iaitu Stesen MARDI dalam tempoh 3 tahun (2012-2014) menunjukkan corak taburan hujan yang seragam. Purata hujan bulanan bagi stesen MARDI dalam tempoh tersebut menunjukkan hujan paling sedikit adalah pada bulan Februari iaitu sebanyak 79.5 mm. Nilai tertinggi adalah 495.5 mm yang direkodkan pada bulan November 2012 dan yang terendah pada bulan Februari 2014 dengan nilai 11.9 mm (Rajah 8).



Rajah 8 Jumlah hujan bulanan bagi stesen hujan MARDI (stesen paling hampir dengan lokasi kajian) di L1 dari tahun 2012-2014

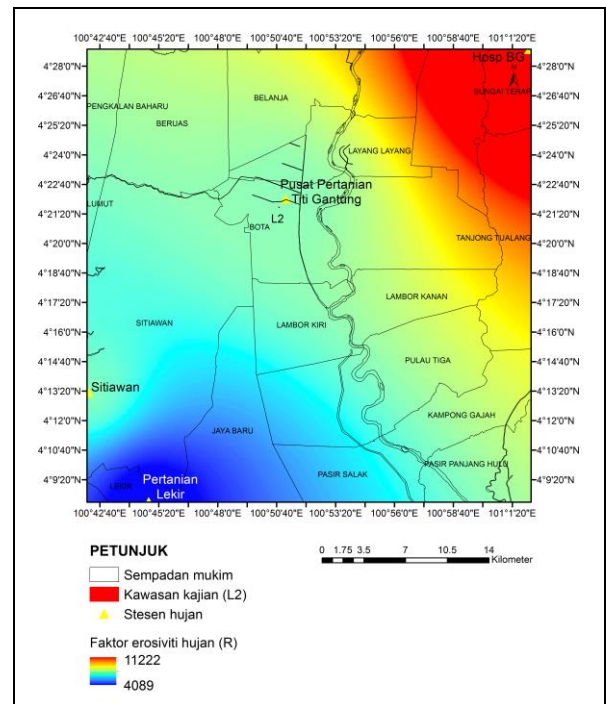
Purata hujan tahunan tertinggi pula ialah 2842.3 mm/tahun yang direkodkan oleh stesen Cameron Highlands dengan nilai R berjumlah 13260.3 MJ/mm/ha/jam/tahun manakala bacaan terendah ialah 1448.9 mm/tahun di stesen Pos Telanok dengan nilai R, 5064.2 MJ/mm/ha/jam/tahun. Stesen MARDI menunjukkan nilai erosiviti hujan sebanyak 12196.1 MJ/mm/ha/jam/tahun (Rajah 9).



Rajah 9 Erosiviti hujan (R) bagi Kompleks Pertanian Cameron Highlands, Pahang (L1)

Data hujan bagi L2 pula diperolehi daripada 4 stesen meteorologi di mana stesen Hospital Batu Gajah memberi purata hujan tahunan yang tertinggi iaitu 2564.8 mm/tahun, diikuti dengan stesen Pusat Pertanian Titi Gantong (1896.9 mm/tahun), Sitiawan (1887.4 mm/tahun) dan Lekir (1539.9 mm/tahun).

Ini bermakna nilai faktor R untuk stesen Hospital Batu Gajah adalah tertinggi (11222 MJ/mm/ha/jam/tahun). Stesen terdekat dengan kawasan kajian merupakan stesen Pusat Pertanian Titi Gantong dan mencatatkan jumlah R sebanyak 6573.8 MJ/mm/ha/jam/tahun (Rajah 10).



Rajah 10 Erosiviti hujan bagi Kompleks Pertanian Titi Gantong, Perak (L2)

Faktor Erodibiliti Tanah (K)

Analisis makmal menunjukkan bahawa tanah di L1 terdiri daripada komposisi tanah liat atau lempung sebanyak 42.9%, lom 7.5%, pasir halus 9.5% dan pasir kasar 40.2% dengan kandungan bahan organiknya adalah 3.01% (Jadual 1). Bacaan ketumpatan pukal yang diperolehi ialah 1.43 g/sm³ manakala bacaan ketumpatan partikel ialah 2.57 g/sm³, keporosan 56.4% dan kekonduksian hidraulik 3.6 sm/jam (Jadual 2). Nilai K pula adalah 0.02 tan/jam/MJ/mm. Oleh itu, keseluruhan analisis menunjukkan bahawa tanah ini adalah tanah lempung berpasir dan dari Siri Ringlelet.

Jadual 1 Saiz partikel tanah dan kandungan bahan organik, bagi siri Ringlelet di Cameron Highlands, Pahang (L1) dan siri Serdang di Titi Gantong, Perak (L2)

Lokasi	Komposisi tanah (%)				Bahan Organik (%)
	Lempung	Lom	Pasir halus	Pasir kasar	
L1	42.9	7.5	9.5	40.2	3.01
L2	23.4	14.8	38.4	23.4	0.56

Peratus komposisi tanah yang didapati di L2 adalah 23.4% tanah lempung, 14.8% lom, 38.4% pasir halus dan 23.4% pasir kasar. Kandungan karbon organik di kawasan ini kurang daripada tanah di L1 iaitu 0.56%. Ketumpatan pukal memberi bacaan 1.13g/sm³ manakala ketumpatan partikel adalah 2.60g/sm³, jumlah keporosan tanah 44.9% dan kekonduksian hidraulik adalah sebanyak 13.2 sm/jam. Nilai K yang diperolehi ialah 0.01 tan/jam/MJ/mm. Tanah ini merupakan tanah lom lempung berpasir dari Siri Serdang.

Jadual 2 Sifat fizik tanah dan kelas kekonduksian hidraulik bagi siri Ringlelet di Cameron Highlands, Pahang (L1) dan siri Serdang di Titi Gantong, Perak (L2)

Lokasi	K.Pukal* (g/sm ³)	K. Partikel* (g/sm ³)	Jumlah keporosan (%)	K. hidraulik* (sm/jam)/ Kelas
L1	1.13	2.57	56.4	3.6/4
L2	1.45	2.64	44.9	13.2/2

Faktor Panjang Cerun (LS)

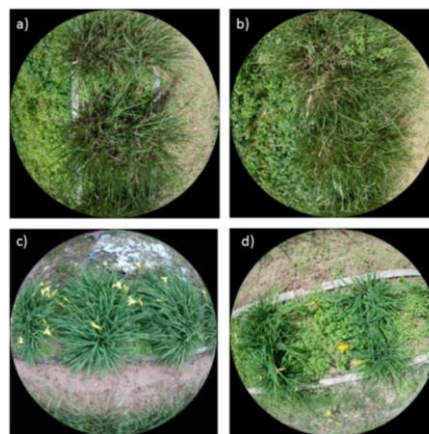
Nilai bagi faktor LS di L1 dan di L2 adalah sama iaitu 0.07 disebabkan panjang cerun dan kecerunan yang sama bagi semua plot.

Faktor Litupan Tanaman (C)

RV yang sangat rimbun dan tinggi di L1 menghasilkan kanopi yang terbesar dengan ukuran 157 sm dan yang paling kecil ialah 151.1 sm. Purata kanopi pula adalah 154.3 sm. Imej yang direkod menggunakan fotografi hemisfera memberikan purata litupan tanah bagi RV seluas 80% (Rajah 11a). Berdasarkan definisi faktor C dalam RUSLE, peratus yang diperolehi

mewakili nilai 0.8 bagi nilai C. Purata kanopi bagi tanaman RV di L2 ialah berukuran 139.9 sm di mana yang terbesar adalah 147.1 sm dan yang terkecil 133.4 sm. Pemerhatian imej menggunakan fotografi hemisfera pula menunjukkan faktor C bagi RV memberi jumlah litupan yang sama seperti di L1 iaitu 80% dan memberi nilai 0.8 (Rajah 11b).

Kanopi terbesar KC di L1 adalah 78.1 sm berbanding yang terkecil 71 sm dan puratanya ialah 74.9 sm. Pengimejan menggunakan kanta mata ikan menunjukkan KC memberi kadar litupan pada tanah sebanyak 50% dengan nilai 0.5 (Rajah 11c). Kanopi terbesar yang dihasilkan oleh KC di L2 pula berukuran 71.7 sm berbanding kanopi terkecilnya 36.6 sm. Ukuran purata bagi kanopi KC ialah 47.5 sm. Kanta mata ikan yang digunakan dalam fotografi hemisfera merakamkan nilai faktor C bagi tanaman KC adalah 30% dengan nilai 0.3 (Rajah 11d).



Rajah 11 Fotografi hemisfera menggunakan kanta mata ikan menunjukkan litupan tanaman bagi Rumput Vetiver (RV) (a) L1 dan (b) L2, tanaman Kim Chiam (KC) (c) L1 dan (d) L2

Faktor Pemuliharaan Tanah (P)

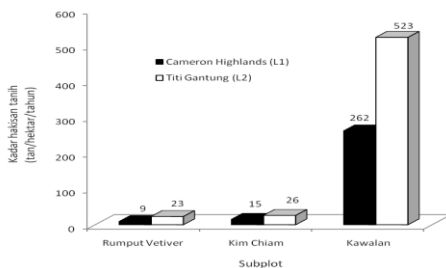
L1 dikelilingi oleh kawasan kobis, semak dan hutan serta sebuah struktur perlindungan hujan (SPH) yang terletak kira-kira 2 meter daripada plot. Nilai faktor P bagi setiap jenis guna tanah tersebut adalah kobis (0.4), semak (0.1) dan hutan (0.1). Nilai faktor P bagi SPH yang dikategorikan sebagai amalan pemuliharaan tanah adalah 0.1. L2 pula dikelilingi dengan dusun buah-buahan dan tanaman jangkamasa pendek di mana nilai P bagi jenis guna tanah ini adalah 0.4. Penggunaan plastik *silvershine* sebagai sungkupan sintetik dalam amalan pemuliharaan tanah pada peringkat awal penanaman memberi nilai P pada nilai 0.2. Nilai faktor P bagi RV dari aspek tanaman ditentukan berdasarkan sifat fizikalnya yang menyerupai semak atau lalang. Oleh itu, faktor P bagi RV memberi nilai 0.1. KC pula didapati mempunyai keadaan fizikal yang sama dengan tanaman sayuran dan memberi faktor P dengan nilai 0.4.

Kadar Hakisan Tanah (A)

Kadar hakisan tertinggi (A) bagi RV di L1 adalah pada bulan November iaitu 3.7 tan/hektar/tahun manakala yang terendah 0.04 tan/hektar/tahun. Kadar hakisan tertinggi (A) bagi KC di L1 pula adalah 5.7 tan/hektar/tahun manakala yang terendah 0.3 tan/hektar/tahun.

L2 pula mencatatkan hakisan tertinggi bagi plot RV sebanyak 12.86 tan/hektar/tahun berbanding terendah 0.3 tan/hektar/tahun. Hakisan tertinggi Kim Chiam sebanyak 15.2 tan/hektar/tahun dan terendah 0.2 tan/hektar/tahun.

Purata kadar kehilangan tanah untuk RV di L1 adalah 9.2 tan/hektar/tahun manakala di L2 adalah 22.5 tan/hektar/tahun. Purata kehilangan tanah untuk KC di L1 pula ialah 14.8 tan/hektar/tahun manakala KC di L2 adalah 26 tan/hektar/tahun. Plot kawalan yang dibiar tanpa sebarang rawatan menunjukkan kadar hakisan sebanyak 261.6 tan/hektar/tahun di L1 dan 523 tan/hektar/tahun di L2 (Rajah 12).

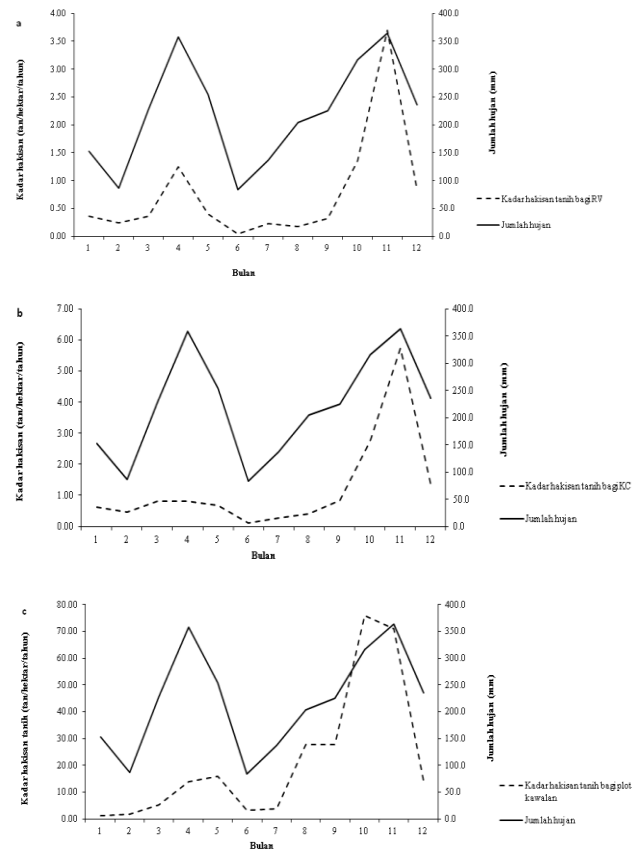


Rajah 12 Purata kadar hakisan tanah bagi RV, KC dan plot kawalan di L1 dan L2

Jumlah hujan dan hujan berintensiti tinggi merupakan ejen utama hakisan tanah [18]. Malaysia, terutamanya Cameron Highlands, Pahang menerima purata hujan tahunan yang tinggi iaitu 2800 mm [19] manakala purata hujan tahunan bagi Titi Gantung, Perak adalah dalam anggaran 2700 mm. Erosiviti hujan menunjukkan bahagian barat L1 mengalami intensiti hujan yang tinggi tetapi semakin menurun apabila mengunjur ke bahagian timur. L2 pula menunjukkan peningkatan taburan hujan menghala ke bahagian timur laut. Taburan hujan yang tinggi akan menghasilkan erosiviti hujan (R) yang tinggi, dan sebaliknya. Ahmad Shukri et al. (2015) menyatakan kawasan dengan nilai R yang tinggi adalah berpotensi tinggi untuk mengalami hakisan tanah [20]. Secara amnya, kadar hakisan tanah (A) di L1 adalah rendah walaupun menerima hujan yang tinggi manakala L2 menunjukkan kadar hakisan yang tinggi meskipun mempunyai erosiviti hujan yang rendah berbanding L1. Analisis keseluruhan taburan hujan bulanan di L1 dan L2 menunjukkan pola yang selari dengan kadar hakisan bulanan di mana hakisan adalah tinggi apabila jumlah hujan tinggi (Rajah 13).

Bagi tanaman Kim Chiam (KC) di L2, kadar hakisan adalah rendah pada dua bulan pertama penanaman walaupun jumlah hujan yang diterima tinggi disebabkan penggunaan plastik *silvershine* sebagai

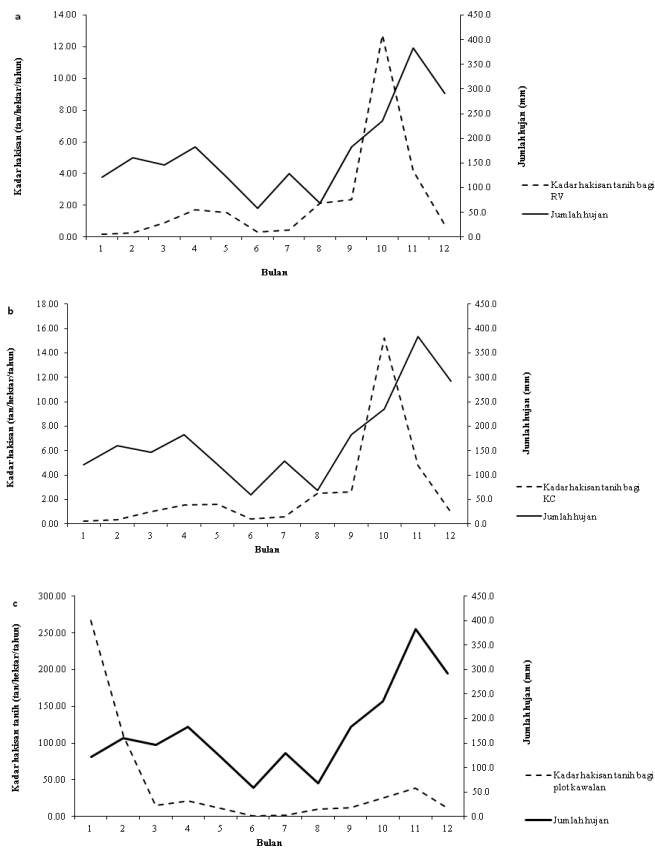
sungkupan sintetik (Rajah 14). Plastik tersebut adalah sebagai sungkupan pada tanaman KC di L2 akibat pertumbuhan yang perlahan dan hampir mati berbanding di L1. Plastik *silvershine* digunakan dalam tempoh yang pendek untuk menggalakkan pertumbuhan pokok dan membantu mengurangkan hakisan [21].



Rajah 13 Hubungan kadar hakisan tanah dengan jumlah hujan a) bagi Rumput Vetiver (RV), b) tanaman Kim Chiam (KC) dan c) plot kawalan di Kompleks Pertanian Cameron Highlands (L1)

Faktor erodibiliti tanah (K) boleh mempengaruhi kadar kehilangan tanah apabila nilai K yang rendah menunjukkan daya ikatan partikel tanah yang kuat dan sukar untuk terhakis. Secara umumnya, tanah yang mempunyai nilai K yang rendah akan lebih mudah terhakis. Semakin tinggi nilai K, tanah akan semakin mudah terhakis bergantung kepada jenis tanah. Tekstur tanah yang mempunyai komposisi tanah lempung yang tinggi sebagaimana di L1 lazimnya mempunyai nilai K yang rendah dan resistan terhadap penanggalan partikel. Tanah jenis ini mempunyai keporosan yang tinggi dengan kekonduksian hidraulik yang rendah (kelas 4 = sederhana) [22]. Tanah lempung mampu memegang air dalam jumlah yang banyak pada isipadu tanah pukal tetapi tidak melepaskan air dengan cepat dan ini menyebabkan kadar kekonduksian hidrauliknya rendah [23]. Kekonduksian hidraulik adalah berkaitan dengan kadar penyusupan air iaitu seantas mana

pergerakan air masuk ke dalam tanah. Penyusupan yang cepat akan mengurangkan kadar hakisan. Walau bagaimanapun, tanah berpasir juga mempunyai nilai K yang rendah tetapi partikelnya lebih mudah tertanggal [24]. Kajian ini menunjukkan tanah dengan nilai K yang rendah dan kekonduksian hidraulik yang tinggi (kelas 2 = cepat) didapati memberi nilai hakisan yang lebih tinggi berbanding tanah yang tinggi nilai K dan rendah kekonduksian hidraulik.



Rajah 14 Hubungan kadar hakisan tanah dengan jumlah hujan a) bagi Rumput Vetiver (RV) b) tanaman Kim Chiam (KC) dan c) plot kawalan di Kompleks Pertanian Titi Gantong (L2)

Tanah di L2 merupakan siri Serdang dan termasuk dalam kategori tanah yang tinggi nilai K di Malaysia [25]. Tanah ini rendah kandungan bahan organik berbanding tanah di L1. Bahan organik berupaya merendahkan erodibiliti tanah dengan mengurangkan daya kerentanan partikel tanah untuk tertanggal. Bahan organik juga boleh meningkatkan kadar penyusupan air ke dalam tanah dan mengurangkan air larian seterusnya mengurangkan risiko hakisan [26].

Panjang cerun dan tahap kecerunan (LS) menggambarkan bentuk topografi sesuatu kawasan. Umumnya, nilai bagi faktor LS akan meningkat sekiranya panjang cerun bertambah dan kecerunan semakin tinggi di mana air larian akan menghala ke kaki cerun [27]. Memandangkan plot kajian dibina di

kawasan yang kecil dan hanya menggunakan panjang cerun yang standard iaitu 22.1 meter dengan 9% kecerunan bagi semua plot, nilai LS yang diperolehi bagi kedua-dua lokasi juga adalah sama.

Faktor seterusnya adalah faktor litupan tanaman ke atas tanah (C). Pengukuran saiz kanopi menunjukkan bahawa RV mempunyai kanopi yang lebih luas. Keberkesanan tumbuhan dalam mengawal hakisan tanah bergantung kepada ketinggian dan kesinambungan kanopi pokok, kepadatan tumbuhan dan pertumbuhan akar [28]. Selain itu, suhu rendah kurang dari 27°C akan meningkatkan kelembapan tanah dan menghalang proses tiupan angin terutamanya di lereng yang tidak dilitupi dengan tumbuhan dan ini akan mengurangkan risiko hakisan yang disebabkan oleh angin [29].

KC di L1 tumbuh dengan baik walaupun dari aspek sifat fisiologinya, akar KC akan bersaing dengan tanaman lain untuk mendapatkan nutrien seperti yang berlaku pada KC di L2. Edward (1954) menyatakan KC merupakan tanaman yang agresif dan boleh hidup dalam keadaan cuaca yang ekstrem tetapi keadaan yang paling sesuai untuk KC adalah iklim temperat [30].

Meskipun pertumbuhan KC tidak sebaik RV tetapi ia masih menunjukkan potensi yang baik di kawasan tanah tinggi di mana ketinggian dan kelebaran kanopi (C = 50%) membantu mengurangkan kesan hentaman hujan dan angin ke atas tanah. KC mempunyai sistem akar yang mampu memegang partikel tanah dan menghalang daripada berlakunya hakisan yang serius.

KC di tanah rendah didapati kurang berbunga berbanding di tanah tinggi disebabkan faktor suhu dan terdedah kepada cahaya matahari yang terik pada tempoh yang lama. Selain faktor suhu, persaingan untuk mendapatkan kelembapan dan nutrien dari tumbuhan atau tanaman lain yang berdekatnya juga mempengaruhi pembungaan KC [31]. Rawatan tambahan seperti baja untuk menggalak pembungaan akan membantu KC lebih banyak berbunga di tanah rendah. Walau bagaimanapun ini akan melibatkan pertambahan kos oleh petani dan tidak menepati matlamat myGAP untuk pengesyoran tanaman yang mudah didapati, murah dan berkesan bagi mengawal hakisan.

Kajian mendapati kadar hakisan di plot yang ditanam RV adalah rendah berbanding KC disebabkan oleh keadaan fizikal RV yang lebih tinggi dengan kanopi yang lebih besar dan struktur akar yang lebih baik daripada KC walaupun ditanam di kawasan tanah rendah.

Faktor akhir yang dinilai dalam mempengaruhi kadar hakisan tanah adalah amalan pemuliharaan (P) di mana dalam kajian ini, nilai P ditentukan oleh jenis guna tanah dan amalan pemuliharaan tanah termasuk pembinaan struktur pelindung hujan (SPH). RV dan KC sendiri adalah jenis guna tanah yang diambil kira dalam penilaian ini selain kawasan di sekitarnya. Kadar kehilangan tanah di L1 didapati lebih rendah daripada L2 yang mempunyai nilai P yang lebih tinggi. Kadar hakisan rendah di L1 berbanding di

L2 disebabkan lokasi L2 terletak di tempat lebih terbuka.

Berdasarkan parameter RUSLE, faktor erosi hujan (R), erodibiliti tanah (K), litupan tanaman ke atas tanah (C) dan amalan pemuliharaan tanah (P) adalah faktor yang menyebabkan hakisan di kawasan kajian. Walau bagaimanapun, semua parameter RUSLE saling berkaitan dalam menentukan hakisan tanah di plot unit di L1 dan L2.

Pemerhatian di kedua-dua lokasi menunjukkan bahawa hakisan di tanah bercerun masih boleh dikawal dengan menanam tanaman seperti RV dan KC serta mengekalkan tumbuhan semulajadi di sekelilingnya termasuk rumput penutup bumi yang boleh hidup dengan sendiri. Kawasan tidak dibiarkan kosong tanpa sebarang jenis tanaman atau tumbuhan bagi mengawal dan mengelak hakisan atau sekurang-kurangnya seluas 40% kawasan di ladang perlu bertanam [32].

Petani digalakkan untuk menanam RV bukan di antara baris tanaman bagi memudahkan penyenggaraan. KC pula tidak boleh ditanam berhampiran tanaman lain termasuk pokok renek bagi mengelakkan persaingan untuk mendapatkan kelembapan dan nutrien [33]. Kaedah penanaman secara selari membolehkan RV menyekat aliran air, memecahkan halaju air apabila menuruni cerun, memerangkap tanah sekali gus mengurangkan kelodakan. Dalam kajian lain, RV berpotensi sebagai satu teknologi yang ekonomi, kos rendah dan mesra alam dalam penerokaan rawatan badan air yang tercemar seperti sungai dan laluan air [34]. Di samping itu, Rumput Vetiver juga mempunyai nilai komersial dalam industri minyak aromatik, bioremediasi sisa toksik, kawalan anai-anai, barangan kraf, kompos dan ubat herba [35].

KC pula merupakan salah satu tanaman yang menjadi sumber pendapatan penduduk di Cameron Highlands tidak terhad kepada kaum Cina malah kepada kaum lain juga. Selain dijadikan makanan dan dijual kepada masyarakat setempat serta pelancong, KC berfungsi sebagai sungkupan semulajadi dan bahan kompos.

Program pensijilan myGAP merupakan program yang disertai oleh petani secara sukarela. Salah satu faktor pencapaian sasaran permohonan myGAP tidak setinggi negara luar seperti Thailand adalah petani atau pengusaha myGAP terbeban dari segi dokumentasi dan aspek pengurusan ladang terutama pembinaan struktur untuk langkah pemuliharaan tanah [36]. Produk pertanian myGAP pula tiada insentif harga di pasaran. Jabatan Pertanian bertanggungjawab untuk memudahkan dokumentasi dan memastikan tiada bebanan kos pengurusan ladang kepada semua pemohon dan pemilik sijil myGAP. Justeru, hasil kajian ini membuktikan Rumput Vetiver dan Kim Chiam boleh dijadikan sebagai kawalan hakisan tanah yang berkesan dengan kos yang rendah.

4.0 KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, kedua-dua tanaman berpotensi mengurangkan kadar kehilangan tanah di kawasan bercerun secara berkesan. Kadar kehilangan tanah di plot yang ditanam dengan Rumput Vetiver (RV) dan Kim Chiam (KC) di Cameron Highlands (L1) lebih rendah iaitu sebanyak 33% berbanding 67% di Titi Gantong (L2). Hakisan bagi RV di Cameron Highlands adalah terendah iaitu 28.6% dan yang tertinggi adalah KC di Titi Gantong dengan nilai 63.6%. Nilai K bagi kedua-dua kawasan kajian adalah berbeza tetapi berada dalam julat yang kecil. Faktor C bagi RV yang ditanam di lokasi Cameron Highlands menunjukkan litupan yang lebih besar dengan nilai 80% manakala KC adalah 50% di Cameron Highlands dan 30% di Titi Gantong. Walau bagaimanapun, RV didapati lebih efisien sebagai penstabil cerun pada kedua-dua ketinggian sementara KC lebih berkesan di tanah tinggi. RV dan KC boleh digunakan sebagai pengesyoran kawalan hakisan yang mudah dan kos rendah oleh pihak yang berkaitan untuk menggalakkan amalan pertanian yang baik (GAP) di kalangan petani dan menyertai program Amalan Pertanian Baik Malaysia (myGAP).

Memandangkan permintaan sayur dan buah yang memiliki pensijilan myGAP semakin bertambah, kajian seumpama ini amat signifikan dan relevan untuk dilaksanakan di mana hasil kajian digunakan untuk menarik minat petani menyertai myGAP.

Penghargaan

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Jabatan Pertanian Malaysia dan Jabatan Meterologi Malaysia untuk perolehan data sekunder. Penghargaan juga diberi kepada Kompleks Pertanian Cameron Highlands, Kompleks Pertanian Titi Gantong dan Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) untuk bimbingan, perkongsian dan apa jua bentuk sumbangan dalam melaksanakan kajian ini.

Rujukan

- [1] Jabatan Pertanian Malaysia. 2015. *Peta Guna Tanah Semenanjung Malaysia*.
- [2] Jabatan Pertanian Malaysia. 2002. *Peta Tanah Tinjauan Semenanjung Malaysia*.
- [3] Che Ngah, M. S. Y., Mazdi Marzuki, Abdul Jalil Ishak. 2014. *Impak Pembangunan Terhadap Alam Sekitar di Cameron Highlands: Keberkesanan dan Perubahan. Pesidangan Geografi Kebangsaan*. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- [4] Jabatan Pertanian Malaysia. 2018. *Booklet Statistik Tanaman (Sub Sektor Tanaman Makanan)*.
- [5] David J. Midmore, Hans G. P. Jansen and Robert G. Dumsday. 1996. *Soil Erosion and Environmental Impact of Vegetable Production in the Cameron Highlands, Malaysia. Agriculture, Ecosystem & Environment*. 60: 29-46.
- [6] Jabatan Pertanian Malaysia. 2013. *Garis Panduan Pembangunan Pertanian di Tanah Bercerun*.
- [7] Wauters, E., Biolders, C., Poesen, J., Govers, G. & Mathijs, E. 2009. *Adoption of Soil Conservation Practices in Belgium*:

- An Examination of the Theory of Planned Behaviour in the Agri-environmental Domain. *Land Use Policy*. 27: 86-94.
- [8] Moola, M. G. and Mohammad Sayedur Rahman. 2008. Tiller Effects of Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash). *AU Journal of Technology*. 11(3): 191-194.
- [9] Rahardjo, H., A. Satyanagaa, E. C. Leong, V. A. Santoso, Y. S. Ng. 2014. Performance of An Instrumented Slope Covered with Shrubs and Deep-rooted Grass. *Soils and Foundations*. 54(3): 417-425.
- [10] Rendana, M., Sahibin Abdul Rahim, Wan Mohd Razi Idris, Tukimat Lihan & Zulfahmi Ali Rahman. 2017. Soil Erosion Assessment in Tasik Chini Catchment Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Sains Malaysiana*. 46(4): 529-535.
- [11] Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. Washington: US Department of Agriculture.
- [12] Taha, F. B., & Kaniraj, S. R. 2010. Study of Soil Erosion at a Site near Chemical Engineering Laboratory in UNIMAS. *Unimas e-journal of Civil Engineering*. 4(2): 1-6.
- [13] Ashiagbor, G., Forkuo, E. K., Laari, P., & Aabeyir, R. 2013. Modeling Soil Erosion Using RUSLE and GIS Tools. *International Journal of Remote Sensing & Geoscience (IJRSG)*. 2(4): 7-17.
- [14] Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar. 2010. *Guideline for Erosion and Sediment Control in Malaysia*. Kuala Lumpur: Jabatan Pengairan dan Saliran.
- [15] Awal, M. A., W. I. Wan Ishak and S. M. Bockari-Gevao. 2010. Determination of Leaf Area Index for Oil Palm Plantation Using Hemispherical Photography Technique. *Pertanika Journal Science & Technology*. 18(1): 23-32.
- [16] Sahat, S., Z. Yusop, M. Askari & A. D. Ziegler. 2016. Estimation of Soil Erosion Rates in Oil Palm Plantation with Different Land Cover. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 136: Conference 1.
- [17] Troeh, F. R., J. A. Hobbs & R. L. Donahue. 1999. *Soil and Water Conservation: Productivity and Environmental Protection*. Third Edition. Prentice Hall Inc., New Jersey. 610.
- [18] Jaafar, M., Yusof, A. H. & Yahaya, A. 2011. Analisis Tahap Kerosakan Tanah dengan Menggunakan Skala ROM: Kajian di Kampus Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi. *Geografia Malaysian Journal of Society and Space* 7(3): 45-55.
- [19] Toriman, M. E., Karim, O. A., Mokhtar, M., Gazim, M. B. & Abdullah, M. P. 2010. Use of InfoWork RS in Modeling the Impact of Urbanisation on Sediment Yield in Cameron Highlands Malaysia. *Nat Sci*. 201(8).
- [20] Ahmad Shukri Yahaya, Fauziah Ahmad, Zul Azmi Mohtar & Syaran Suri. 2015. Determination of Rainfall Erosivity in Penang. *Japanese Geotechnical Society Special Publication*. 2(31): 1132-1136.
- [21] Zheng, W., Wen, M., Zhao, Z., Liu, J., Wang, Z., Zhai, B., et al. 2017. Black Plastic Mulch Combined with Summer Cover Crop Increases the Yield and Water Use Efficiency of Apple Tree on the Rainfed Loess Plateau. *PLoS ONE*. 12(9): e0185705. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185705>.
- [22] Natural Resources Conservation Services (NRCS). 2002. *Technical guide to RUSLE use in Michigan*. United States Department of Agriculture (USDA).
- [23] Mustafa Kamal Baharuddin. 1984. *Soil Erosion: Aggregate Stability and Relative Erodibility of Fifteen Georgia Soils*. Malaysia: University of Agriculture.
- [24] Natural Resources Conservation Services (NRCS). 2002. *Technical Guide to RUSLE Use in Michigan*. United States Department of Agriculture (USDA).
- [25] Kwi, S. N., Haridas, G., Seng, Y. C., & Hua, T. P. 1980. *Soil erosion and conservation in Peninsular Malaysia*. Kuala Lumpur: Rubber Research Institute of Malaysia.
- [26] Zulfahmi Ali Rahman, Sahibin Abd Rahim, Jasni Yaakob & Wan Muhd Razi Idris. 2007. Preliminary Survey on Potential Slope Instability and Soil Physico-chemical Characteristic in Cameron Highlands, Pahang. *Sains Malaysiana*. 36(2): 105-116.
- [27] Panagos, P., Pasquale Borrelli & Katrin Meusburger. 2015. A New European Slope Length and Steepness Factor (LS-Factor) for Modeling Soil Erosion by Water. *Geosciences*. 5: 117-126.
- [28] Noorasyikin, M & Mohamed, Zainab. 2016. A Tensile Strength of Bermuda Grass and Vetiver Grass in Terms of Root Reinforcement Ability Toward Soil Slope Stabilization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 136. 012029. [10.1088/1757-899X/136/1/012029](https://doi.org/10.1088/1757-899X/136/1/012029).
- [29] Sujaul, I. M., Barzani, M.G., Sahibin, A. R. & Toriman, M. E. 2010. Soil Loss Assessment in the Tasik Chini Catchment, Pahang, Malaysia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*. 56: 1-7.
- [30] Edward, P. Claus. 1954. A Study of the Root System of *Hemerocallis Fulva* L; I. Morphology and Histology. *Journal of the American Pharmaceutical Association (Scientific ed.)*. 43(3): 188-191.
- [31] Grant-Downton, R. T., Terhem, R. B., Kapralov, M. V., Mehdi, S., Rodriguez-Enriquez, M. J., et al. 2014. A Novel Botrytis Species is Associated with a Newly Emergent Foliar Disease in Cultivated *Hemerocallis*. *PLoS ONE*. 9(6): e89272. [doi:10.1371/journal.pone.0089272](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089272).
- [32] Durán Zuazo, V. H. and Rodríguez Pleguezuelo, C. R. 2008. Soil-erosion and Runoff Prevention by Plant Covers. A Review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA. 28(1): 65-86. <hal-00886458>. <https://doi.org/10.1051/agro:2007062>.
- [33] Grant-Downton, R. T., Terhem, R. B., Kapralov, M. V., Mehdi, S., Rodriguez-Enriquez, M. J., et al. 2014. A Novel Botrytis Species is Associated with a Newly Emergent Foliar Disease in Cultivated *Hemerocallis*. *PLoS ONE*. 9(6): e89272. [doi:10.1371/journal.pone.0089272](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089272).
- [34] Ashton, Lim Suelee, Sharifah Nur Munirah Syed Hasan, Faradiella Mohd Kusin, Ferdaus Mohamat Yusuff & Zelina Zaiton Ibrahim. 2017. Phytoremediation Potential of Vetiver Grass (*Vetiveria Zizanioides*) for Treatment of Metal-contaminated Water. *Water Air Soil Pollution*. 228: 158. <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3349-x>.
- [35] Ewetola Esther Abosede, Samuel Adelani Babarinde, Tolulope Omirin, David Olufemi Ojewole. 2017. Farmers' Perception of the Usefulness of Vetiver Grass for Termite Control on Ogbomoso Agricultural Zone Farmlands, Southwestern Nigeria. *Journal of King Saud University-Science*. 30(2): 214-222. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.01.002>.
- [36] Jabatan Pertanian Malaysia. 2017. *Kajian Persepsi Pengusaha Terhadap Pensijilan myGAP*.