



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

POTENSI PENGGUNAAN TUMBUHAN HUTAN SEMULA JADI TEMPATAN
UNTUK KAWALAN HAKISAN CERUN

NIK MOHD FARHAN BIN NIK DAUD



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK MEMPEROLEH
IJAZAH DOKTOR FALSAFAH (GEOGRAFI)

FAKULTI SAINS KEMANUSIAAN
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2018



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi



ABSTRAK

Kajian ini bertujuan menganalisis potensi penggunaan tumbuhan hutan semula jadi tempatan untuk kawalan hakisan cerun. Spesies tumbuhan hutan semula jadi tempatan dilihat mampu untuk mengawal hakisan tanah dan mengukuhkan cerun. Kajian ini menggunakan spesies *Syzygium papilose* (Kelat Paya), *Ploiarium alternifolium melchior* (Cicada) dan *Cratoxylon arborescens* (Geronggang) di plot hakisan bagi tujuan melihat kemampuan tumbuhan hutan semula jadi dalam mengawal hakisan dan mengukuhkan cerun. Tempoh pengujian dijalankan daripada Januari 2015 sehingga Mac 2016 dengan jumlah jatuhan hujan sebanyak sebanyak 2685mm. Analisis deskriptif dan regresi digunakan bagi melihat dan menilai potensi spesies. Dapatan kajian menunjukkan spesies Kelat Paya berjaya mengurangkan air larian permukaan (33.77%) dan sedimen (63.97%) tertinggi bagi plot pengujian yang mempunyai rawatan tanah. Tumbuhan Kelat Paya juga mencatatkan pengurangan tertinggi bagi air larian permukaan (31.49%) dan sedimen (62.3%) di plot pengujian yang tiada rawatan tanah. Spesies Kelat Paya turut mencatatkan peratus pengurangan sedimen (48.9%) tertinggi di plot pengujian 70 peratus berbatu. Manakala spesies tumbuhan Cicada mencatatkan pengurangan tertinggi bagi air larian permukaan (24.04%) bagi plot pengujian 70 peratus berbatu. Dapatan kajian juga menunjukkan bahawa spesies yang diuji berjaya mengurangkan jumlah air larian permukaan daripada 23.3% sehingga 33.77%. Ketiga-tiga spesies ini mampu mengurangkan kadar penghasilan sedimen daripada 44.4% sehingga 63.97%. Anggaran kadar kehilangan tanah bagi kawasan kajian adalah sebanyak 453.49 tan per hektar per tahun. Status skala kebolehruntuhan cerun (ROM) berada pada tahap kritikal, disebabkan oleh tekstur tanah adalah jenis berpasir. Kesimpulannya, spesies pokok Kelat Paya adalah yang paling efektif dalam mengurangkan hakisan tanah dan seterusnya mengukuhkan integriti cerun. Walau bagaimanapun, kajian lain boleh dikembangkan dengan cara menggunakan tumbuhan hutan semula jadi lain yang berkemungkinan boleh digunakan di Malaysia, terutama di kawasan yang menerima hujan yang tinggi bagi tujuan pengawalan hakisan di kawasan bercerun.





THE POTENTIAL USAGE OF LOCAL PLANTS SPECIES FOR CONTROLLING SLOPE EROSION

ABSTRACT

This study aims to analyze the potentials of native plants in slope erosion control. Many native plants are seen capable of controlling soil erosion and strengthening slope stability. Studies using *Syzygium papilose* (Kelat Paya), *Ploiarium alternifolium melchior* (Cicada) and *Cratoxylon arborescens* (Geronggang) in soil erosion plots to observe the capability of native plants species in controlling erosion and strengthening slopes. The test period was from January 2015 to March 2016 and the rainfall recorded in that period was 2685.1mm. Descriptive and regression analyses were used to evaluate and observe the potentials of these species. The study found that Kelat Paya capable of reducing surface water runoff by 33.77% and sediment transport by 63.97%, it was the highest for a test plot with soil treatment. The Kelat Paya also exhibited the highest reductions in surface water runoff (31.49%) and sediment (62.3%) in the test plot without soil treatment. This species also recorded reduction in transported sediment (48.9%) at 70 percent of rock test plot. While Cicada plant recorded the highest reduction in surface water runoff (24.04%) for 70 percent of rock test plots. The study also showed that other species were also successfully tested in reducing the amount of surface water runoff from 23.3% to 33.77%. All this three plants also reduced the sediment yield, from 44.4% to 63.97%. Based on the average soil loss from the erosion plots estimated by using the USLE was 453.49 tonnes per hectare per year. The status of slopes-slides level (ROM) is considered critical due its sandy texture of the soil. The conclusion conclude that, Kelat Paya is the most effective native plant assisted in reducing the soil erosion rate and thus strengthening the slope integrity. However, other research could be extended by using other native plants and possible to be used in Malaysia, especially in areas with high rainfall for erosion control on steep slopes.



**ISI KANDUNGAN****Muka Surat**

PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	xiv
SENARAI RAJAH	xvii
SENARAI FOTO	xx
SENARAI SINGKATAN	xxii

**SENARAI LAMPIRAN****BAB 1 PENDAHULUAN**

1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar Belakang Kajian	3
1.3	Permasalahan Kajian	12
1.4	Persoalan Kajian	15
1.5	Objektif Kajian	15
1.6	Skop Kajian	16
1.7	Kepentingan Kajian	17
1.8	Kerangka Konseptual	19
1.9	Organisasi Penulisan	21
1.10	Kesimpulan	22



**BAB 2 KAJIAN LITERATUR**

2.1	Pengenalan	23
2.2	Pendekatan Bio-Kejuruteraan Dalam Kestabilan Cerun	24
2.2.1	Pendekatan Spesies Rumput Dalam Biokejuruteraan	26
2.2.2	Pendekatan Spesies Pokok Dalam Biokejuruteraan	30
2.2.3	Pendekatan Gabungan Kejuruteraan Cerun dan Spesies Tumbuhan	38
2.3	Kaedah Konvensional Pengawalan Cerun	40
2.3.1	Kerja-kerja Perlindungan Cerun	42
i.	Kaedah Tanaman Litup Bumi	43
ii.	Kaedah <i>Pitching</i>	46
iii.	Kaedah Penyemburan Mortar dan Konkrit	47
iv.	Kaedah Penghadang Konkrit	49
2.3.2	Kaedah Perparitan dan Saliran	50
i.	Sistem Kawalan Perparitan di Permukaan Cerun	51
ii.	Sistem Saliran Sub Permukaan	54
2.3.3	Kaedah Pembinaan Tembok Penahan	55
i.	Tembok Penahan Graviti	56
ii.	Tembok Penahan Julur	58
iii.	Tembok Cerucuk Keping	59
iv.	Tembok Gabion	59
v.	Sistem Saliran Bagi Kaedah Tembok Penahan	60
2.4	Klasifikasi Keupayaan Tanah	62





2.5	Bentuk Kegagalan Cerun	63
2.5.1	Gelinciran Putaran	67
2.5.2	Gelinciran Peralihan	68
2.5.3	Gelinciran Majmuk	69
2.6	Faktor Yang Mempengaruhi Kegagalan Cerun	70
2.6.1	Faktor Iklim	74
2.6.2	Faktor Lokasi, Panjang dan Kecerunan Cerun	84
2.6.3	Faktor Jenis Tanah	88
2.6.4	Faktor Tumbuhan Tutup Bumi	92
2.6.5	Faktor Hakisan	95
2.7	Kesan Yang Berlaku daripada Kegagalan Cerun	100
2.7.1	Kesuburan Tanah	101
2.7.2	Keupayaan Memegang Lembapan	102
2.7.3	Peningkatan Sedimen	103
2.8	Universal Soil Loss Equation (USLE)	105
2.8.1	Faktor Hujan (R)	106
2.8.2	Faktor Keterhakisan Tanah (K)	108
2.8.3	Panjang Cerun (L) dan Gradien Cerun (S)	111
2.8.4	Faktor Pengurusan-Penanaman (C)	114
2.8.5	Faktor Amalan Kawalan Hakisan (P)	115
2.9	Hutan Hujan Tropika dan Kepelbagaian Spesies Tumbuhan	121
2.10	Kesimpulan	128



**BAB 3 KAWASAN DAN METODOLOGI KAJIAN**

3.1	Pengenalan	130
3.2	Kawasan Kajian	131
3.3	Ciri-Ciri Fizikal Cerun di Persekitaran Kawasan Kajian	134
3.4	Kaedah Kajian	136
3.5	Kaedah Kajian Sebelum Proses Pengujian Spesies Pokok Dijalankan	139
3.5.1	Kaedah Pemilihan Lokasi Kajian	139
3.5.2	Kaedah Pemilihan Cerun	140
3.5.3	Kaedah Pemilihan Saiz Plot	140
3.5.4	Kaedah Membina Plot Kajian	142
3.5.5	Kaedah Pemilihan Spesies Pokok	144
3.5.6	Kaedah Rawatan Pokok	149
3.5.7	Kaedah Rawatan Tanah	150
3.6	Kaedah Kajian Semasa Proses Pengujian Spesies Pokok Dijalankan	151
3.6.1	Kaedah Penanaman Spesies Pokok	152
3.6.2	Kaedah Pengukuran Air Larian Permukaan Bagi Plot Kajian	156
3.6.3	Persampelan Air Dari Tong Sedimen	157
3.6.4	Kaedah Pengukuran Berat Sedimen	158
3.6.5	Kaedah Analisis Jenis Tanah	160
3.6.6	Kaedah Pengujian Spesies Pokok	162
3.6.7	Persampelan Spesies Pokok di Plot Pengujian Spesies	163
3.6.8	Kaedah Pengukuran pH dan Kelembapan Tanah	166





3.7	Kaedah Kajian Selepas Proses Pengujian Spesies Pokok Dijalankan	167
3.7.1	Kaedah Analisis Data Hujan	167
3.7.2	Kaedah Pengukuran Hakisan Tanah (Sedimen)	168
3.7.3	Pengukuran Kestabilan Cerun Melalui Skala ROM	171
3.7.4	Kaedah Penentuan Kadar Air Larian Permukaan dan Darjah Kecerunan Cerun Melalui Rumus	173
3.7.5	Kaedah Penentuan Kadar Kehilangan Tanah dan Darjah Kecerunan Cerun Melalui Rumus	174
3.7.6	Kaedah Pemilihan Spesies Pokok Terbaik Dalam Pengawalan Hakisan Cerun	175
3.8	Kesimpulan	177



BAB 4 PENGARUH PERSEKITARAN FIZIKAL TERHADAP KESTABILAN CERUN

4.1	Pengenalan	178
4.2	Intensiti Hujan dan Tindakan Hakisan Cerun Serta Permukaan	179
4.2.1	Intensiti Hujan	180
4.2.2	Hakisan Permukaan Cerun dan Permukaan Tanah	183
4.2.3	Pengaruh Intensiti Hujan Terhadap Hakisan Cerun dan Permukaan	187
4.2.4	Komposisi Tanah di Setiap Plot Berdasarkan Ujian Ayakkan	192
4.2.5	Analisis Tahap Kebolehruntuhan Cerun Berdasarkan Skala ROM	195
4.2.6	Pengukuran pH dan Kelembapan Tanah	199





4.2.7	Anggaran Kehilangan Tanah Melalui Rumus USLE	201
4.2.7.1	Ujian Makmal Bagi Menentukan Bahan Organik (OM) Dalam Tanah	201
4.2.7.2	Penentuan Faktor K Dalam Rumus USLE	207
4.2.7.3	Penentuan Faktor LS Dalam Rumus USLE	210
4.2.7.4	Kehilangan Tanah Berdasarkan Rumus USLE	213
4.3	Keberkesanan Langkah Kejuruteraan Konvensional Dalam Pengawalan Hakisan	217
5.3.1	Plot Kawalan dan Plot Hakisan	218
4.4	Kesimpulan	221

BAB 5 KEUPAYAAN DAN POTENSI SPESIES POKOK DALAM MENGUKUHKAN CERUN



5.1	Pengenalan	222
5.2	Pemilihan Spesies Tumbuhan Tutup Bumi	223
5.2.1	Komposisi Flora	225
5.2.2	Kategori Taburan Flora di Jajaran Hijau Kampus Sultan Azlan Shah	232
5.2.3	Indeks Nilai Kepentingan dan Kedominanan	236
5.2.3.1	Famili	237
5.2.3.2	Genus	239
5.2.3.3	Spesies	242
5.2.4	Pemilihan Spesies	247
5.2.4.1	<i>Syzygium papilose</i> (Kelat Paya)	247
5.2.4.2	<i>Ploiarium alternifolium</i> Melchior (Cicada)	249



5.2.4.3	<i>Cratoxylon Arborescens</i> (Geronggang)	251
5.3	Pengawalan Hakisan Cerun Oleh Spesies <i>Syzygium papilose</i> (Kelat Paya), <i>Ploiarium alternifolium melchior</i> (Cicada) dan <i>Cratoxylon arborescens</i> (Geronggang)	252
5.3.1	Kadar Pertumbuhan Spesies	253
5.3.2	Perbandingan Kecekapan Antara Spesies	258
5.3.2.1	Kecekapan Spesies Bagi Plot yang Mempunyai Rawatan Tanah Terhadap Air Larian Permukaan dan Kadar Sedimen	258
5.3.2.2	Kecekapan Spesies bagi Plot yang Tiada Rawatan Tanah Terhadap Air Larian Permukaan dan Kadar Sedimen	263
5.3.2.3	Kecekapan Spesies bagi Plot 70 Peratus Berbatu Tanah Terhadap Air Larian Permukaan dan Kadar Sedimen	270
5.3.4	Keberkesanan Tumbuhan Tutup Bumi Terhadap Air Larian Permukaan	276
5.4	Cadangan Pemilihan Spesies Dalam Pengawalan Cerun di Kawasan Yang Berisiko	279
5.5	Kesimpulan	283

BAB 6 RUMUSAN KAJIAN DAN PENUTUP

6.1	Pengenalan	284
6.2	Rumusan Kajian	285
6.3	Sumbangan Kepada Korpos Ilmu dan Polisi	289
6.4	Cadangan Kajian Lanjutan	290
6.5	Kesimpulan	291



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi
xiii

RUJUKAN

292

LAMPIRAN



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Muka Surat
1.1	Kejadian Tanah Runtuh di Malaysia	8
2.1	Pengaruh Tumbuhan Dalam Menggalakkan Kestabilan Cerun (S) atau Ketidakstabilan Cerun (I)	37
2.2	Pengelasan Bentuk Kegagalan Cerun	64
2.3	Intensiti Jatuhan Hujan	76
2.4	Kejadian Kegagalan Cerun di Malaysia Dari Disember 2008 Sehingga Ogos 2011	101
2.5	Nilai Pekali m Berdasarkan Peratus Kecerunan Cerun	113
2.6	Klasifikasi Jenis Guna Tanah yang Digunakan Untuk Menentukan Nilai C Dalam Kawasan Kajian	115
2.7	Klasifikasi Jenis Guna Tanah yang Digunakan Untuk Menentukan Nilai P	116
2.8	Kadar Kehilangan Tanah Mengikut Klasifikasi	119
2.9	Keluasan Hutan Mengikut Zon Ekologi	122
2.10	Keluasan Tanah yang Berhutan di Malaysia (Juta hektar)	123
3.1	Jenis Plot dan Saiz Plot	142
3.2	Kriteria Pemilihan Spesies Pokok	148
3.3	Jumlah Plot Mengikut Spesies, Bilangan Plot Kawalan dan Plot Hakisan	163
3.4	Label Spesies Pokok, Label Plot Ulangan, Nombor Plot dan Bilangan Pokok bagi Setiap Plot	165
3.5	Kedudukan Spesies Pokok Mengikut Plot Kajian	165
3.6	Kategori Tahap Kebolehruntuhan Cerun Berdasarkan Skala ROM	172
3.7	Saiz Ayak Untuk Analisis Sampel Tanah	173





4.1	Kecerunan Cerun Mengikut Plot Kajian	185
4.2	Kadar Air Larian Permukaan Mengikut Plot Kajian Berdasarkan Kepada Rumus	188
4.3	Kadar Kehilangan Tanah Mengikut Plot Berdasarkan Kepada Rumus	190
4.4	Jenis Tekstur Tanah di Cerun KSAS	194
4.5	Status Tahap Kebolehruntuhan Cerun di KSAS	197
4.6	pH dan Kelembapan Tanah Mengikut Plot	199
4.7	Peratusan Bahan Organik Mengikut Plot Kajian	204
4.8	Skema Pengelasan Peratusan Kandungan Bahan Organik	205
4.9	Pengelasan Peratusan Bahan Organik Mengikut Plot Kajian	207
4.10	Parameter Struktur Tanah	209
4.11	Parameter Kebolehterlapan Tanah	209
4.12	Nilai Faktor Kebolehhakisan Tanah Mengikut Plot Kajian	209
4.13	Potensi Kadar Hakisan Tanah Mengikut Kelas Cerun	211
4.14	Kecerunan, Peratus Kecerunan dan Faktor LS Mengikut Plot Kajian	212
4.15	Anggaran Kadar Kehilangan Tanah Mengikut Plot Berdasarkan Rumus USLE	214
4.16	Jumlah Kehilangan Tanah dan Klasifikasi Kehilangan Tanah	216
4.17	Jumlah Sedimen Mengikut Plot Kajian Berdasarkan Cerapan Selama 15 Bulan	219
4.18	Jumlah Air Larian Permukaan Bagi Plot Kawalan Dan Plot Hakisan Berdasarkan Kepada 15 Bulan Cerapan	219
5.1	Keluasan bagi Plot Kajian	226
5.2	Bilangan Genus, Spesies dan Individu bagi Setiap Famili Dalam 15 Subplot KSAS	227
5.3	Senarai Famili Spesies, Bilangan Individu dan Peratusan Bilangan Individu di Dalam Plot 0.45 Hektar	228





5.4	Senarai Famili, Bilangan Genus dan Peratus Genus di Dalam Plot 0.45 Hektar	229
5.5	Senarai Famili, Bilangan Spesies dan Peratus Spesies Pokok di Dalam Plot 0.45 Hektar	230
5.6	Kategori Taburan Flora Mengikut Kelas Bilangan Individu dan Peratusan Mengikut Kategori	233
5.7	Kategori Taburan Flora Mengikut Kelas Bilangan Genus dan Peratusan Mengikut Kategori	234
5.8	Kategori Taburan Flora Mengikut Kelas Bilangan Spesies dan Peratusan Mengikut Kategori	235
5.9	Indeks Nilai Kepentingan (IVI) bagi Setiap Famili Yang Direkodkan	238
5.10	Indeks Nilai Kepentingan (IVI) bagi Setiap Genus Yang Direkodkan	240
5.11	Indeks Nilai Kepentingan (IVI) bagi Setiap Spesies Yang Direkodkan	243
5.12	Kanopi, Ketinggian dan Panjang Akar bagi Pokok Kelat Paya	254
5.13	Kanopi, Ketinggian dan Panjang Akar bagi Pokok Cicada	256
5.14	Kanopi, Ketinggian dan Panjang Akar bagi Pokok Geronggang	257
5.15	Air Larian Permukaan dan Kadar Sedimen bagi Setiap Spesies Mengikut Aspek Pengujian	277
5.16	Peratus Pengurangan Air Larian Permukaan dan Kadar Sedimen Mengikut Spesies	278
5.17	Kriteria Pengukuran Mengikut Spesies bagi Cadangan Pemilihan Spesies yang Memerlukan Rawatan Tanah	280
5.18	Kriteria Pengukuran Mengikut Spesies bagi Cadangan Pemilihan Spesies yang Tidak Memerlukan Rawatan Tanah	280
5.19	Kriteria Pengukuran Mengikut Spesies dan Cadangan Pemilihan Spesies bagi Kawasan 70 Peratus Berbatu	281
5.20	Ratio bagi Spesies Pokok Mengikut Jenis Pengujian	282



**SENARAI RAJAH**

No. Rajah		Muka Surat
1.1	Kerangka Konseptual	20
2.1	Kaedah Penyenggaraan dan Penstabilan Cerun	42
2.2	Bentuk Kegagalan Cerun	65
2.3	Bentuk-Bentuk Kegagalan Cerun	66
2.4	Gambaran Bentuk Kegagalan Gelinciran Putaran	67
2.5	Gambaran Kegagalan Gelinciran Peralihan	69
2.6	Kegagalan Gelinciran Majmuk	70
2.7	Anggaran Purata Tahunan Nilai Kebolehakisan di Semenanjung Malaysia	78
2.8	Jumlah Jatuhan Hujan Tahunan bagi Sabah dan Sarawak	79
2.9	Jumlah Jatuhan Hujan Tahunan bagi Semenanjung Malaysia	80
2.10	Struktur Tanah Mengikut US Department of Agriculture (USDA)	91
2.11	Jenis Faktor Penyebab Hakisan Tanah di Seluruh Wilayah Dunia	94
2.12	Nomograf bagi Faktor Kerentanan Tanah (K)	111
3.1	Lokasi Kawasan Kajian di dalam KSAS, UPSI	131
3.2	Jajaran Hijau atau Kawasan Tumbuhan Semula Jadi dalam KSAS	132
3.3	Ciri-Ciri Fizikal Cerun di Persekitaran Kawasan Kajian	134
3.4	Kerangka Kaedah Kajian	137
3.5	Kerangka Kaedah bagi Mencapai Setiap Objektif Kajian	138
3.6	Lakaran Plot Kajian dan Jarak Tanaman Antara Setiap Pokok	141





3.7	Kaedah Pembinaan Plot Kajian	143
3.8	Lokasi Pencerapan Data Dengan Menggunakan Kaedah “Rapid Ecological Assessment”	145
3.9	Proses Sebelum Penanaman Pokok	152
3.10	Kedalaman Lubang Anak Benih, Corak Lubang dan Jarak Antara Lubang	154
3.11	Kaedah Penanaman Spesies Pokok di Cerun	155
3.12	Proses Pengukuran Sedimen di Plot Kajian	160
3.13	Kerangka Pemilihan Spesies Pokok dalam Mengawal Hakisan Cerun	176
4.1	Jumlah Jatuhan Hujan Mengikut Bulan bagi Tahun 2014	181
Rajah 4.2	Jumlah Jatuhan Hujan Mengikut Bulan bagi Tahun 2015 dan Jan, Feb dan Mac 2016	182
4.3	Pengaruh di Antara Darjah Kecerunan dengan Kadar Kehilangan Tanah Berdasarkan Kepada Rumus	186
4.4	Pengaruh di Antara Darjah Kecerunan dengan Kadar Air Larian Permukaan Berdasarkan Kepada Rumus	189
4.5	Pengaruh di Antara Air Larian Permukaan Dengan Kadar Kehilangan Tanah Berdasarkan Kepada Rumus	191
4.6	Peratusan Saiz Partikel Tanah Berdasarkan Ujian Ayakan	192
4.7	Nomograf bagi Faktor Kerentanan Tanah (K)	208
5.1	Peratus Pengurangan Air Larian Permukaan Bagi Plot yang Mempunyai Rawatan Tanah Mengikut Spesies Berdasarkan Tempoh Pengujian	259
5.2.	Peratus Pengurangan Air Larian Permukaan Mengikut Spesies bagi Plot yang Mempunyai Rawatan Tanah	259
5.3.	Pengaruh Pengurangan Air Larian Permukaan dengan Tempoh Pengujian bagi Plot Yang Mempunyai Rawatan Tanah Untuk Setiap Spesies	260
5.4.	Peratus Pengurangan Sedimen bagi Plot yang Mempunyai Rawatan Tanah Mengikut Spesies Berdasarkan Tempoh Pengujian	261





5.5.	Peratus Pengurangan Sedimen Mengikut Spesies bagi Plot yang Mempunyai Rawatan Tanah	262
5.6.	Pengaruh Pengurangan Sedimen dengan Tempoh Pengujian Spesies bagi Plot yang Mempunyai Tanah Untuk Setiap Spesies	262
5.7	Peratus Pengurangan Air Larian Permukaan bagi Plot yang Tiada Rawatan Tanah Mengikut Spesies bagi Tempoh 12 Bulan Pengujian	264
5.8.	Peratus Pengurangan Air Larian Permukaan Mengikut Spesies bagi Plot yang Tiada Rawatan Tanah	265
5.9.	Pengaruh Pengurangan Air Larian Permukaan dengan Tempoh Pengujian Spesies bagi Plot yang Tiada Rawatan Tanah Untuk Setiap Spesies	266
5.10.	Peratus Pengurangan Sedimen bagi Plot yang Tiada Rawatan Tanah Mengikut Spesies bagi Tempoh 12 Bulan Pengujian	267
5.11.	Peratus Pengurangan Sedimen Mengikut Spesies bagi Plot yang Tiada Rawatan Tanah	268
5.12.	Pengaruh Pengurangan Sedimen dengan Tempoh Pengujian Spesies bagi Plot yang Tiada Rawatan Tanah Untuk Setiap Spesies	269
5.13.	Peratus Pengurangan Air Larian Permukaan bagi Plot 70 Peratus Berbatu Mengikut Spesies bagi Tempoh 12 Bulan Pengujian	270
5.14.	Peratus Pengurangan Air Larian Permukaan Mengikut Spesies bagi Plot 70 Peratus Berbatu	271
5.15.	Pengaruh Pengurangan Air Larian Permukaan dengan Tempoh Pengujian Spesies bagi Plot 70 Peratus Berbatu Untuk Setiap Spesies	272
5.16	Peratus Pengurangan Sedimen bagi Plot 70 Peratus Berbatu Mengikut Spesies bagi Tempoh 12 Bulan Pengujian	273
5.17	Peratus Pengurangan Sedimen Mengikut Spesies bagi Plot 70 Peratus Berbatu	274
5.18	Pengaruh Pengurangan Sedimen dengan Tempoh Pengujian Spesies bagi Plot 70 Peratus Berbatu Untuk Setiap Spesies	275





SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
2.1	Teknik gabungan di antara spesies rumput dan tempok penahan gabion	39
2.2	Teknik jut, longkang di antara berm, longkang bertangga dan cerun	39
2.3	Kaedah tanaman tutup bumi	43
2.4	Kaedah <i>pitching</i> untuk perlindungan cerun	47
2.5	Kaedah penyemburan mortar dan konkrit	48
2.6	Kaedah penghadang konkrit yang digabungkan dengan <i>reinforcement bar</i>	50
2.7	Longkang pada teresan dan sistem longkang utama untuk pengaliran air larian permukaan	53
2.8	Kaedah <i>Geocell</i> yang digabungkan dengan sistem longkang pada bahu jalan	54
2.9	Kaedah <i>weep holes</i> untuk menyalur keluar air liang	55
2.10	Kaedah tembok penahan	56
2.11	Jenis tembok penahan <i>Crib Wall</i>	57
2.12	Tembok gabion	60
3.1	Sistem longkang yang terdapat di cerun kawasan kajian	133
3.2	Antara bentuk cerun yang terdapat di kawasan kajian	133
3.3	Plot hakisan	142
3.4	Rawatan yang diberikan kepada pokok Cicada	150
3.5	Antara bahan yang digunakan untuk proses merawat tanah	151
3.6	Lubang anak benih pokok	154





3.7	Separator yang telah siap dipasang di plot hakisan	156
3.8	pH tester digunakan bagi tujuan pengukuran pH tanah	166
3.9	<i>Soil Moisture Meter</i> digunakan bagi tujuan pengukuran kelembapan tanah	166
4.1	<i>Abney level</i> digunakan untuk pengukuran kecerunan cerun	185
4.2	Lapisan saiz ayak	196
4.3	Proses menentukan bahan organik (OM) dalam tanah	203
5.1	Spesies pokok <i>Syzygium papilose</i> yang ditanam sebagai tumbuhan landskap bahu jalan	248
5.2	Anak benih pokok <i>syzygium papilose</i> yang diuji	248
5.3	Sistem akar jangkang pokok Cicada	249
5.4	Spesies pokok Reriang atau Cicada	250
5.5	Anak benih pokok Geronggang	251





SENARAI SINGKATAN

0	Darjah kecerunan
A	Kadar kehilangan tanah
C	Faktor penanaman dan pengurusan
cm	Centimeter
I_{30}	Jumlah jatuhan hujan dalam masa 30 minit
JAS	Jabatan Alam Sekitar
JPS	Jabatan Pengairan dan Saliran
K	Faktor kebolehakisan tanah
kg	Kilogram
kPa	Kohesi @ Cohesion
KPKT	Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan
KSAS	Kampus Sultan Azlan Shah
m	Meter
m^2	Meter persegi
MBD	Monsun Barat Daya
mm	Milimeter
MTL	Monsun Timur Laut
MUSLE	<i>Modified Universal Soil Loss Equation</i>
NKRA	<i>National Key Result Areas</i>
OM	Bahan Organik (<i>Organic Matter</i>)
P	Faktor amalan kawalan hakisan
P1	Plot 1





P2	Plot 2
P3	Plot 3
P4	Plot 4
P5	Plot 5
P6	Plot 6
P7	Plot 7
P8	Plot 8
P9	Plot 9
PH	Plot Hakisan
pH	Keasidan dan kealkhalian
PK	Plot Kawalan
R	Faktor Hujan
RLD	<i>Root Length Density</i>
RN	Air larian permukaan
ROM	Skala kebolehruntuhan cerun
S	Faktor kecerunan cerun
SCS	<i>Soil Conservation Service</i>
ST	Kecerunan cerun dalam unit darjah
UKM	Universiti Kebangsaan Malaysia
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UPSI	Universiti Pendidikan Sultan Idris
USDA	<i>United State Department Of Agriculture</i>
USLE	<i>Universal Soil Loss Equation</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>





SENARAI LAMPIRAN

- A Jumlah Jatuhan Hujan, Kadar Air Larian Permukaan dan Kadar Kehilangan Tanah Mengikut Plot
- B Perbandingan Kecekapan Spesies Kelat Paya, Cicada dan Geronggang yang Mempunyai Rawatan Tanah dalam Mengurangkan Kadar Air Larian Permukaan
- C Gambar lawatan dan perbincangan Prof Pandi Zdruli (Professor of Soil Science and Natural Resources) ke lapangan kajian
- D Kerja-kerja inventori spesies pokok di plot setiap transek bagi kaedah “*rapid ecological assessment*”
- E Gambar-gambar pengujian spesies pokok
- F Kerja-kerja pengukuhan cerun bersama En. Ahmad Latfi dari ROSC Engineering dan En. Mohd Afendi Hussin dari FRIM.
- G Lawatan daripada penyelidik UKM ke lapangan Kajian





BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Pengenalan

Hutan hujan tropika yang terdapat di Malaysia telah menyimpan kepelbagaian biodiversiti terutama dari sudut kekayaan spesies flora. Spesies flora yang terdiri daripada rumput, dirian tegak, menjalar dan memanjat adalah banyak dijumpai di hutan hujan tropika. Sumber kepelbagaian spesies flora yang terdapat di hutan hujan tropika telah banyak digunakan sebagai spesies tumbuhan kawalan hakisan di cerun. Dalam konsep pembangunan lestari yang menekankan “*green development*” telah menjadi tunjang utama kepada asas pembukaan tanah untuk tujuan pembangunan (KPKT, 2009; Roslan, 2009). Pada hari ini, penukaran guna tanah telah menjadi isu yang boleh mengancam





habitat semula jadi dan manusia terutama pembukaan tanah di kawasan tanah tinggi. Bertepatan dengan konsep pendekatan lembut “*soft approach*” dan pembangunan hijau “*green development*” yang diutarakan, kawasan tanah tinggi yang telah dipotong dan dijadikan ‘berm’ telah banyak digantikan dengan spesies pokok dan rumput yang mampu mengembalikan sifat semula jadi dan mengukuhkan struktur cerun yang dibina di sesuatu kawasan pembangunan. (Roslan, 2009; Walker et al., 2009; Kim, 2011; Lawrence & Aaron, 2013).

Kemerosotan alam sekitar yang disebabkan oleh pembangunan yang dijalankan oleh manusia pada ketika ini telah mengurangkan kualiti daya huni spesies pokok dan manusia secara keseluruhannya (Walker et al., 2009; Brooks et al., 2013; Lawrence & Aaron, 2013). Kemerosotan alam sekitar yang berpunca daripada hakisan tanah di kawasan tanah tinggi telah menyebabkan kawasan lembangan sungai dan kawasan tadahan air semakin terancam dan mengurangkan kapasiti takungannya (Terrence et al., 2001; Wang et al., 2014; Li et al., 2015). Peningkatan hakisan dan sedimen adalah berpunca daripada aktiviti pembalakan dan penerokaan kawasan hutan dan seterusnya telah mengganggu ekosistem semula jadi terutama di kawasan tanah tinggi dan lembangan (Elias & Dias, 2009; Goa et al., 2014). Peningkatan sedimen di lembangan sungai telah memberikan ancaman kepada manusia terutama dari aspek bekalan air (Gregersen et al., 2007; Mohd Ekhwan et al., 2012). Di samping itu juga, peningkatan sedimen di kawasan lembangan sungai mampu memberikan impak kepada alam sekitar dan manusia apabila terjadinya kejadian tanah runtuh dan banjir (Lawrence & Aaron, 2013; Peter et al., 2013).

