



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my

Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

PustakaTBainun



ptbupsi

POTENSI DAN PELUANG STRATEGIK PENDEDAHAN HIPOKSIA
DAN PENDEKATAN KAEDAH LATIHAN ALTERNATIF
PADA ALTITUD SEDERHANA DI MALAYSIA

ASNA BINTI MAHMUD



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

FAKULTI SAINS SUKAN DAN KEJURULATIHAN
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2016



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my

Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

PustakaTBainun



ptbupsi



ABSTRAK

Kajian ini bertujuan mengenal pasti lokasi strategik tempatan yang berpotensi dijadikan pusat latihan altitud sederhana sebagai latihan alternatif kepada atlet-atlet tempatan. Kajian ini juga bertujuan mengenal pasti kesan altitud sederhana ke atas pola perubahan parameter hematologi, daya tahan kardiovaskular dan prestasi fizikal atlet melalui tiga fasa kajian. Fasa I mengenal pasti kesan altitud sederhana ke atas pola perubahan parameter hemoglobin (Hb) dan sel darah merah (SDM). Fasa II mengenal pasti kesan altitud sederhana ke atas penggunaan oksigen maksimum ($\dot{V}O_{2max}$) dan prestasi atlet melalui aplikasi kaedah latihan khusus dan Fasa III melihat perbandingan tahap kecergasan daya tahan kardiovaskular di antara penduduk tempatan yang tinggal di kawasan tinggi dan penduduk tempatan yang tinggal di kawasan rendah. Rekabentuk kajian menggunakan kaedah eksperimental benar yang menggunakan ujian pra-pasca dan ujian-pasca. Sampel kajian melibatkan atlet sukan rekreasi dan penduduk tempatan. Data dianalisis menggunakan ujian ANOVA-sehala dengan pengukuran berulang, ujian-t sampel bersandar dan ujian-t sampel tak bersandar. Hasil kajian Fasa I, menunjukkan min skor ujian profil parameter Hb bagi kumpulan atlet adalah tidak signifikan secara keseluruhan antara ujian pra, ujian hari ke-12 dan ujian hari ke-21 aklimatisasi altitud. Manakala kumpulan bukan atlet didapati signifikan secara keseluruhan antara ketiga-tiga ujian. Walau bagaimanapun, ujian profil parameter SDM bagi kedua-dua kumpulan atlet dan bukan atlet, masing-masing menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan secara keseluruhan. Keputusan kajian Fasa II juga, menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan dari segi peningkatan penggunaan oksigen maksimum ($\dot{V}O_{2max}$) selepas menggunakan kaedah LHTL selama 21 hari, manakala keputusan ujian masa 1500 m dan 800 m di antara kedua-dua kumpulan menunjukkan terdapat sedikit peningkatan dari segi catatan masa. Hasil dapatan kajian Fasa III menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan tahap kecergasan dan daya tahan kardiovaskular penduduk tempatan yang tinggal di kawasan tinggi, dibanding penduduk tempatan yang tinggal di kawasan rendah. Kesimpulannya, lokasi sasaran dalam kajian ini didapati berpotensi tinggi dan boleh memberi manfaat kepada atlet serta sesuai dijadikan sebagai pusat latihan alternatif untuk tujuan pendedahan hipoksia dan proses aklimatisasi altitud.



POTENTIAL AND OPPORTUNITIES FOR STRATEGIC APPROACH TO ALTERNATIVE HYPOXIA EXPOSURE TRAINING AT MODERATE ALTITUDE IN MALAYSIA

ABSTRACT

This study aimed to identify strategic venues as potential locations to be used for moderate-altitude training centre as an alternative training for local athletes. In addition, this study was performed to identify the effect of moderate-altitude on the pattern of change in hematological parameters, cardiovascular endurance and physical performance of athletes through the three phases of the study. Phase I: Identifying the impact of moderate-altitude on hemoglobin (Hb) and red blood cells (RBC). Phase II: Identifying the effects of moderate-altitude on maximum oxygen consumption ($\dot{V}O_{2\max}$) and performance of athletes through a specific training method. Phase III: Comparing the fitness level of cardiovascular endurance among the local residents living at moderate-altitude and local residents living at the lower altitudes. Quantitative analysis using the pure experimental method was used in the study. Subjects involving recreational athletes and local residents were recruited for all the three phases of studies. One-way ANOVA with repeated measures, paired samples t-test and independent samples t-test were used to analyse the respective data. The Phase I study showed a mean score of the test parameters of Hb profile for the athletes group was not significant between the pretest, day 12 and day 21 after altitude acclimatization. However, there was a significant difference between the three tests among the non-athletes group. Similarly, the RBC parameters profile test for both the athletes and non-athletes also showed significant difference. Likewise, significant difference was also found in maximum oxygen consumption ($\dot{V}O_{2\max}$) predicted values, after using LHTL training method for 21 days in phase II. Slightly improved time was seen in the 1500 m and 800 m run time for the test group but no difference in the control group. In Phase III, data analysed showed that the level of cardiovascular fitness endurance among local residents living at moderate-altitude was found significant and much better than the local residents living at lower altitudes. Based on the findings, it was concluded that natural setting of the location in study demonstrated high potential to benefit athletes and can be used as an alternative training ground, for hypoxia exposure and altitude acclimatization.

KANDUNGAN

Muka surat

PENGAKUAN	iii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xvi
SENARAI SINGKATAN	xviii
SENARAI SIMBOL	xx
SENARAI LAMPIRAN	xxi

BAB 1 PENGENALAN

1.1 Latar belakang kajian	1
1.2 Penyataan masalah	7
1.3 Objektif kajian	8
1.4 Persoalan kajian	9
1.5 Hipotesis kajian	13
1.6 Kepentingan kajian	17
1.7 Batasan kajian	19
1.8 Dilimitasi kajian	20
1.9 Limitasi kajian	22
1.10 Tafsiran operasional	23

BAB 2 KAJIAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	32
2.2	Pengenalan Altitud	36
2.3	Penyesuaian di altitud	38
2.4	Definisi konsep latihan altitud	41
2.4.1	Konsep kaedah LHTL (teknik semula jadi)	45
2.4.2	Konsep kaedah LHTL (teknik pencairan nitrogen)	45
2.4.3	Konsep kaedah LHTL (teknik penapisan oksigen)	46
2.4.4	Konsep kaedah LHTL (teknik oksigen tambahan)	47
2.4.5	Konsep kaedah LHTH (teknik semula jadi)	48
2.4.6	Konsep kaedah LLTH - IHE	49
2.4.7	Konsep kaedah LLTH - IHT	50
2.5	Kerangka teoretis kajian	52
2.5.1	Keistimewaan fisiologi atmosfera bumi	53
2.5.2	Aklimatisasi fisiologi altitud	54
2.5.3	Proses aklimatisasi otot	57
2.5.4	Aspek hematologikal	60
2.5.5	Respon otot rangka	66
2.5.6	Faktor genetik	68
2.6	Kajian literatur	71
2.4.1	Rumusan kajian literatur	92

BAB 3 METODOLOGI KAJIAN

3.1	Reka bentuk kajian	94
3.2	Kerangka konseptual kajian	95
3.3	Prosedur kajian	99
3.3.1	Pentadbiran ujian kajian I	101
3.3.2	Ujian hematologi	103
3.3.3	Pentadbiran ujian kajian II	104
3.3.4	Pentadbiran ujian kajian III	108
3.3.5	Ujian PACER	110
3.3.6	Pentadbiran pengukuran praktikal ujian PACER	113
3.3.7	Pengukuran penggunaan oksigen ($\dot{V}O_2$)	116
3.3.8	Ujian masa	118
3.3.9	Ujian antropometri	118
3.3.10	Penilaian Indeks Jisim Tubuh (BMI)	120
3.4	Kajian rintis	123
3.5	Pembolehubah kajian	125
3.5.1	Pembolehubah bersandar	126
3.5.2	Pembolehubah tak bersandar	126
3.5.3	Pembolehubah intervensi	127
3.5.4	Pembolehubah luaran	128
3.6	Instrumen kajian	128
3.7	Kesahan dan kebolehpercayaan instrumen	129
3.8	Populasi dan sampel kajian	131

3.8.1	Populasi kajian	131
3.8.2	Reka bentuk pensampelan	132
3.8.3	Saiz sampel kajian	133
3.8.4	Ciri-ciri subjek kajian	134
3.9	Tatacara pengumpulan data	138
3.9.1	Pengumpulan data primer	138
3.9.2	Pengumpulan maklumat sekunder	141
3.10	Penganalisan data	141
3.10.1	Statistik deskriptif	142
3.10.2	Statistik inferensi	143
3.11	Pengujian hipotesis	144

BAB 4 KEPUTUSAN DAN DAPATAN KAJIAN

4.1	Pengenalan	155
4.2	Analisis data kajian Fasa I	159
4.3	Analisis data kajian Fasa II	198
4.4	Analisis data kajian Fasa III	221
4.5	Keputusan kajian Fasa I	233
4.6	Keputusan kajian Fasa II	238
4.7	Keputusan kajian Fasa III	239
4.8	Rumusan keputusan kajian	241

BAB 5 PERBINCANGAN, KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Pengenalan	243
5.2	Ringkasan kajian	244
5.3	Perbincangan dapatan kajian	251
5.4	Rumusan perbincangan dapatan kajian	264
5.5	Implikasi kajian	266
5.5.1	Implikasi teoretikal	266
5.5.2	Implikasi praktikal	269
5.5.2.1	Implikasi kepada ISN	269
5.5.2.2	Implikasi kepada jurulatih dan atlet	270
5.5.2.3	Implikasi kepada guru sukan di sekolah	272
5.6	Cadangan kajian lanjutan	273
5.6.1	Patuhi dos aklimatisasi altitud	274
5.6.2	Potensi kaedah latihan altitud	275
5.6.3	Pengaruh dan kesan altitud ke atas prestasi fizikal	276
5.6.4	Faktor pemilihan sampel kajian	277
5.6.5	Kos penyelidikan	278
5.6.6	Sokongan moral	278
5.6	Rujukan	279
5.7	Lampiran	295

**SENARAI JADUAL**

Jadual	Muka Surat
3.1 Program latihan acara 800 m dan 1500 m bagi Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan	107
3.2 Bilangan saiz subjek berdasarkan kategori Kump. Kajian I	133
3.3 Bilangan saiz subjek berdasarkan kategori Kump. Kajian II	133
3.4 Bilangan saiz subjek berdasarkan lokasi kajian III	134
3.5 Analisis pengujian hipotesis kajian I, II dan III	148
4.1 Analisis statistik deskriptif ujian profil antropometri kajian I	159
4.2 Analisis statistik deskriptif ujian profil parameter hematologi (Kumpulan Atlet dan Bukan Atlet)	160
4.3 <i>Mauchly's Test of Sphericity</i> ujian profil Hb (Kump.Atlet)	162
4.4 <i>Test of Within-Subjects Effects</i> ujian profil Hb (Kump.Atlet)	162
4.5 Anggaran marginal min profil parameter Hb (Kump. Atlet)	163
4.6 <i>Mauchly's Test of Sphericity</i> ujian profil Hb (Kump.Bkn Atlet)	165
4.7 <i>Test of Within-Subjects Effects</i> ujian profil Hb (Kump.Bkn Atlet)	166
4.8 Anggaran marginal min profil parameter Hb (Kump. Bkn. Atlet)	166
4.9 Ujian perbandingan pasangan profil parameter Hb (Kump. Bkn. Atlet)	167
4.10 <i>Mauchly's Test of Sphericity</i> profil Hb (Kump.Atlet dan Bkn Atlet)	170



05-4506832	pustaka.upsi.edu.my	Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah	PustakaTBainun	ptbupsi
4.11	<i>Test of Within-Subjects Effects</i> profil Hb (Kump.Atlet dan Bkn Atlet)	171		
4.12	Anggaran marginal min profil Hb (Kump.Atlet dan Bkn Atlet)	172		
4.13	Ujian perbandingan pasangan profil Hb (Kump.Atlet dan Bkn Atlet)	173		
4.14	<i>Mauchly's Test of Sphericity</i> profil parameter RBC (Kump.Alet)	179		
4.15	<i>Test of Within-Subjects Effects</i> profil parameter RBC (Kump.Alet)	180		
4.16	Anggaran marginal min profil parameter RBC (Kump. Atlet)	181		
4.17	Ujian perbandingan pasangan profil parameter RBC (Kump.Atlet)	182		
4.18	<i>Mauchly's Test of Sphericity</i> profil parameter RBC (Kump.Bkn Alet)	184		
4.19	<i>Test of Within-Subjects Effects</i> profil parameter RBC (Kump.Bkn Alet)	185		
4.20	Perbandingan anggaran marginal min profil RBC (Kump. Bkn Atlet)	186		
4.21	Ujian perbandingan pasangan profil RBC (Kump.Bkn Atlet)	187		
4.22	<i>Mauchly's Test of Sphericity</i> profil RBC (Kump.Atlet dan Bkn Atlet)	189		
4.23	<i>Test of Within-Subjects Effects</i> profil RBC (Kump.Atlet dan Bkn Atlet)	190		
4.24	Anggaran marginal min profil RBC (Kump.Atlet dan Bkn Atlet)	191		
4.25	Ujian perbandingan pasangan profil RBC (Kump.Atlet dan Bkn Atlet)	192		
4.26	Analisis statistik deskriptif ujian profil antropometri Kajian Fasa II	198		
4.27	Analisis statistik deskriptif pengukuran ($\dot{V}O_2$) (Kump. Rawatan)	199		
4.28	Analisis <i>paired samples statistics</i> $\dot{V}O_{2max}$ (Kump. Rawatan)	199		
4.29	Analisis ujian-t sampel berpasangan $\dot{V}O_{2max}$ (Kump. Rawatan)	200		
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			
4.30	Analisis statistik deskriptif pengukuran $\dot{V}O_{2\max}$ (Kump. Kawalan)	202	
4.31	Analisis <i>paired samples statistics</i> $\dot{V}O_{2\max}$ (Kump. Kawalan)	203	
4.32	Analisis ujian-t sampel berpasangan $\dot{V}O_{2\max}$ (Kump. Kawalan)	204	
4.33	Analisis statistik deskriptif perbandingan pengukuran $\dot{V}O_{2\max}$ antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	205	
4.34	Analisis statistik berpasangan pengukuran $\dot{V}O_{2\max}$ antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	206	
4.35	Analisis perbandingan ujian-t pengukuran $\dot{V}O_{2\max}$ antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	206	
4.36	Analisis <i>paired samples statistics</i> ujian masa 1500 m (Kump. Rawatan)	208	
4.37	Analisis <i>paired samples test</i> ujian masa 1500 m (Kump. Rawatan)	209	
4.38	Analisis <i>paired samples statistics</i> ujian masa 1500 m (Kump. Kawalan)	211	
4.39	Analisis <i>paired samples test</i> ujian masa 1500 m (Kump. Kawalan)	212	
4.40	Analisis statistik deskriptif perbandingan antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	213	
4.41	Analisis statistik berpasangan ujian masa 1500 m antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	213	
4.42	Analisis perbandingan ujian-t untuk ujian masa 1500 m antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	214	
4.43	Analisis <i>paired samples statistics</i> ujian masa 800 m (Kump. Rawatan)	215	

4.44	Analisis <i>paired samples test</i> ujian masa 800 m (Kump. Rawatan)	216
4.45	Analisis statistik deskriptif perbandingan ujian masa 800 m antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	218
4.46	Analisis statistik berpasangan ujian masa 800 m antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	219
4.47	Analisis perbandingan ujian-t untuk ujian masa 800 m antara (Kump. Rawatan dan Kump. Kawalan)	219
4.48	Analisis statistik deskriptif ujian profil antropometri (Kump. PKT)	222
4.49	Analisis statistik deskriptif ujian profil antropometri Kajian Fasa III	223
4.50	Analisis statistik kumpulan lelaki (PKT dan PKR)	224
4.51	Analisis perbandingan ujian-t antara Kump. PKT dan PKR(L)	225
4.52	Analisis statistik kumpulan perempuan (PKT dan PKR)	229
4.53	Analisis perbandingan ujian-t antara Kump PKT dan PKR (P)	230

SENARAI RAJAH

Rajah	Muka Surat
2.1 Modul latihan altitud tradisional dan kontemporari	42
2.2 Proses aklimatisasi fisiologi altitud & manfaat fisiologikal	59
3.1 Konsep modul latihan ' <i>Live High Train Low</i> ' (LHTL)	96
3.2 Kerangka konseptual kajian Fasa I, II dan III	97
3.3 Kerangka konsep & carta aliran pentadbiran ujian kajian I	101
3.4 Kerangka konsep & carta aliran pentadbiran ujian kajian II	104
3.5 Kerangka konsep & carta aliran pentadbiran ujian kajian III	108
3.6 Pentadbiran pengukuran praktikal ujian PACER	113
3.7 Carta aliran dan tatacara pentadbiran kajian rintis	124
3.8 Tatacara pemilihan subjek kajian I & II menggunakan kaedah pensampelan rawak mudah	136
3.9 Tatacara pemilihan subjek kajian III menggunakan kaedah pensampelan rawak mudah	137
4.1 Graf <i>profile plots</i> pola perubahan parameter Hb (Kump.Atllet)	164
4.2 Graf <i>profile plots</i> pola perubahan parameter Hb (Kump.Bkn Atlet)	169
4.3 Graf <i>profile plots</i> (a) dan (b) pola perubahan parameter Hb (Kump. Atlet dan Bkn Atlet)	175

 05-4506832  pustaka.upsi.edu.my  Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah  PustakaTBainun  ptbupsi		
4.4	Graf T-bar perbandingan min dan sisihan piawai profil parameter Hb (Kump. Atlet dan Kump. Bkn Atlet)	177
4.5	Graf <i>profile plots</i> pola perubahan parameter RBC (Kump. Atlet)	183
4.6	Graf <i>profile plots</i> pola perubahan parameter RBC (Kump. Bkn Atlet)	188
4.7	Graf <i>profile plots</i> (a) dan (b) pola perubahan parameter RBC (Kump. Atlet dan Bkn Atlet)	194
4.8	Graf T-bar perbandingan min dan sisihan piawai profil parameter RBC (Kump. Atlet dan Kump. Bkn Atlet)	196
4.9	Graf T-bar perbandingan nilai min dan sisihan piawai pengukuran $\dot{V}O_2\text{max}$ (Kump. Rawatan)	201
4.10	Graf T-bar perbandingan nilai min skor dan sisihan piawai ujian masa 1500 m (Kump. Rawatan)	210
4.11	Graf T-bar perbandingan min skor dan sisihan piawai ujian masa 800 m (Kump. Rawatan)	217
4.12	Graf T-bar perbandingan nilai min skor dan sisihan piawai (PKT dan PKR) penduduk tempatan kawasan tinggi dan rendah (lelaki)	227
4.13	Graf T-bar perbandingan nilai min skor dan sisihan piawai (PKT dan PKR) penduduk tempatan kawasan tinggi dan rendah (perempuan)	231

SENARAI SINGKATAN

Singkatan

Penjelasan Maksud

IPGMKT Institut Pendidikan Guru Malaysia Kampus Tawau

SUKMA Sukan Malaysia

BORGA *Borneo Games*

SAGA *Sabah Games*

MSSM Majlis Sukan Sekolah - Sekolah Malaysia

MSSS Majlis Sukan Sekolah-Sekolah Sabah

MSN Majlis Sukan Negara

ISN Institut Sukan Negara

 05-4506832

 pustaka.upsi.edu.my

 Kementerian Pendidikan Malaysia
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

 PustakaTBainun

 ptbupsi

KPM Jabatan Pendidikan Negeri Sabah

JPNS Kementerian Kesihatan Malaysia

KKM Penduduk tempatan tanah tinggi

PTT Penduduk tempatan tanah rendah

PTR *World Anti-Doping Agency*

WADA *Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run*

PACER *Multistage Fitness Test*

MSFT *Live high train high*

LHTH *Live high train low*

LHTL *Live low train high*

LLTH *Live low train low*

IHE	<i>Intermittent hypoxic exposure</i>
IHT	<i>Intermittent hypoxic training</i>
RSH	<i>Repetition sprint hypoxia</i>
RSN	<i>Repetition sprint normoxia</i>
ACE	<i>Angiotensin converting enzyme</i>
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i>
BMI	<i>Body mass index</i>
HVR	<i>Hypoxic ventilation respons</i>
mRNA	<i>Messenger ribonucleic acid</i>
Hb	<i>Hemoglobin</i>
FBC	<i>Full blood count</i>
RBC	<i>Red blood cell</i>
WBC	<i>White blood cell</i>
Hct	<i>Hematocrit</i>
Plt	<i>Platelet</i>
EPO	<i>Eritropoietin</i>
RAS	<i>Renin Angiotensin system</i>
AMS	<i>Acute Mountain Sickness</i>
HACE	<i>High Altitude Cerebral Edema</i>
HAPE	<i>High Altitude Pulmonary Edema</i>

SENARAI SIMBOL

Simbol	Penjelasan Maksud
$F_{I}O_2$	<i>Fraction of inspired oxygen</i>
PO_2	Tekanan separa oksigen
P_AO_2	Tekanan separa oksigen alveolar dalam paru-paru
P_aO_2	Tekanan separa oksigen dalam darah atrial
(PCO_2)	Tekanan separa karbon dioksida
C_aO_2	Kandungan oksigen dalam darah arteri
(C_vO_2)	Kandungan oksigen dalam vena
$HIF-\alpha$	<i>Hypoxia-inducible factor 1α</i>
$\dot{V}O_2 \text{ max}$	Penggunaan maksimum oksigen
$\dot{V}O_2$	Penggunaan oksigen
(CO_2)	Karbon dioksida
$(\dot{Q})$	Keluaran jantung
O_2	Oksigen
H^+	Ion hidrogen
Fe^{2+}	Ferum
SDM	Sel Darah Merah

**SENARAI LAMPIRAN**

Lampiran		Muka Surat
Lampiran A	Borang perkhidmatan patologi Hospital Ranau	295
Lampiran B	Borang perkhidmatan patologi Hospital Tawau	296
Lampiran C	Borang skor ujian PACER	297
Lampiran D	Borang rekod keputusan ujian PACER dan ujian masa	298
Lampiran E	Surat pemberitahuan ibu bapa/penjaga pemilihan anak sebagai sampel kajian	299
Lampiran F	Surat kebenaran ibu bapa/penjaga	300
Lampiran G	Surat kesediaan menjadi subjek kajian	301
Lampiran H	Surat kebenaran menjalankan kajian (KPM)	302
Lampiran I	Surat kebenaran menjalankan kajian (JPN Sabah)	303
Lampiran J	Surat permohonan kerjasama Jabatan Kesihatan Sabah	304
Lampiran K(i)	Pelan lokasi sasaran kajian	305
Lampiran K(ii)	Pelan laluan lokasi sasaran kajian	306
Lampiran K(iii)	Pelan grafik lokasi sasaran kajian	307





BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar belakang kajian

Hubungan ketinggian dengan manusia mula mendapat perhatian oleh para penyelidik sejak kejayaan Edmund Hillary dan Tenzig Norgay sebagai manusia pertama berjaya menawan gunung everest dengan ketinggian 8848 m dari paras laut melalui bantuan oksigen tambahan pada 29 Mei 1953. Idea seterusnya tercetus oleh beberapa penyelidik, saintis sukan dan jurulatih untuk mengkaji berkaitan kesan altitud ke atas prestasi atlet selepas temasya Sukan Olimpik di Bandar raya Mexico 1968, (altitud ~ 2300 m)(Wilber, 2004). Dalam kejohanan tersebut sebanyak 17 rekod dunia baharu dicipta antaranya Jim Hines adalah atlet pertama mencipta rekod dalam acara 100 m dengan catatan masa 10.0 saat, Bob Beamon melalui acara lompat jauh dengan catatan jarak 8.90 m iaitu lebih 2.5 inci daripada rekod asal. Selain itu, Lee Evans pula mencipta rekod dunia dalam acara 400 m dengan catatan masa 1.0 saat lebih pantas dan rekod tersebut bertahan selama dua puluh tahun (Wilber, 2004). Namun, disebalik 17 rekod baharu dunia yang dicipta, mungkin ramai rakyat Malaysia tidak tahu bahawa salah seorang atlet yang bertanding di Sukan Olimpik Maxico 1968 adalah atlet negara iaitu Datuk Dr. Manikavasagam Jegathesan atau lebih dikenali sebagai M. Jegathesan yang



turut mencipta rekod baharu kebangsaan dan rekod peribadinya dalam acara 200 m dengan catatan masa 20.92 saat dan rekod tersebut kekal bertahan dalam sejarah olahragawan Malaysia sehingga kini (<http://www.arkib.gov.my/web/guest/420>) dan <http://www.adriansprints.com>).

Walaupun faktor kejayaan seseorang atlet bergantung kepada program latihan yang dirancang oleh jurulatih, namun kaedah latihan altitud dan pendedahan hipoksia yang dicadangkan dalam kajian ini, merupakan salah satu kaedah latihan yang boleh dijadikan sebagai alternatif kepada pelbagai kaedah latihan yang sedia ada ketika ini. Regim latihan ini telah digunakan secara meluas sejak lebih empat puluh tahun lalu, dan terbukti satu hingga empat peratus dapat meningkatkan prestasi atlet (Saunders et al., 2010). Secara umumnya latihan altitud adalah regim latihan fizikal yang dijalankan dengan memanipulasi persekitaran hipoksia atau ketinggian, dengan tujuan mendapatkan kesan daripada pendedahan hipoksia melalui aklimatisasi altitud untuk membantu meningkatkan prestasi fisiologi fizikal atlet. Kaedah latihan ini menggunakan dua pendekatan utama iaitu kaedah tradisional (klasik) dan kaedah kontemporari. Pendekatan latihan altitud secara tradisional dilaksanakan dengan cara tinggal atau tidur dan berlatih di altitud dengan paras ketinggian tertentu untuk mendapatkan kesan pendedahan altitud. Manakala pendekatan kontemporari adalah regim latihan altitud yang telah diubahsuai kepada dua kaedah iaitu *Live High Train Low* (LHTL) dan *Live Low Train High* (LLTH). Kedua-dua jenis pendekatan latihan ini digunakan oleh ramai jurulatih sebagai latihan alternatif terutamanya dalam membantu meningkatkan prestasi fizikal atlet mereka dan pendekatan ini masih relevan sehingga kini (McLean et al., 2013; Wilber, 2011; Schmutz et al., 2010; Saunders et al., 2010).



Dalam tempoh beberapa tahun kebelakangan ini banyak protokol latihan altitud yang berbeza dibina dan diubahsuai (Millet et al., 2010; Wilber, 2007). Sebagai contoh modul latihan LHTL yang dicadangkan oleh (Levine dan Gundersen, 2002) di United State telah mendorong kepada pengubahsuaian protokol latihan tersebut antaranya, kaedah tradisional (LHTH, LLTH ~ melalui IHT & IHE) dan kontemporari (LHTL ~ teknik semula jadi, melalui kaedah pencairan gas nitrogen (*nitrogen dilution*), penapisan oksigen (*oxygen filtration*) dan kaedah bantuan bekalan oksigen tambahan (*supplemental oxygen*) (Wilber, 2011). Menggunakan kaedah latihan altitud secara semula jadi dipercayai dapat meningkatkan prestasi atlet sehingga 1.5 peratus, manakala kaedah pencairan nitrogen pula dapat meningkatkan prestasi aerobik ($\dot{V}O_{2max}$) dan dapat meningkatkan kapasiti anaerobik sehingga lima peratus, manakala kaedah penapisan oksigen dan kaedah bekalan oksigen tambahan akan meningkatkan penggunaan ($\dot{V}O_2$) sebanyak 5.2 peratus (Epthorp, 2014).

Apakah hubungan ketinggian dengan fisiologi tubuh manusia yang dikaitkan dengan peningkatan prestasi fizikal seseorang atlet? Apa pula kaitannya dengan kaedah latihan altitud? Secara teorinya, konsep latihan altitud disandarkan kepada kesan daripada tindak balas semula jadi beberapa sistem fisiologi tubuh yang cuba beradaptasi secara semula jadi dengan persekitaran hipoksia yang lebih tertekan. Tekanan barometer yang semakin ‘tipis’ (rendah) ketika berada di altitud menyebabkan molekul oksigen yang diperlukan oleh badan semakin kurang efisien untuk diserap masuk ke dalam sistem peredaran darah sebelum digunakan di sel-sel sasaran. Perubahan fisiologi yang berlaku ialah rembesan hormon eritropoietin (EPO) melalui buah pinggang. Hormon EPO ini pula akan merangsang penghasilan sel darah merah melalui sum-sum tulang yang



seterusnya akan meningkatkan jumlah peratusan hemoglobin (Hb). Peningkatan peratusan hemoglobin ini dipercayai dapat mengimbangi penghantaran molekul oksigen yang diperlukan di sel-sel dan organ sasaran. Perubahan fisiologi lain yang berlaku ialah peningkatan enzim dan lebih banyak oksigen dari sel darah merah digunakan untuk menghasilkan tenaga. Selain daripada itu kekurangan oksigen dalam arteri juga akan merangsang peningkatan sel darah merah. Semakin rendah tekanan udara, semakin banyak sel darah merah yang dihasilkan berbanding ketika berada pada paras laut.

Sel darah merah yang terhasil diikat oleh hemoglobin dan penghasilannya bertujuan untuk meningkatkan kandungan oksigen di atrial. Peningkatan kandungan oksigen dalam darah atrial membolehkan jantung mengepam darah dengan banyak. Seterusnya darah yang mengandungi oksigen dan hemoglobin akan dihantar ke sel sasaran seperti tisu-tisu otot untuk digunakan sebagai tenaga bagi menghasilkan pergerakan fizikal. Tindak balas semula jadi tubuh ini jika dapat dieksploitasi secara optimum, sudah tentu akan memberi kelebihan kepada individu atau atlet yang bertanding dengan lawan yang tidak menerima kelebihan hemoglobin semula jadi ini. Malah ada penyelidik yang mentafsirkan ini sebagai hubungan “sebab-dan-kesan” dan menganggap faktor ketinggian memberi kesan yang signifikan kepada peningkatan prestasi atlet. Dalam erti kata lain, kesan altitud memberi ‘nilai tambah’ kepada peningkatan prestasi fizikal atlet dan individu yang tidak terlatih (Wilber, 2004). Beberapa kajian yang telah dijalankan oleh penyelidik terdahulu berkaitan dengan latihan altitud dan kesan pendedahan hipoksia ke atas prestasi fizikal. Namun paras ketinggian yang benar-benar sesuai untuk penyesuaian yang boleh memberi kesan ke atas pola perubahan hematologi seterusnya membantu meningkatkan prestasi fizikal atlet masih

kurang jelas. Dan bagaimana pula dengan dos penyesuaian altitud yang sesuai seperti paras ketinggian dan jumlah jam/hari untuk pendedahan? Antaranya kajian Suchy (2010) mendapati pendedahan selama 10 hari di altitud 1850 m dari paras laut menunjukkan perubahan ke atas prestasi aerobik dan parameter hemoglobin, sel darah merah dan hematokrit. Chapman, Laymon Stickford, Lundby dan Levine, (2014), hasil dapatan kajian, mereka menjelaskan ketinggian sederhana antara 2000 m - 2500 m dapat memberikan kesan optimum penyesuaian altitud bagi tujuan mendapatkan manfaat kesan tindak balas fisiologi badan seterusnya membantu meningkatkan prestasi atlet pada paras laut.

McLean et al. (2013), menerusi kajian mereka mendapati min jisim hemoglobin bagi atlet sukan berpasukan meningkat berulang-kali (dari tahun ke tahun) sebanyak empat peratus sepanjang kem latihan altitud sederhana yang dijalankan selama 18-19 hari, dan mereka membuat kesimpulan bahawa manfaat ini mungkin boleh dicapai dalam masa yang singkat iaitu hanya 13 hari. Sementara itu Pottgiesser et al.(2009) menjelaskan penyesuaian di altitud 2100 m -2500 m dari paras laut adalah sesuai untuk meningkatkan kepekatan hemoglobin. Hasil daripada dapatan-dapatan kajian yang berbeza tentang dos penyesuaian, beberapa penyelidik sains sukan mencadangkan dos penyesuaian hipoksia adalah ≥ 12 jam/hari selama sekurang-kurangnya tiga minggu pada altitud 2100 m - 2500 m (6890 - 8202 kaki) adalah mencukupi untuk atlet mendapat manfaat kesan daripada pendedahan hipoksia (Wilber, 2007; Rusko et al., 2004). Manakala altitud (>2000 m /6562 kaki) dengan pendedahan (14 - 16 jam/hari) selama (>19 -20 hari) adalah memadai dan mencukupi untuk manfaat kesan altitud (*Altitude Training and Team Sports Conference, Doha Qatar pada 24 - 25 Mac 2013*) (Girard, et al., 2013).

Berdasarkan topografi bumi altitud boleh dikategorikan kepada beberapa tahap ketinggian. Saunders et al. (2009) mengklasifikasikan altitud pada ketinggian paras laut adalah bermula dari (0 - 500 m), altitud rendah bermula dari (>500 m - 2000 m), altitud sederhana adalah dari ketinggian (>2000 m - 3000 m), altitud tinggi bermula dari ketinggian (>3000 m - 5500 m) dan altitud ekstrem (>5500 m). Berbeza pula pendapat Paralikar, S dan Paralikar, J. (2010), yang menetapkan bahawa altitud tinggi bermula dari ketinggian (1500 m - 3500 m), sangat tinggi (3500 m - 5500 m) dan altitud ekstrem (5500 m). Manakala Bartsch dan Saltin (2008), mendefinisikan altitud berdasarkan kepada kesan penyesuaian altitud dan kesanya ke atas prestasi individu sihat. Menurutnya altitud (antara 0 dan 500 m) adalah ketinggian pada paras laut dan ianya tidak memberi kesan ke atas prestasi atlet, altitud rendah (antara 500 m dan 2000 m) tidak memberi kesan kepada tahap kesihatan tetapi berkemungkinan memberi kesan kemerosotan prestasi atlet terlatih terutamanya pada ketinggian <1500 m namun ianya dapat diatasi melalui penyesuaian altitud. Altitud sederhana (antara 2000 m dan 3000 m), memberi sedikit kesan iaitu gangguan tidur atau gejala *acute mountain sickness* (AMS) dan mungkin berlaku selepas sembilan jam pendedahan. Prestasi maksimum aerobik juga akan berkurangan dengan ketara bagi atlet yang terlatih, namun ianya dapat diatasi melalui penyesuaian dalam tempoh tiga hingga empat minggu. Altitud tinggi (antara 3000 m dan 5500), AMS akan berlaku terutamanya kepada individu yang tidak dapat menyesuaikan diri pada pendedahan altitud. Ketinggian melebihi 3000 m juga boleh menyebabkan HAPE.

Walaupun dapatan kajian berkaitan kesan latihan altitud masih lagi kontroversi dan diperdebatkan oleh ramai penyelidik, namun altitud dan kesannya ke atas prestasi atlet adalah sesuatu perkara yang sangat menarik untuk dibahaskan.