

KAJIAN MORFOMETRIK KE ATAS HARVESTMEN (ARACHNIDA: OPILIONES) DARI LATA JARUM, PAHANG, SEMENANJUNG MALAYSIA

Nur-Syahirah Mamat^{1,2,5}, Dzulhelmi Muhammad Nasir³, Fatin-Athirah Pauzi^{1,2}, Fatin-Elina Kamaruzaman^{1,2}, Faszly Rahim^{1,2,4}, Yosni Bakar^{1,2}

¹Program Biologi, Fakulti Sains dan Teknologi,

Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 43600, Selangor

²Pusat Sistematik Serangga, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, 43600, Selangor

³Lembaga Minyak Sawit Malaysia, 6 Persiaran Institusi, Bandar Baru Bangi, 43000 Kajang, Selangor

⁴Institut Sains Islam (ISI), Universiti Sains Islam Malaysia, 71800 Bandar Baru Nilai, Negeri Sembilan

⁵Institut Akuakultur Tropika (AKUATROP), Universiti Malaysia Terengganu, 21030, Kuala Nerus, Terengganu

Corresponding author: faszly@usim.edu.my

ABSTRACT

Taxonomy-based morphometric study is a technique often used to separate species. This study aimed to determine discrimination among species of harvestmen based on morphometric analysis. Harvestmen samples collected from Lata Jarum, Pahang deposited at the Centre of Insect Systematic, National University of Malaysia (CISUKM) were used. A total of 21 morphometric parameters was measured using the Dino-Lite Digital Microscope in millimeter (mm) unit. Result from univariate analysis were unable to distinguish between the species but analysis from Canonical Discriminant Analysis (CDA) using the Ratio of One could clearly distinguish the species into four clusters namely: *Zaleptus quadrimaculata* with *Dentobunus luteus*, *Marthanella ferruginea*, *Marthana* sp.1 and *Marthana* sp.2. Principal Component Analysis (PCA) using Ratio of Two could only distinguish species into two clusters: Cluster 1 consists of *Zaleptus quadrimaculata*, *Dentobunus luteus*, *Marthana* sp.1, *Marthana* sp.2 and Cluster 2 only *Marthanella ferruginea*. The important parameter detected by CDA were EyeW/MaxLDS, DBEye/MaxLDS, FemurL/MaxLDS and TibialL/MaxLDS while important parameter detected by PCA were EyeW/MaxPro, DBEye/MaxWPro and MaxLOpi/MaxWOpi. In conclusion, morphometric studies can be used in identification of harvestmen species and can provide early information to avoid misidentification of species in future.

Keywords: Morphometric, harvestmen, species, univariate analysis, multivariate analysis

ABSTRAK

Kajian taksonomi berasaskan morfometrik merupakan satu teknik yang sering digunakan untuk pemisahan spesies. Kajian ini bertujuan untuk mengkaji perbezaan antara spesies harvestmen berasaskan analisis morfometrik. Sampel harvestmen yang telah dikumpul dari Lata Jarum,

Pahang dalam simpanan Pusat Sistemik Serangga UKM (PSSUKM) telah digunakan. Sebanyak 21 parameter morfometrik diukur dengan menggunakan Mikroskop Digital Dino-Lite dalam unit milimeter (mm). Hasil daripada analisis univariat tidak berkesan untuk memisahkan antara spesies. Analisis kanonikal diskriminan (CDA) menggunakan Nisbah Satu dapat membezakan kelima-lima spesies kepada empat kelompok iaitu *Zaleptus quadrimaculata* dengan *Dentobunus luteus*, *Marthanella ferruginea*, *Marthana* sp.1 dan *Marthana* sp.2 tetapi analisis Komponen Prinsipal (PCA) menggunakan data Nisbah Dua hanya dapat membezakan spesies kepada dua kelompok iaitu *Zaleptus quadrimaculata*, *Dentobunus luteus*, *Marthana* sp.1 dan *Marthana* sp.2 dan kelompok kedua hanya *Marthanella ferruginea*. Ciri penting yang dikesan oleh CDA dalam pemisahan spesies ialah EyeW/MaxLDS, DBEye/MaxLDS, FemurL/MaxLDS dan TibiaL/MaxLDS manakala ciri penting yang dikesan PCA ialah EyeW/MaxPro, DBEye/MaxWPro and MaxLOpi/MaxWOpi. Oleh itu, kajian morfometrik boleh digunakan dalam pengenalanpastian spesies harvestmen dan dapat memberikan maklumat awal untuk mengelakkan kesilapan pengecaman spesies di masa akan datang.

Kata kunci: Morfometrik, harvestmen, spesies, analisis univariat, analisis multivariat

PENGENALAN

Harvestmen atau dikenali juga sebagai “daddy-longlegs” merupakan invertebrata yang tergolong dalam kelas Arachnida, order Opiliones dan berkait rapat dengan labah-labah dan kala jengking (Lecointre & Guyader 2006; Triplehorn & Johnson 2004). Terdapat empat suborder di dalam kumpulan Opiliones iaitu Cyphophthalmi (*mite-like* harvestmen), Eupnoi (*longlegged* harvestmen), Dyspnoi (*longlegged* harvestmen) and Laniatores (*shortlegged* harvestmen) (Huang et al. 2009). Order Opiliones ini diwakili oleh lebih dari 6400 spesis daripada 45 famili dan 1638 genus (Giribet et al. 2002; Machado et al. 2007; Shultz & Regier 2001) menjadikan order ini sebagai kelas Arachnida yang ketiga terbesar selepas Acari (48000 spesis kutu) dan Aranaeae (39000 spesis labah-labah) (Beccaloni 2009; Pinto da Rocha et al. 2007). Namun begitu, masih banyak yang belum diketahui tentang opiliofauna di kawasan tropik seperti Afrika, Asia dan Amerika Selatan terutamanya famili Scelerosomatidae, Gonyleptidae dan Cosmetidae. Kekayaan spesis sebenar order Opiliones mungkin melebihi 10000 spesis (Pinto da Rocha et al. 2007).

Order Opiliones dianggap mempunyai hubungan rapat dengan kutu kerana persamaan morfologi luaran seperti bentuk badan yang sama. Morfologi Harvestmen juga hampir menyerupai labah-labah tetapi Harvestmen bukanlah labah-labah (Nicholson 2015). Kebanyakan spesis daripada suborder ini mempunyai badan yang lembut dan kaki yang panjang (Pinto da Rocha et al. 2007). Harvestmen merupakan haiwan nokturnal yang sangat aktif dan menunjukkan kecenderungan untuk berpindah ke atas pokok yang mempunyai udara lebih lembap (Grether & Donalson 2007; Wade et al. 2011). Aktiviti ini dikaitkan dengan factor abiotik seperti penurunan keamatan cahaya, peningkatan kelembapan, pemilihan habitat dan penurunan suhu apabila keadaan gelap (Pinto da Rocha et al. 2007; Sajna et al. 2009).

Harvestmen adalah haiwan omnivor yang makan haiwan invertebrata, tumbuh-tumbuhan, serta kulat yang reput dan boleh dijumpai di semua ekosistem daratan seperti di bawah batu, atas pokok, pada kayu buruk dan atas tanah (Acosta & Machado 2007; Schaus et al. 2013; Townsend et al. 2008). Kelimpahan komuniti harvestmen di habitat berhutan lebih tinggi berbanding habitat terbuka kerana factor abiotik yang lebih lembab dan terlindung untuk mengelakkan kehilangan air (De Poel & De Smedt 2016).

Kajian-kajian lepas ke atas harvestmen adalah tertumpu kepada kajian taksonomi (Townsend et al. 2008), filogeni melalui pendekatan molekul (Hedin et al. 2012; Oberski et al. 2018) dan morfometrik (De Bivort et al. 2010). Majoriti kajian lepas tentang harvestmen dijalankan luar dari Malaysia (Černecká et al. 2017; Cook et al. 2013; Garwood et al. 2011). Kajian terdahulu yang paling komprehensif dijalankan Malaysia pada tahun 1970 iaitu mendokumentasikan kepelbagaian spesis dan pengenalpastian morfologi harvestmen di beberapa lokasi Semenanjung Malaysia (Silhavy 1974; Suzuki 1972; 1981; 1982a; 1982b; 1983; 1985; 1986) dan Sarawak (Rambla 1991; Shear 1993). Kemudian, lokasi-lokasi penemuan harvestman di Malaysia telah dikumpul dan didokumentasikan (Fatin-Elina et al. 2017). Hasil dapatan merekodkan 67 spesis harvestmen di Malaysia: 39 spesis dari Semenanjung Malaysia, 6 dari Sabah, 16 dari Sarawak dan 6 tidak diketahui lokasi.

Proses pengecaman spesis harvestmen dijalankan berdasarkan jumlah tarsomer pada kaki 1 (Townsend et al. 2010). Namun pendekatan ini dikritik kerana ciri ini sukar dikawal dan memberi kesan kepada kepelbagaian bentuk serta sejarah evolusi harvestmen (Kury et al. 2007). Kesukaran ini bertambah bagi penyelidik yang kurang pendedahan kepada harvestmen. Oleh itu, morfometrik harvestmen dengan morfologi luaran merupakan pendekatan yang perlu diberi perhatian sebagai alternative untuk mengenalpasti spesis. Morfometrik menerangkan bentuk badan keseluruhan sesuatu individu dan perbezaan bentuk badan di antara spesis (Elewa 2010). Selain itu, morfometrik juga penting dalam kajian adaptasi dan kajian evolusi sesuatu spesis sama ada terdapat pencapahan populasi sesuatu spesis yang berada di lokasi yang berlainan. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menjalankan pengukuran morfometrik dalam membezakan antara spesis harvestman.

BAHAN DAN KAEDAH

Sebanyak 42 individu harvestmen dari subfamili Gagrellinae yang terdiri daripada lima spesies digunakan dalam kajian ini. Tiga spesies diketahui dan dua morfospesies daripada genus *Marthana* yang tidak diketahui spesies (Jadual 1) diperolehi daripada Pusat Sistematis Serangga UKM (PSSUKM). Sampel dari Lata Jarum digunakan dalam kajian ini kerana mempunyai sampel yang mencukupi untuk kajian morfometrik dijalankan. Morfospesies ini diambil daripada genus *Marthana* kerana genus ini mempunyai bilangan individu yang banyak berbanding genus lain. Bilangan sampel yang digunakan adalah setelah pemeriksaan dilakukan ke atas sampel agar bebas daripada kecatatan morfologi. Semua spesimen ini telah dikumpulkan dari Lata Jarum, Pahang (Rajah 1).

Pengukuran Morfometrik

Pengukuran morfometrik terdiri daripada 21 parameter morfologi luaran mengikut teknik De Bivort et al. (2010) (Jadual 2). Parameter Mikroskop Digital Dino-Lite digunakan bagi mengukur parameter berdasarkan kepada ciri-ciri morfologi harvestmen. Mikroskop khas ini dapat memproses imej yang dilihat di mikroskop terus ke komputer dan mikroskop ini mempunyai skala milimeter (mm) yang di selaraskan dengan skala gambar yang diambil untuk pengukuran saiz parameter harvestmen yang lebih tepat.

Analisis Data

Analisis statistik dijalankan ke atas dua jenis data iaitu (a) data mentah dan (b) data yang diselaraskan (atau nisbah) agar bebas daripada pengaruh saiz fizikal sampel. Data nisbah adalah seperti berikut:

- (i) Nisbah 1 iaitu semua data mentah (Jadual 2) dibahagi dengan MaxLDS
- (ii) Nisbah 2 iaitu parameter dibahagikan dengan bahagian tertentu seperti (EyeW/MaxWPro, DBEye/MaxWPro, MaxLPro/MaxWPro, MaxLPro/MaxLOpi, MaxWPro/MaxWopi, MaxLOpi/MaxWopi, PedipalpL/MaxLPro, CheliceraeL/MaxLPro, RadCI/MaxLPro, RadC2/MaxLPro, RadC3/MaxLPro, RadC4/MaxLPro, DBC1-C2/MaxLPro, DBC2-C3/MaxLPro, DBC3-C4/MaxLPro).

Dua kaedah statistik digunakan untuk menganalisis data iaitu analisis univariat dan analisis multivariat. Analisis univariat terdiri daripada ujian statistik deskriptif asas dan analisis varians (ANOVA). Analisis multivariat pula terdiri daripada Analisis Kanonikal Diskriminan (CDA) dan Analisis Komponen Prinsipal (PCA). Analisis Kanonikal Diskriminan (CDA) dijalankan untuk memaksimumkan perbezaan antara dua atau lebih spesies berasaskan kepada fungsi-fungsi linear yang terbentuk. Fungsi-fungsi diskriminan ini akan mengenalpasti ukuran morfometrik yang penting untuk memisahkan spesies harvestmen. Kemudian, Analisis Komponen Prinsipal (PCA) pula dijalankan untuk mendapatkan hubungan antara pembolehubah dan kerap digunakan untuk membentuk kelompok-kelompok berasaskan kumpulan-kumpulan spesies tertentu. Analisis-analisis ini dijalankan dengan menggunakan SPSS version 12, MINITAB version 17 dan PC-ORD 5.

HASIL

Hasil analisis univariat menunjukkan *Marthana* sp.1 mempunyai nilai median yang tinggi untuk kebanyakan parameter morfometrik antaranya antaranya panjang maximum dorsal skutum (MaxLDS), panjang maximum prosoma (MaxLPro), lebar maximum prosoma (MaxWPro), panjang maximum opistosoma (MaxLOpi), panjang lebar maximum opistosoma (MaxWopi), panjang pedipalp (PedipalpL), panjang chelicerae (CheliceraeL), panjang patella (PatellaL), panjang tarsus (TarsusL), radius coxa 1 (RadC1), radius coxa 2 (RadC2), radius coxa 3 (RadC3), radius coxa 4 (RadC4), jarak antara coxa 1-2 (DBC1-2), jarak antara coxa 2-3 (DBC2-3) dan jarak antara 3-4 (DBC3-4) (Rajah 2). Oleh itu, boleh dirumuskan bahawa individu daripada *Marthana* sp.1 lebih besar dan lebih panjang berbanding *Zaleptus quadrimaculata*, *Marthanella ferruginea*, *Dentobunus luteus* dan *Marthana* sp.2.

Analisis ANOVA menunjukkan perbezaan yang signifikan ($P < 0.05$) bagi kesemua 21 parameter morfometrik untuk semua spesies (Jadual 3). Namun begitu, ujian *post-hoc* Tukey menunjukkan pertindihan variasi ukuran nilai-nilai minimum dan maksimum antara spesies (Jadual 3). Disebabkan pertindihan ini, tiada parameter yang dapat digunakan untuk membezakan antara spesies. Kajian lepas juga melaporkan ketidakupayaan perbezaan minimum parameter morfometrik tertentu untuk mendiskriminasi antara kumpulan organisma (Bernardo et al. 2008).

Seterusnya, analisis komponen prinsipal (PCA) dan analisis bivariat (korelasi) dijalankan untuk pelarasan data mentah. Apabila PCA dijalankan ke atas data mentah, nilai eigen dan peratus variasi yang dipaparkan oleh Komponen Prinsipal 1 (PC1) adalah sangat tinggi dan menunjukkan gap nilai yang sangat berbeza dengan PC2, PC3 dan PC4 (Jadual 4). Ini kerana peratus variasi dan nilai eigen PC1 adalah disebabkan oleh faktor saiz (De Bivort et al. 2010).

Plot skor jelas memaparkan pengelompokan spesies pada paksi PC1 iaitu terdapat 3 kelompok (*Zaleptus quadrimaculata*, *Dentobunus luteus*), (*Marthana* sp.1, *Marthana* sp.2) dan hanya *Marthanella ferruginea* yang terpisah lebih jauh berbanding spesies lain (Rajah 3).

Manakala parameter yang menyumbang kepada pemisahan spesies untuk PC1 ialah panjang maximum prosoma (MaxL Pro), lebar maximum prosoma (MaxW Pro), jarak antara coxa 3-4 (DBC3-4), radius coxa 3 (RadC3) dan radius coxa 4 (RadC4). Pengelompokan oleh PC1 mengesahkan ianya berdasarkan saiz fizikal spesies (Jadual 4). Pengumpulan data mentah kepada satu PC kerana nilainya ditentukan oleh faktor saiz.

Analisis bivariat iaitu korelasi dijalankan antara data mentah dengan panjang maximum dorsal skutum (MaxLDS) dijalankan bagi mengukuhkan lagi kenyataan bahawa PC1 dipengaruhi oleh faktor saiz. Nilai korelasi yang ditunjukkan adalah tinggi dengan julat antara 0.64-0.96 (Jadual 5). Justeru, jelaslah bahawa PC1 amat dipengaruhi oleh faktor saiz kerana nilai korelasi 0.96 menghampiri kepada korelasi positif yang sempurna. Oleh itu, proses pelarasan saiz dijalankan dengan menggunakan dua kaedah nisbah. Nisbah Satu, kesemua parameter dibahagikan dengan MaxLDS dan untuk Nisbah Dua, parameter dibahagikan dengan bahagian tertentu (Jadual 6).

Nilai min pekali korelasi Nisbah Satu ialah 0.499 dengan julat (nilai absolut) 0.113 hingga 0.848. Nilai min pekali korelasi untuk Nisbah Dua ialah 0.371 dengan julat (nilai absolut) 0.092 hingga 0.739. Kedua-dua nisbah memberikan nilai pekali korelasi yang hampir sama. Oleh itu, data daripada Nisbah Satu dan Nisbah Dua digunakan untuk kedua-dua analisis multivariat iaitu analisis prinsipal komponen (PCA) dan analisis kanonikal diskriminan (CDA) (Jadual 6).

Plot skor fungsi diskriminan bagi spesies di Lata Jarum menggunakan Nisbah Satu menunjukkan nilai-nilai skor fungsi diskriminan dapat dipisahkan dan dilihat dengan jelas. Fungsi diskriminan 1 (CDF1) yang mengenalpasti parameter morfometrik penting seperti EyeW/MaxLDS, DBEye/MaxLDS, FemurL/MaxLDS dan TibialL/MaxLDS yang memisahkan spesies kepada empat kelompok iaitu (*Zaleptus quadrimaculata*, *Dentobunus luteus*) dengan *Marthanella ferruginea*, *Marthana* sp.1 dan *Marthana* sp.2. Manakala fungsi diskriminan 2 (CDF2) mengenalpasti parameter morfometrik penting seperti TarsusL/MaxLDS, MetatarsusL/MaxLDS yang juga memisahkan spesies kepada empat kelompok iaitu (*Zaleptus quadrimaculata*, *Marthanella ferruginea*) dengan *Dentobunus luteus*, *Marthana* sp.1 dan *Marthana* sp.2 (Rajah 4 & Jadual 7).

Berdasarkan Jadual 8 dengan menggunakan Nisbah Satu, kesemua spesies iaitu *Zaleptus quadrimaculata* (SP1), *Marthanella ferruginea* (SP2), *Dentobunus luteus* (SP3), *Marthana* sp.1 (MSP1) dan *Marthana* sp.2 (MSP2) dapat dipisahkan kepada kumpulan masing-masing (*a priori*) iaitu 100% dikelaskan dengan betul. Bagi pengesahan silang, 95.2% kumpulan yang disahkan secara silang telah diklasifikasikan dengan betul. Berdasarkan plot skor fungsi diskriminan bagi spesies di Lata Jarum menggunakan Nisbah Dua, fungsi diskriminan 1 (CDF1) dapat memisahkan spesies kepada dua kelompok iaitu *Zaleptus quadrimaculata*, *Dentobunus luteus*, *Marthana* sp.1, *Marthana* sp.2 dan *Marthanella ferruginea*. CDF1 mengenalpasti parameter morfometrik penting seperti DBEye/MaxWPro, MaxLOpi/MaxWOpi, MaxLPro/MaxLOpi, MaxWPro/MaxWOpi dan MaxLPro/MaxWPro. Fungsi diskriminan 2 (CDF2) juga dapat memisahkan spesies kepada dua kelompok. Kelompok pertama terdiri daripada *Zaleptus quadrimaculata*, *Marthanella ferruginea*, *Marthana* sp.1 dan kelompok kedua mengandungi spesies *Dentobunus luteus* dan *Marthana* sp.2. Parameter penting yang dapat dikenalpasti ialah MaxLPro/MaxLOpi, MaxLOpi/MaxWOpi dan MaxWPro/MaxWOpi (Rajah 5 & Jadual 9).

Jadual 10 menunjukkan keputusan pengkelasan antara spesies berdasarkan fungsi diskriminan menggunakan Nisbah Dua. Matrik ini jelas menunjukkan bahawa kesemua spesies iaitu *Zaleptus quadrimaculata* (SP1), *Marthanella ferruginea* (SP2), *Dentobunus luteus* (SP3), *Marthana* sp.1 (MSP1) dan *Marthana* sp.2 (MSP2) dapat dikelaskan 100% dengan betul kepada kumpulan masing-masing (*a priori*). Bagi pengesahan silang, 95.2% kumpulan yang disahkan secara silang telah diklasifikasikan dengan betul.

Nilai pekali bagi PC1 menggunakan Nisbah Satu menunjukkan nilai yang hampir sama untuk kesemua 21 parameter dengan julat nilai pekali bagi PC1 ialah antara -0.229 hingga 0.266. Keempat-empat komponen menerangkan 86.8% dari keseluruhan jumlah peratus variasi yang diambil kira iaitu PC1 menerangkan 58.9% jumlah variasi diikuti oleh PC2, PC3 dan PC4 pula masing-masing menerangkan 12.4%, 11.3% dan 4.2% jumlah variasi. Nilai eigen untuk PC1 juga adalah tertinggi berbanding PC2, PC3 dan PC4 iaitu 11.780. Nilai eigen untuk PC2 ialah 2.474 serta PC3 dan PC4 masing-masing ialah 2.267 dan 0.846 (Jadual 11). Plot skor PC1 melawan PC2 menggunakan Nisbah Satu, PC1 dan PC2 gagal memisahkan kelima-lima spesies kerana terdapat pertindihan antara setiap spesies (Rajah 6).

Peratus variasi menggunakan Nisbah 2 yang disumbangkan oleh PC1, PC2, PC3 dan PC4 masing-masing-masing ialah 33.4%, 20.5%, 12.4% dan 8.6%. Peratus kumulatif untuk keempat-empat fungsi kanonikal (PC) ialah 74.9%. PC1 juga memberikan nilai eigen yang tertinggi berbanding PC2, PC3 dan PC4 iaitu 5.008. Nilai eigen PC2 ialah 3.082 diikuti dengan 1.852 oleh PC3 dan nilai eigen terkecil ialah daripada PC4 iaitu 1.291 (Jadual 12).

Plot skor PC1 melawan PC2 menggunakan Nisbah Dua, PC1 gagal untuk memisahkan kelima-lima spesies harvestmen di Lata Jarum. Ini kerana terdapat banyak pertindihan antara kesemua spesies di Lata Jarum. Manakala PC2 dapat memisahkan spesies harvestmen kepada dua kelompok iaitu *Zaleptus quadrimaculata*, *Dentobunus luteus*, *Marthana* sp.1, *Marthana* sp.2 dan *Marthanella ferruginea* yang terasing jauh dengan spesies-spesies lain (Rajah 7). Parameter penting yang dapat dikenalpasti ialah DBEye/MaxPro, EyeW/MaxWPro dan MaxLOpi/MaxWOpi

PERBINCANGAN

Hasil data yang diperoleh menunjukkan terdapat perbezaan morfologi, morfometrik dan meristik dalam dan antara spesies harvestmen seperti yang dibincangkan oleh Gnaspini (1999). Secara umumnya, kedua-dua analisis multivariat iaitu analisis kanonikal diskriminan (CDA) dan analisis prinsipal komponen (PCA) menunjukkan spesies *Zaleptus quadrimaculata* dan *Dentobunus luteus* dikelompokkan dalam kelompok yang sama. Ini memberikan gambaran yang kedua-dua spesies ini mempunyai persamaan taksonomi yang hampir. Ciri-ciri morfologi badan harvestmen boleh memberi petunjuk tentang ekologi spesies (Pinto da Rocha et al. 2007). Berdasarkan kajian Fatin-Elina et al. (2017), kedua-dua spesies biasanya ini dijumpai di atas daun atau batang pokok dan berjalan di atas sampah daun di lantai hutan.

Manakala, dua morfospesies yang digunakan dalam kajian ini iaitu *Marthana* sp.1 dan *Marthana* sp.2. Umumnya, perbezaan antara dua morfospesies dapat dilihat secara jelas dari segi genitalia dan color. Namun begitu, kebergantungan ke atas ciri-ciri ini sahaja akan menyebabkan berlakunya salah pengecaman spesies (Gnaspini 1999). Kedua-dua morfospesies ini juga mungkin bukan dari genus *Marthana*. Ini kerana, apabila analisis multivariat dijalankan, morfospesies ini adalah terasing dari spesies *Marthanella ferruginea* sebaliknya lebih dekat dengan spesies *Zaleptus quadrimaculata* dan *Dentobunus luteus*

Perbezaan *Marthana* sp.1 dan *Marthana* sp.2 dengan spesies *Marthanella ferruginea* mungkin disebabkan faktor ekologi yang memberi kesan ketara kepada kelimpahan harvestmen pada skala yang besar iaitu faktor kelembapan, habitat dan altitud (Černecká et al. 2017; Mitov & Stoyanov 2005). Kelimpahan dan kekayaan spesies harvestmen menurun pada altitud yang lebih tinggi dan meningkat pada altitud yang lebih rendah (McCain 2005). Taburan spesies mengalami perubahan mengikut ketinggian kecerunan dan kurang spesies harvestman ditemui pada altitud 750 m semasa musim kering dan sejuk walaupun pemendapan air awan pada tumbuh-tumbuhan di kawasan tanah tinggi (Almeida-Neto et al. 2006).

Selain itu, variasi bermusim dan corak temporal turut memberi kesan kepada kekayaan spesies harvestmen dalam hutan (Hicks et al. 2003; Urbanovičová et al. 2014). Hal ini juga disokong dengan lokasi persampelan dilakukan iaitu di Taman Simpan Lata Jarum, Pahang. Taman ini ditubuhkan dalam kawasan hutan simpan selaras dengan Dasar Perhutanan Negara 1978 (Pindaan 1992) yang berperanan untuk menjalankan proses penyelidikan dengan keaslian yang masih terpelihara (Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia 2019).

Kekurangan sampel spesimen dan data mengenai parameter jantina juga boleh mempengaruhi hasil analisis yang dijalankan. Ini kerana keputusan yang diperolehi adalah dengan anggapan ketidakhadiran dimorfisme seks pada setiap spesies harvestmen bagi ciri morfometrik dan nisbah jantina adalah sama bagi kesemua spesies yang dikaji (Pinto da Rocha et al. 2007).

Secara umumnya, kajian morfometrik boleh diaplikasikan dalam pemisahan dan pengenalpastian spesies harvestmen (Kinsey et al. 1994). Variasi morfologi mempunyai kedua-dua pengaruh genetik dan persekitaran. Namun perbezaan bentuk badan yang ketara antara spesies harvestmen boleh menunjukkan kadar pertumbuhan atau reproduktif yang berbeza. Perbezaan ini boleh diguna dalam pengenalpastian struktur spesies. Walaupun kajian ini berjaya memisahkan spesies kepada 4 kelompok tetapi struktur spesies yang diperolehi tidak boleh disahkan dengan tepat. Oleh itu, hasil kajian ini perlu digabungkan dengan beberapa kaedah lain seperti kaedah molekul untuk memberikan hasil yang bertepatan (De Bivort et al. 2009).

KESIMPULAN

Kajian ini bertujuan menunjukkan bahawa variasi morfometrik adalah penting dalam pemisahan dan pengenalpastian spesies harvestmen serta dapat memberikan maklumat awal untuk mengelakkan kesilapan dalam pengecaman spesies. Analisis kanonikal diskriminan (CDA) adalah lebih efektif dalam membezakan antara spesies berbanding analisis komponen prinsipal (PCA). Ini kerana CDA dapat memisahkan antara lima spesies kepada empat kelompok berbanding PCA yang hanya dapat memisahkan kepada dua kelompok spesies. Analisis yang lebih komprehensif boleh dibuat apabila individu jantan dan betina mencukupi pada masa akan datang

RUJUKAN

- Acosta, L.E., Machado, G. 2007. Diet and Foraging. In: Pinto-da-Rocha, R., Machado, G. & Giribet, G. (ed.). *Harvestmen: The Biology of Opiliones*, pp. 309–338. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Almeida-Neto, M., Machado, G., Pinto-da-Rocha, R., & Glaretta, A.A. 2006. Harvestmen (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: An alternative rescue effect to explain Rapoport's rule. *Journal of Biogeography* 33: 361-375.
- Beccaloni J. 2009. *Arachnids*. London: Natural History Museum.
- Bernardo, U., Monti, M.M., Nappo, A.G., Gebiola, M., Russo, A., Pedata, P.A. & Viggiani, G. 2008. Species status of two populations of *Pnigalio soemius* (Hymenoptera: Eulophidae) reared from two different hosts: An integrative approach. *Biological Control* 46: 293-303.
- Černecká, L., Mihál, I., Jarčuška, B. 2017. Response of ground-dwelling harvestman assemblages (Arachnida: Opiliones) to European beech forest canopy cover. *European Journal of Entomology* 114: 334-342.
- Cook, D.R., Smith, A.T., Proud, D.N., Viquez, C. & Townsend, V.R., Jr. 2013. Defensive responses of Neotropical harvestmen (Arachnida, Opiliones) to generalist invertebrate predators. *Caribbean Journal of Science* 47(2-3): 325-334.
- De Bivort, B. L., Clouse, R.M. & Giribet, G. 2009. A morphometrics-based phylogeny of the temperate Gondwanan mite harvestmen (Opiliones, Cyphophthalmi, Pettalidae). *Journal Zoology System Evolutionary Research* 23: 515–529.
- De Poel, S.V. & De Smedt, P. 2016. Harvestmen (Opiliones) from deciduous forest fragments in two agricultural landscapes in Flanders, Belgium. *Nieuwsbrief Belgium of Arachnology Version* 31(3): 119-125.
- Elewa, A.M.T. 2010. *Morphometric for Nonmorphometricians*. New York: Springer.
- Fatin-Elina, K., Dzulhelmi, M.N., Nur-Syahirah, M., Faszly, R. & Izfa, R.H. 2017. A preliminary checklist of harvestmen (Arachnida: Opiliones) in Malaysia. *Serangga* 22(1): 65-84.
- Garwood, R.J., Dunlop, J.A., Giribet, G. & Sutton, M.D. 2011. Anatomically modern Carboniferous harvestmen demonstrate early cladogenesis and stasis in Opiliones. *Nature Communication* 2(444): 1-7.
- Giribet, G., Edgecombe, G.D., Wheeler, W.C. & Babbitt, C. 2002. Phylogeny and Systematic Position of Opiliones: A Combined Analysis of Chelicerate Relationships Using Morphological and Molecular Data. *Cladistics* 18(1): 5-70.

- Gnaspini, P. 1999. The Use of Morphometric characteristics for the recognition of species among goniosomatine harvestmen (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). *The Journal of Arachnology* 27(1): 129-134.
- Grether, G.F. & Donaldson, Z.R. 2007. Communal roost site selection in a neotropical harvestman: Habitat limitation vs. tradition. *Ethology* (113)3: 290–300.
- Hedin, M., Tsurusaki, N., Macías-Ordóñez, R. & Shultz, J.W. 2012. Molecular systematics of sclerosomatid harvestmen (Opiliones, Phalangioidea, Sclerosomatidae): Geography is better than taxonomy in predicting phylogeny. *Molecular Phylogenetic and Evolution* 62(1): 224-236.
- Hicks, B., Mckenzie, F., Cosens, D. & Watt, A.D. 2003: Harvestmen abundance and diversity within lodgepole and Scots pine plantations of Scotland and their impact on pine beauty moth populations. *Forest Ecology and Management* 182: 355-361.
- Huang, D., Seiden, P.A. & Dunlop, J.A. 2009. Harvestmen (Arachnida: Opiliones) from the Middle Jurassic of China. *Naturwissenschaften* 96: 955-962.
- Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia. 2019. Hutan Lipur & Hutan Taman Negeri. <https://www.forestry.gov.my>. [11 Mei 2019]
- Kinsey, S.T., Orsoy, T., Bert, T.M. & Mahmoudi, B. 1994. Population structure of the Spanish sardine, *Sardinella aurita*: Natural morphological variation in a genetically homogenous population. *Marine Biology* 118: 309-317.
- Kury, A.B. & Pinto da Rocha, R. 2007. Cosmetidae. In Pinto-da-Rocha, R., Machado, G. & Giribet, G. (ed.). *Harvestmen: The Biology of Opiliones*, pp. 82–185. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Lecointre, G. & Guyader, H.L. 2006. *Tree of Life : A Phylogenetic Classification*. Cambridge: Harvard University Press.
- Machado, G., Pinto daRocha, R. & Giribet, G. 2007. *What are harvestmen?. Harvestmen: The Biology of Opiliones*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mitov P.G. & Stoyanov, I.L. 2005: Ecological profiles of harvestmen (Arachnida, Opiliones) from Vitosha Mountain (Bulgaria): A mixed modelling approach using gams. *Journal of Arachnology* 33: 256–268.
- Nicholson, P. 2015. Why Harvestmen. *The Bug Club Magazine (British Arachnological Society)*: 14-19.
- Oberski, J.T., Sharma, P.P., Jay, K.R., Coblens, M.J., Lemon, K.A., Johnson, J.E. & Boyer, S.L. 2018. A dated molecular phylogeny of mite harvestmen (Arachnida: Opiliones: Cyphophthalmi) elucidates ancient diversification dynamics in the Australian Wet Tropics. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 127: 813–822.
- Pinto da Rocha, R., Machado, G. & Giribet, G. 2007. *Harvestmen the Biology of Opiliones*. Unites States of America: Harvard University Press.

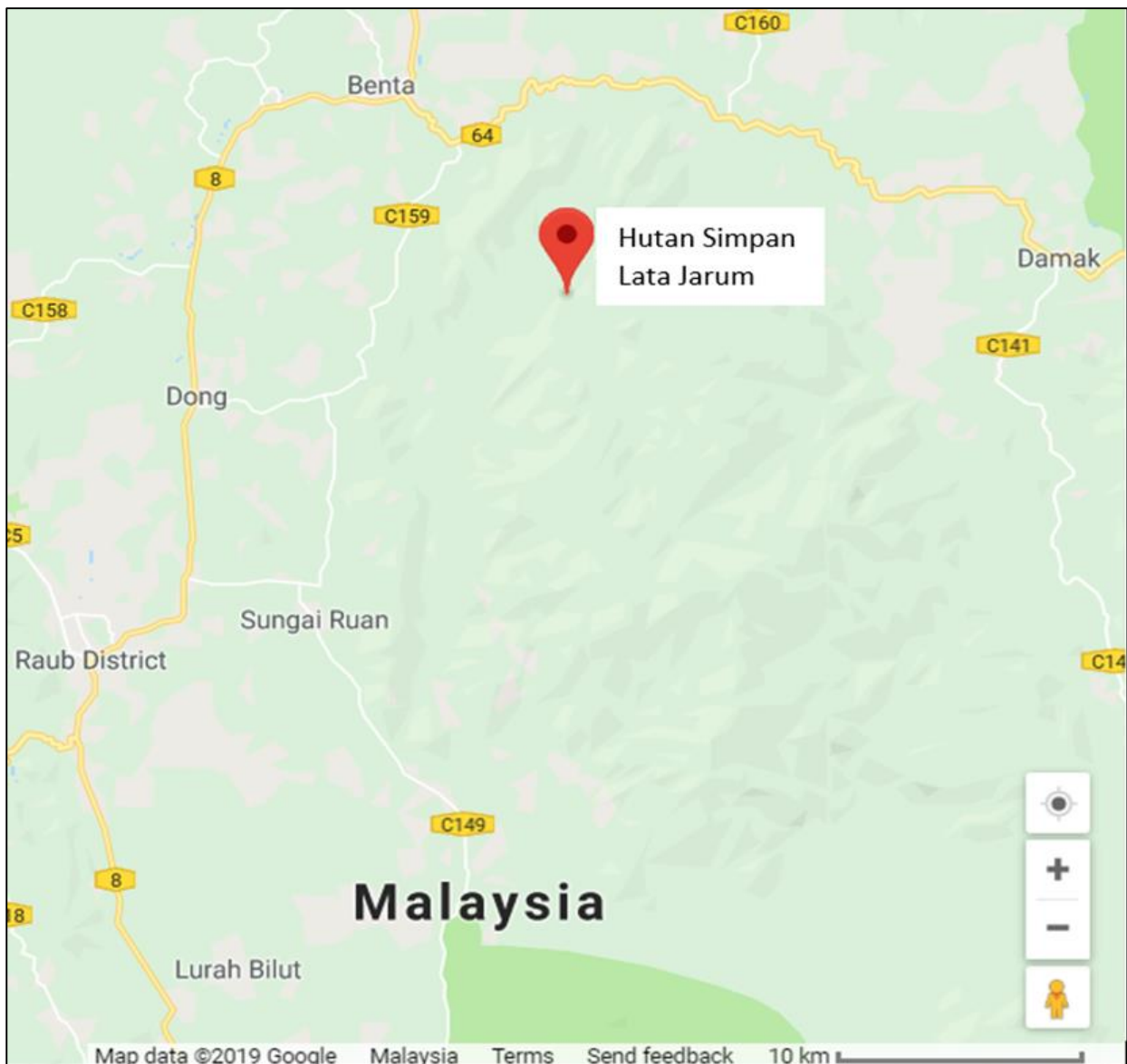
- Rambla, M. 1991. A new Stylocellus from some caves of Borneo, Malaysia (Opiliones, Cyphophthalmi, Stylocellidae). *Memoires de Biospeologie* 18: 227-232.
- Sajna, N., Kusar, P., Novak, L.S.T. & Novak, T. 2009. Notes on thermo and hygropreference in *Leiobunum roseum* C.L. Koch, 1839 (Opiliones: Sclerosomatidae) in a habitat of *Hladnikia pastinacifolia* Reichenbach, 1831 (Spermatophyta: Apiaceae). *Contributions to Natural History* 12(3): 1111–1123.
- Schaus H.M., Townsed V.R. & Illinik, J.J. 2013. Food choice of the Neotropical harvestman *Erginulus clavotibialis* (Opiliones: Laniatores: Cosmetidae) *Journal of Arachnology* 41: 219–221.
- Shear, W.A. 1993. New species in opilionid genus Stylocellus from Malaysia, Indonesia and te Philippines (Opiliones, Cyphophthalmi, Stylocellidae). *Bulletin Britain Arachnology Society* 9(6): 174-188.
- Shultz, J.W. & Regier, J.C. 2001. Phylogenetic analysis of Phalangida (Arachnida, Opiliones) using two nuclear protein-encoding genes supports monophyly of Palpatores. *The Journal of Arachnology* 29: 189-200.
- Silhavy, V. 1974. Some Phalagids from Ceylon and Malaysia. *Revue Suisse Zoologie* 8(1): 25-28.
- Suzuki, S. 1972. Opiliones of Semangkok Forest Reserve, Malaysia. *Journal of Science of the Hiroshima University* 24(1): 1-37.
- Suzuki, S. 1981. Three Opilionids from Thailand. *Journal of Science of the Hiroshima University* 54(4): 267-272.
- Suzuki, S. 1982a. A small collection of harvestmen from Malaysia (Opiliones, Arachnida). *Annotationes Zoologicae Japonenses* 3: 27-34.
- Suzuki, S. 1982b. Four new harvestmen from Thailand (Arachnida, Opiliones, Gagrellidae). *Annotationes Zoologicae Japonenses* 55(3): 167-174.
- Suzuki, S. 1983. Additional notes of the Malaysian Harvestmen (Arachnida: Opiliones). *Acta Arachnologica* 31(1): 27-34.
- Suzuki, S. 1985. A synopsis of the Opiliones of Thailand (Arachnida) II. Palpatores. *Zoological Museum University of Copenhagen* 11(7): 209-257.
- Suzuki, S. 1986. Three Opilionid species (Arachnida: Opiliones: Assamiidae and Gagrellidae) from West Java, Indonesia. *Acta Arachnologica* 34: 41-47.
- Townsend V.R.Jr., Proud, D.N. & Moore, M.K. 2008. Harvestmen (Opiliones) of Trinidad, West Indies. *Living World*: 53–65.
- Townsend, V.R., Jr., Viquez, C., Vanzandt, P.A. & Proud, D.N. 2010. Key to the Species of Cosmetidae (Arachnida, Opiliones) of Central America, with Notes on Penis Morphology and Sexual Dimorphisms. *Zootaxa* 2414: 1-26.

- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F. 2004. *Borror and Delong's Introduction To The Study of Insects*. 7th Ed. California: Brooks Cole.
- Urbanovičová, V., Miklisova, D., Mock, A. & Kováč, L. 2014. Activity of epigeic arthropods in differently managed windthrown forest stands in the High Tatra Mts. *North-Western Journal of Zoology* 10: 337-345.
- Wade, R.R., Loaiza-Phillips, E.M., Townsend V.R.Jr. & Proud, D.N. 2011. Activity patterns of two species of neotropical harvestmen (Arachnida: Opiliones) from Costa Rica. *Annals of the Entomological Society of America* 104(6): 1360–1366.

APPENDIK

Jadual 1. Bilangan individu bagi spesis di Lata Jarum, Pahang.

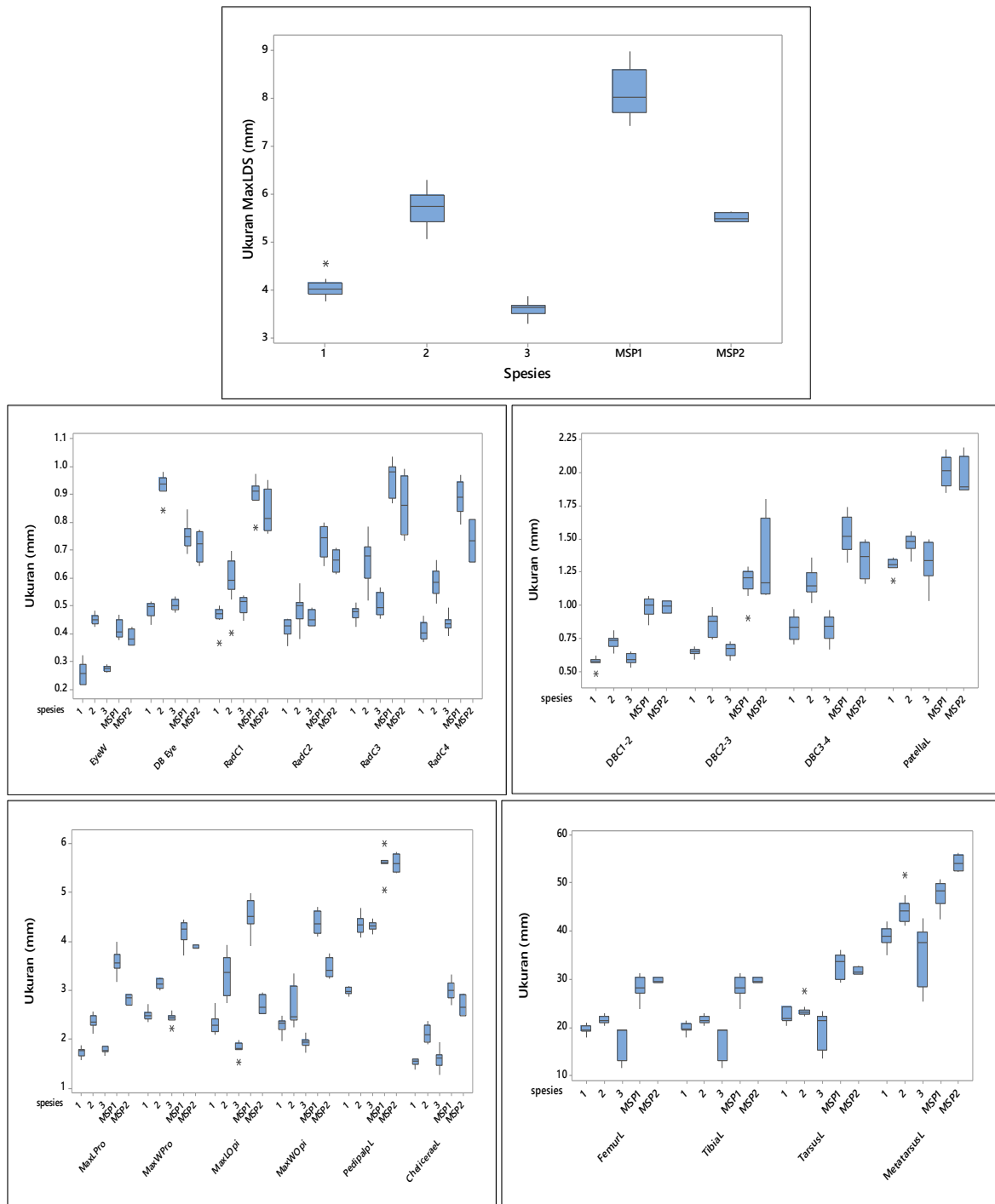
Kod	Spesis	Bilangan individu di Lata Jarum, Pahang
SP1	<i>Zaleptus quadrimaculata</i>	10
SP2	<i>Marthanella ferruginea</i>	10
SP3	<i>Dentobunus luteus</i>	8
MSP1	<i>Marthana</i> sp.1	10
MSP2	<i>Marthana</i> sp.2	4
	Jumlah	42



Rajah 1 Peta Lokasi Persampelan (Hutan Simpan Lata Jarum, Pahang: 3°56'22''N 102°01'55''E) (Gambar dari Google Maps)

Jadual 2. Parameter morfometrik yang diukur pada harvestmen (De Bivort et al. 2010).

Bil.	Kod	Ukuran
1	EyeW	Lebar Mata
2	DBEye	Jarak antara mata
3	MaxLDS	Panjang maximum Dorsal Skutum
4	MaxLPro	Panjang maximum Prosoma
5	MaxWPro	Lebar maximum Prosoma
6	MaxLOpi	Panjang maximum Opistosoma
7	MaxWOpi	Lebar maximum Opistosoma
8	PedipalpL	Panjang Pedipalp
9	CheliceraeL	Panjang Chelicerae
10	RadC1	Radius Coxa 1
11	RadC2	Radius Coxa 2
12	RadC3	Radius Coxa 3
13	RadC4	Radius Coxa 4
14	DBC1-C2	Jarak antara hujung coxa 1 dan 2
15	DBC2-C3	Jarak antara hujung coxa 2 dan 3
16	DBC3-C4	Jarak antara hujung coxa 3 dan 4
17	PatellaL	Panjang Patella
18	FemurL	Panjang femur kaki ke-2
19	TibiaL	Panjang tibia kaki ke-2
20	TarsusL	Panjang tarsus kaki ke-2
21	MetatarsusL	Panjang metatarsuskaki ke-2



Rajah 2 Plot kotak bagi 21 parameter morfometrik harvestmen bagi lima spesies di Lata Jarum.

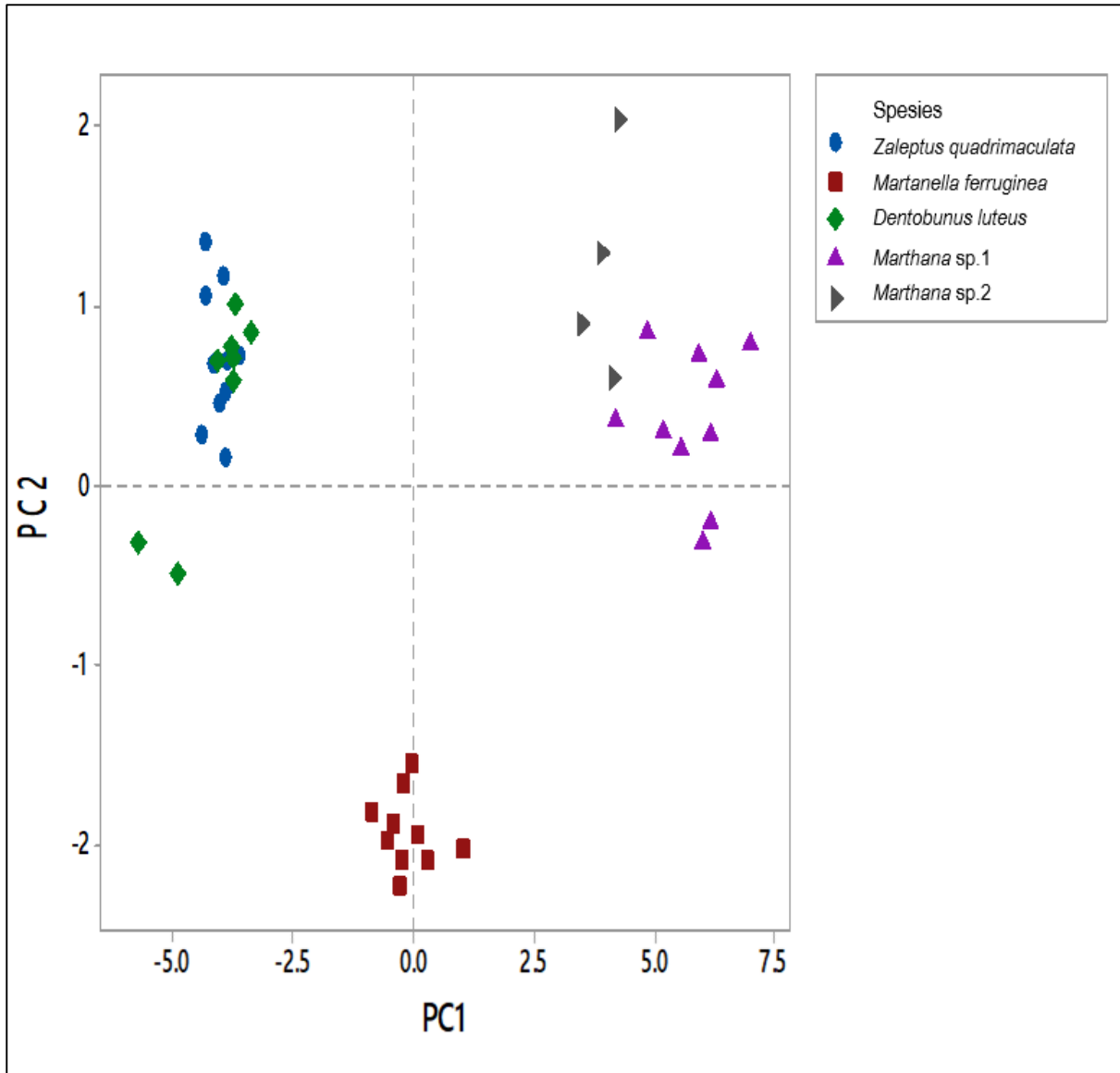
Jadual 3. Nilai min (mm) dan *post-hoc* Tukey test bagi 21 parameter di Lata Jarum berdasarkan data mentah.

Parameter	<i>Zaleptus quadrimaculata</i>	<i>Marthanella ferruginea</i>	<i>Dentobunus luteus</i>	<i>Marthana</i> SP1	<i>Marthana</i> SP2	Perbezaan bermakna
EyeW	0.258 ^C	0.273 ^C	0.449 ^A	0.414 ^{AB}	0.385 ^B	*
DBEye	0.486 ^C	0.502 ^C	0.933 ^A	0.752 ^B	0.716 ^B	*
MaxLDS	4.053 ^C	3.605 ^C	5.693 ^B	8.119 ^A	5.512 ^B	*
MaxLPro	1.748 ^D	1.784 ^D	2.365 ^C	3.586 ^A	2.818 ^B	*
MaxWPro	2.499 ^C	2.43 ^D	3.137 ^D	4.190 ^A	3.887 ^B	*
MaxLOpi	2.318 ^C	1.820 ^D	3.328 ^B	4.533 ^A	2.694 ^C	*
MaxWOpi	2.284 ^D	1.936 ^D	2.678 ^C	4.389 ^A	3.454 ^B	*
PedipalpL	2.988 ^C	4.313 ^B	4.342 ^B	5.400 ^A	5.595 ^A	*
CheliceraeL	1.514 ^D	1.599 ^D	2.127 ^C	2.997 ^A	2.678 ^B	*
RadC1	0.462 ^C	0.501 ^C	0.591 ^B	0.903 ^A	0.835 ^A	*
RadC2	0.412 ^C	0.455 ^{BC}	0.485 ^B	0.732 ^A	0.663 ^A	*
RadC3	0.473 ^C	0.503 ^C	0.657 ^B	0.961 ^A	0.862 ^A	*
RadCIV	0.410 ^D	0.437 ^D	0.586 ^C	0.886 ^A	0.734 ^B	*
DBC1-2	0.575 ^C	0.599 ^C	0.727 ^B	0.989 ^A	0.992 ^A	*
DBC2-3	0.652 ^C	0.665 ^C	0.861 ^B	1.174 ^A	1.306 ^A	*
DB C3-4	0.835 ^C	0.832 ^C	1.163 ^B	1.538 ^A	1.348 ^B	*
PatellaL	1.307 ^C	1.330 ^{BC}	1.464 ^B	2.001 ^A	1.962 ^A	*
FemurL	19.648 ^{BC}	17.350 ^C	21.717 ^B	28.387 ^A	29.814 ^A	*
TibiaL	20.000 ^{BC}	17.350 ^C	21.718 ^B	28.387 ^A	29.814 ^A	*
TarsusL	22.522 ^{BC}	19.920 ^C	23.691 ^B	33.001 ^A	31.769 ^A	*
MetatarsusL	39.011 ^C	35.720 ^C	44.510 ^B	47.790 ^B	54.167 ^A	*

* Perbezaan bermakna pada $P < 0.05$ A, B, C, D : Abjad superskrip yang berbeza pada setiap baris menunjukkan terdapat perbezaan signifikan ($P < 0.05$)

Jadual 4 Pekali komponen prinsipal (PC loading), nilai eigen, peratus variasi (%) dan peratus kumulatif variasi (%) bagi spesies harvestmen menggunakan data mentah

Parameter	PC1	PC2	PC3	PC4
EyeW	0.174	-0.549	0.151	-0.136
DBEye	0.143	-0.652	0.189	-0.107
MaxLDS	0.225	-0.126	-0.232	0.286
MaxLPro	0.233	-0.009	-0.235	0.059
MaxWPro	0.239	0.006	-0.017	0.030
MaxLOpi	0.209	-0.204	-0.219	0.437
MaxWOpi	0.228	0.077	-0.179	0.253
PedipalpL	0.196	0.025	-0.072	-0.637
CheliceraeL	0.235	-0.029	-0.076	0.010
RadC1	0.228	0.116	-0.131	-0.194
RadC2	0.222	0.177	-0.210	-0.186
RadC3	0.231	-0.008	-0.155	-0.109
RadCIV	0.234	-0.026	-0.168	0.003
DBC1-2	0.231	0.065	-0.037	-0.177
DBC2-3	0.216	0.096	0.163	-0.106
DB C3-4	0.230	-0.089	-0.034	0.069
PatellaL	0.225	0.201	0.057	-0.122
FemurL	0.221	0.164	0.317	0.104
TibiaL	0.219	0.176	0.328	0.127
TarsusL	0.223	0.206	0.168	0.207
MetatarsusL	0.195	0.029	0.599	0.079
Nilai eigen	17.035	1.410	0.867	0.636
% variasi	81.8	6.7	4.1	3.0
% Kumulatif variasi	81.8	88.5	92.6	95.6



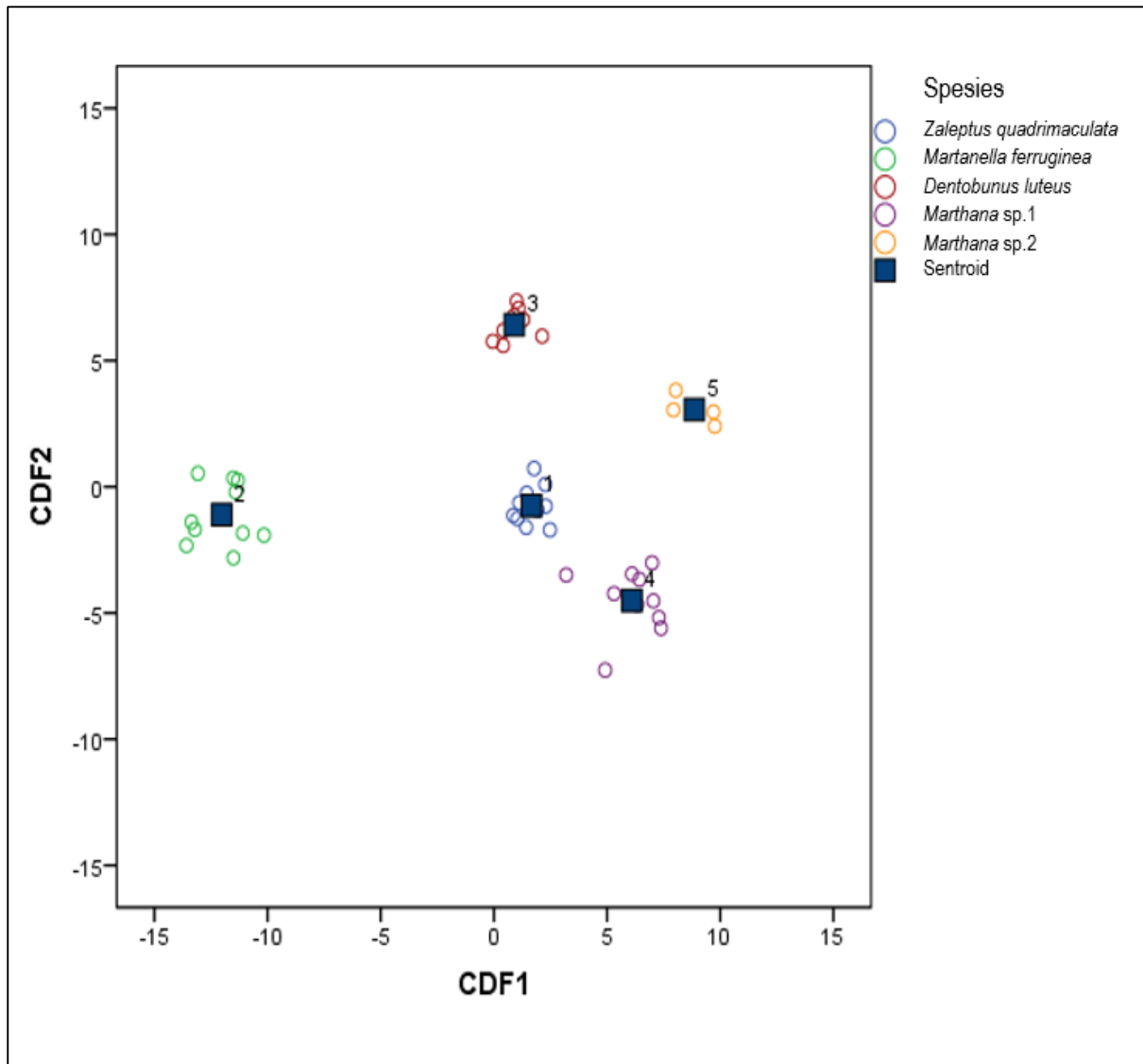
Rajah 3 Plot skor PC1 melawan PC2 bagi spesies harvestmen di Lata Jarum

Jadual 5 Nilai pekali korelasi MaxLDS dengan parameter morfometrik bagi data mentah.

Korelasi, r	
Ciri	MaxLDS
EyeW	0.711
DBEye	0.604
MaxLPro	0.962
MaxWPro	0.922
MaxLOpi	0.980
MaxWOpi	0.938
PedipalpL	0.669
CheliceraeL	0.917
RadC1	0.842
RadC2	0.829
RadC3	0.887
RadCIV	0.927
DBC1-2	0.844
DBC2-3	0.756
DB C3-4	0.901
PatellaL	0.802
FemurL	0.778
TibiaL	0.770
TarsusL	0.828
MetatarsusL	0.640
Min	0.825
Julat	0.64-0.96

Jadual 6 Nilai pekali korelasi antara ciri Nisbah Satu dan Nisbah Dua ke atas MaxLDS.

Korelasi, <i>r</i>		Korelasi, <i>r</i>	
Ciri (Nisbah Satu)	MaxLDS	Ciri (Nisbah Dua)	MaxLDS
EyeW/ MaxLDS	-0.587	EyeW/MaxWPro	-0.126
DBEye/ MaxLDS	-0.507	DBEye/MaxWPro	-0.105
MaxLPro/ MaxLDS	-0.272	MaxLPro/MaxWPro	0.739
MaxWPro/ MaxLDS	-0.742	MaxLPro/MaxLOpi	-0.285
MaxLOpi/ MaxLDS	0.272	MaxWPro/MaxWOpi	-0.614
MaxWOpi/ MaxLDS	-0.113	MaxLOpi/MaxWOpi	0.210
PedipalpL/ MaxLDS	-0.625	PedipalpL/MaxLPro	-0.684
CheliceraeL/ MaxLDS	-0.379	CheliceraeL/MaxLPro	-0.269
RadC1/ MaxLDS	-0.388	RadCI/MaxLPro	-0.359
RadC2/ MaxLDS	-0.615	RadC2/MaxLPro	-0.649
RadC3/ MaxLDS	-0.285	RadC3/MaxLPro	-0.186
RadCIV/ MaxLDS	-0.134	RadC4/MaxLPro	0.092
DBC1-2/ MaxLDS	-0.613	DBC1-C2/MaxLPro	-0.649
DBC2-3/ MaxLDS	-0.358	DBC2-C3/MaxLPro	-0.280
DB C3-4/ MaxLDS	-0.457	DBC3-C4/MaxLPro	-0.311
PatellaL/ MaxLDS	-0.750	-	
FemurL/ MaxLDS	-0.677	-	
TibiaL/ MaxLDS	-0.683	-	
TarsusL/ MaxLDS	-0.675	-	
MetatarsusL/ MaxLDS	-0.848	-	
Min	0.499		0.371
Julat (Nilai Absolut)	0.113-0.848		0.092-0.739



Rajah 4 Plot skor CDF2 melawan CDF1 menggunakan Nisbah Satu.

Jadual 7 Nilai pekali terpiawai fungsi Kanonikal Diskriminan (CDF) antara spesies menggunakan Nisbah Satu.

Parameter	Fungsi Diskriminan			
	CDF1	CDF2	CDF3	CDF4
EyeW/MaxLDS	1.506	0.052	-0.364	-0.594
DBEye/MaxLDS	-2.985	-0.300	0.398	0.724
MaxLPro/MaxLDS	0.648	0.231	-0.031	0.197
MaxWPro/MaxLDS	1.002	0.380	-1.182	0.086
MaxWOpi/MaxLDS	0.880	-0.078	-0.264	0.374
PedipalpL/MaxLDS	-0.296	0.900	0.785	-0.521
CheliceraeL/MaxLDS	-0.101	-0.154	0.365	0.281
RadC1/MaxLDS	0.348	-0.487	0.626	0.152
RadC2/MaxLDS	-0.602	0.536	-0.697	-0.457
RadC3/MaxLDS	0.654	-0.172	-0.089	0.410
RadC4/MaxLDS	-0.027	-0.293	0.475	0.010
DBC1-2/MaxLDS	0.988	0.279	-0.150	0.652

DBC2-3/MaxLDS	-0.134	-0.028	0.710	0.809
DBC3-4/MaxLDS	-0.258	0.365	0.201	-0.899
PatellaL/MaxLDS	-0.243	-0.691	-0.185	-0.933
FemurL/MaxLDS	4.213	3.799	-1.394	1.110
TibiaL/MaxLDS	-4.339	-3.854	1.889	0.314
TarsusL/MaxLDS	0.799	-1.430	0.917	-0.638
MetatarsusL/MaxLDS	-0.745	1.816	-1.520	0.129
Nilai Eigen	58.514	15.900	4.860	4.663
% Variasi antara spesies	69.7	18.9	5.8	5.6
Korelasi Kanonikal	0.992	0.970	0.911	0.907

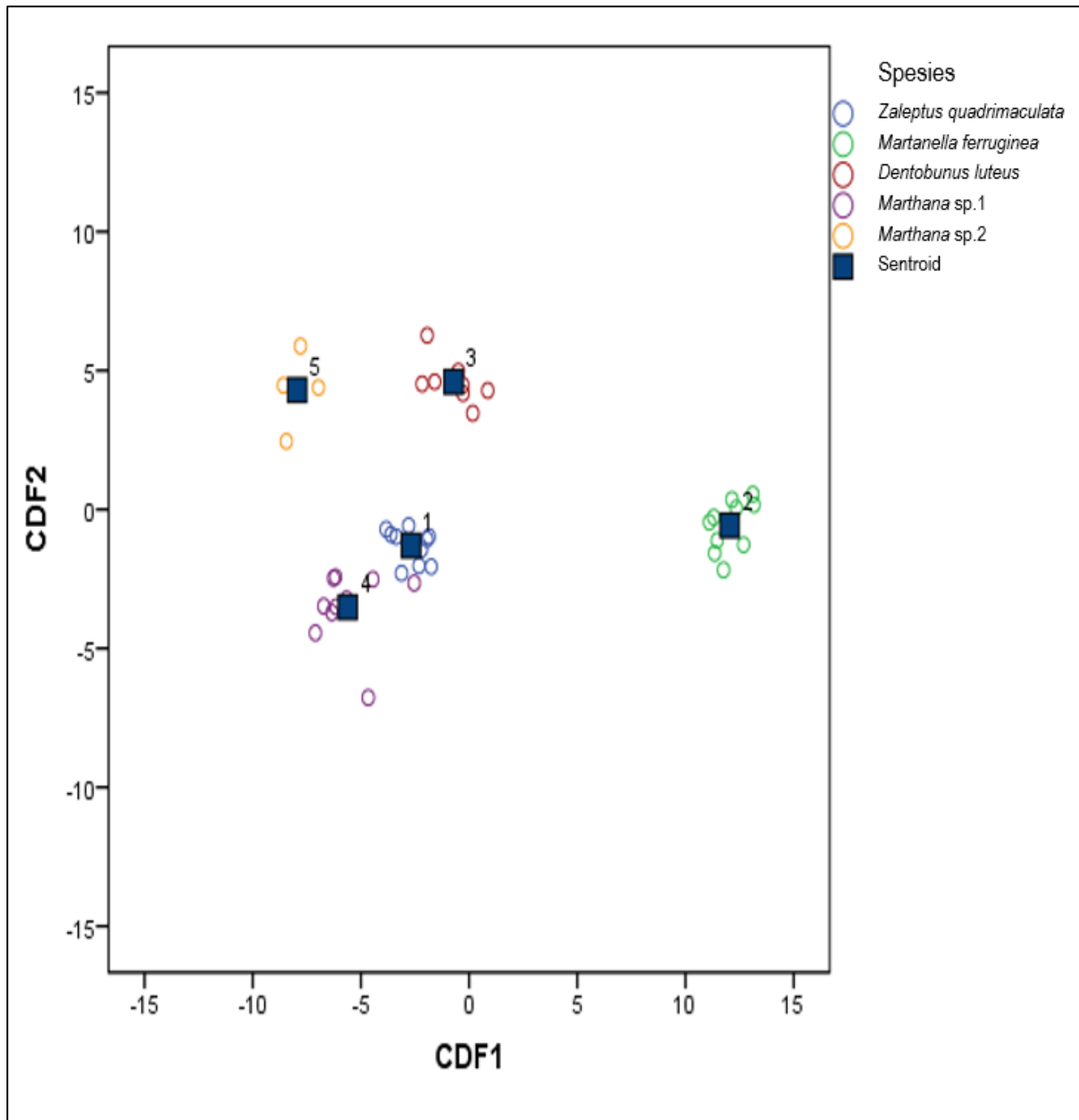
Jadual 8 Keputusan pengkelasan antara spesies berdasarkan fungsi diskriminan menggunakan Nisbah Satu.

	Spesis	Keahlian Kumpulan yang dijangka					Jumlah	
		SP1	SP2	SP3	MSP1	MSP2		
Klasifikasi asal ^a	Individu	SP1	10	0	0	0	0	10
		SP2	0	10	0	0	0	10
		SP3	0	0	8	0	0	8
		MSP1	0	0	0	10	0	10
		MSP2	0	0	0	0	4	4
		%	SP1	100.0	.0	.0	.0	.0
		SP2	.0	100.0	.0	.0	.0	100.00
		SP3	.0	.0	100.0	.0	.0	100.00
		MSP1	.0	.0	.0	100.0	.0	100.00
		MSP2	.0	.0	.0	.0	100.0	100.00
	Pengesahan silang ^{b,c}	Individu	SP1	9	0	1	0	0
SP2			0	10	0	0	0	10
SP3			0	0	8	0	0	8
MSP1			1	0	0	9	0	10
MSP2			0	0	0	0	4	4
%			SP1	90.0	.0	10.0	.0	.0
		SP2	.0	100.0	.0	.0	.0	100.00
		SP3	.0	.0	100.0	.0	.0	100.00
		MSP1	10.0	.0	.0	90.0	.0	100.00
		MSP2	.0	.0	.0	0.0	100.0	100.00

a. 100% kes kumpulan telah diklasifikasikan dengan betul.

b. Pengesahan silang hanya dilakukan ke atas kes-kes dalam analisis. Dalam pengesahan silang, setiap kes diklasifikasikan oleh fungsi yang diperolehi daripada semua kes yang lain.

c. 95.2% kes kumpulan pengesahan silang telah diklasifikasikan dengan betul.



Rajah 5 Plot skor CDF2 melawan CDF1 menggunakan Nisbah Dua

Jadual 9 Nilai pekali terpiawai fungsi Kanonikal Diskriminan (CDF) antara spesies menggunakan Nisbah Dua.

Parameter	Fungsi Diskriminan			
	CDF1	CDF2	CDF3	CDF4
EyeW/MaxWPro	-1.088	-0.126	-0.074	-0.547
DBEye/MaxWPro	2.202	0.161	-0.165	0.446
MaxLPro/MaxWPro	1.268	-0.891	2.907	-0.612
MaxLPro/MaxLOpi	-2.772	2.078	-1.694	1.739
MaxWPro/MaxWOpi	2.844	-1.167	1.880	-1.262
MaxLOpi/MaxWOpi	-1.948	1.183	-1.316	1.272
PedipalpL/MaxLPro	0.440	0.723	0.810	-0.524
CheliceraeL/MaxLPro	0.248	0.082	0.138	0.582
RadCI/MaxLPro	-0.240	0.073	0.102	0.670

RadC2/MaxLPro	0.054	0.043	-0.435	-0.890
RadC3/MaxLPro	-0.339	-0.215	-0.044	0.165
RadC4/MaxLPro	0.001	-0.192	0.842	0.398
DBC1-C2/MaxLPro	-0.746	0.164	-0.341	0.265
DBC2-C3/MaxLPro	0.192	0.374	0.278	1.046
DBC3-C4/MaxLPro	0.183	0.019	0.641	-0.767
Nilai Eigen	56.567	10.459	5.032	3.706
% Variasi antara spesies	74.7	13.8	6.6	4.9
Korelasi Kanonikal	0.991	0.955	0.913	0.887

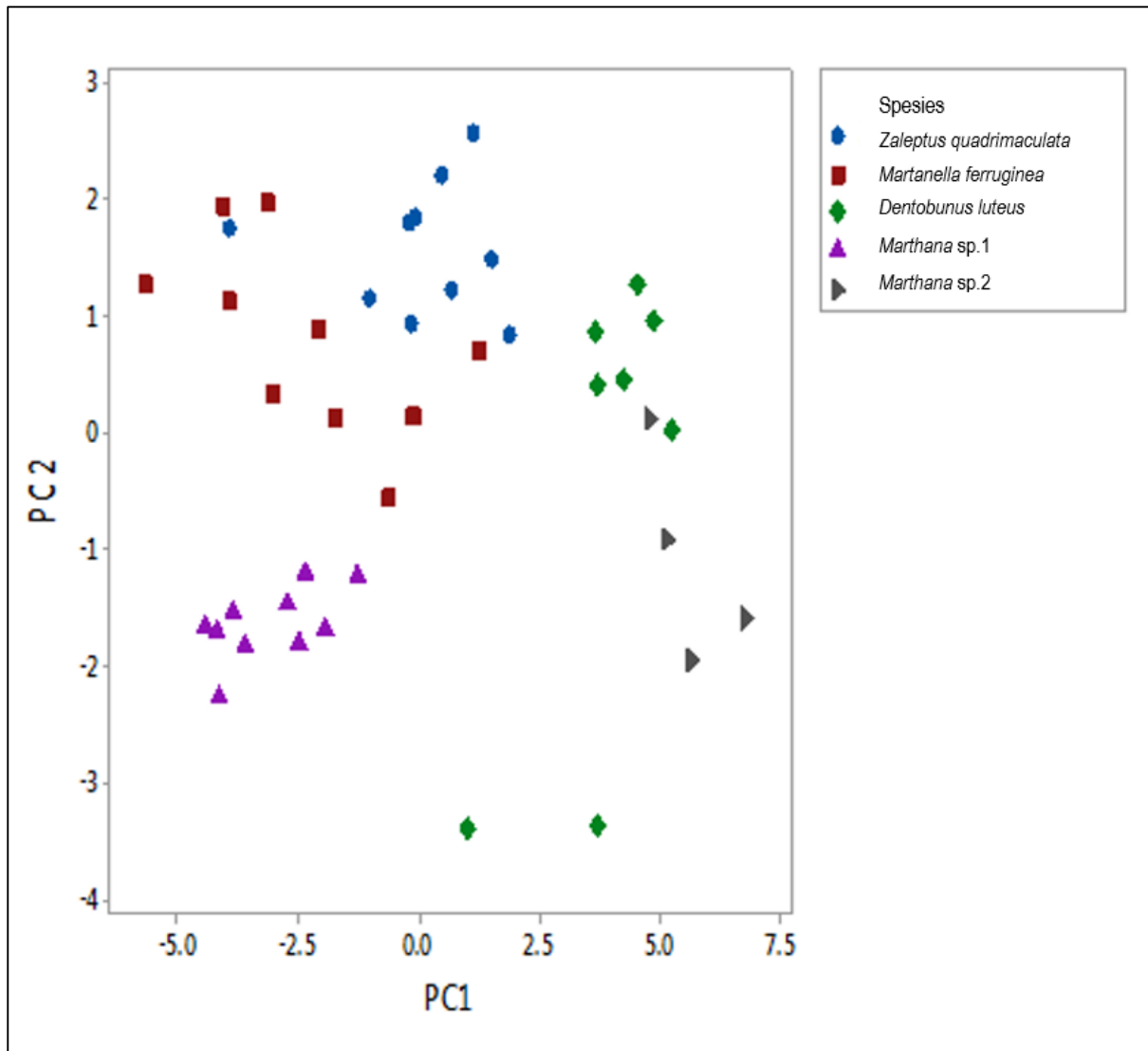
Jadual 10 Keputusan pengkelasan antara spesies berdasarkan fungsi diskriminancantara spesies menggunakan Nisbah Dua

		Spesies	Keahlian Kumpulan yang dijangka					Jumlah
			SP1	SP2	SP3	MSP1	MSP2	
Klasifikasi asal ^a	Individu	SP1	10	0	0	0	0	10
		SP2	0	10	0	0	0	10
		SP3	0	0	8	0	0	8
		MSP1	0	0	0	10	0	10
		MSP2	0	0	0	0	4	4
	%	SP1	100.0	.0	.0	.0	.0	100.00
		SP2	.0	100.0	.0	.0	.0	100.00
		SP3	.0	.0	100.0	.0	.0	100.00
		MSP1	.0	.0	.0	100.0	.0	100.00
		MSP2	.0	.0	.0	.0	100.0	100.00
Pengesahan silang ^{b,c}	Individu	SP1	10	0	0	0	0	10
		SP2	0	10	0	0	0	10
		SP3	0	0	8	0	0	8
		MSP1	1	0	0	9	0	10
		MSP2	0	0	0	1	3	4
	%	SP1	100.0	.0	.0	.0	.0	100.00
		SP2	.0	100.0	.0	.0	.0	100.00
		SP3	.0	.0	100.0	.0	.0	100.00
		MSP1	10.0	.0	.0	90.0	.0	100.00
		MSP2	.0	.0	.0	25.0	75.0	100.00

- a. 100% kes kumpulan telah diklasifikasikan dengan betul.
- b. Pengesahan silang hanya dilakukan ke atas kes-kes dalam analisis. Dalam pengesahan silang, setiap kes diklasifikasikan oleh fungsi yang diperolehi daripada semua kes yang lain.
- c. 95.2% kes kumpulan pengesahan silang telah diklasifikasikan dengan betul.

Jadual 11 Pekali komponen prinsipal (PC loading) antara spesies harvestmen menggunakan Nisbah Satu.

Parameter	PC1	PC2	PC3	PC4
EyeW/ MaxLDS	0.124	0.194	0.541	-0.080
DBEye/ MaxLDS	0.079	0.212	0.571	-0.176
MaxLPro/ MaxLDS	0.229	-0.318	0.025	0.253
MaxWPro/ MaxLDS	0.276	0.098	0.000	-0.034
MaxLOpi/ MaxLDS	-0.229	0.318	-0.025	-0.253
MaxWOpi/ MaxLDS	0.134	-0.099	-0.443	-0.457
PedipalpL/ MaxLDS	0.243	-0.076	0.189	0.240
CheliceraeL/ MaxLDS	0.234	-0.114	0.067	-0.173
RadC1/ MaxLDS	0.251	-0.186	-0.036	0.080
RadC2/ MaxLDS	0.257	-0.076	-0.057	0.241
RadC3/ MaxLDS	0.223	-0.293	0.117	-0.037
RadCIV/ MaxLDS	0.197	-0.331	0.067	-0.243
DBC1-2/ MaxLDS	0.266	-0.026	0.038	0.018
DBC2-3/ MaxLDS	0.216	0.004	-0.076	-0.380
DB C3-4/ MaxLDS	0.222	0.009	0.078	-0.458
PatellaL/ MaxLDS	0.264	0.157	-0.077	0.184
FemurL/ MaxLDS	0.236	0.300	-0.155	0.058
TibiaL/ MaxLDS	0.233	0.312	-0.165	0.062
TarsusL/ MaxLDS	0.226	0.294	-0.222	0.119
MetatarsusL/ MaxLDS	0.226	0.377	-0.029	0.048
Nilai eigen	11.780	2.474	2.267	0.846
% variasi	58.9	12.4	11.3	4.2
% Kumulatif variasi	58.9	71.3	82.6	86.8

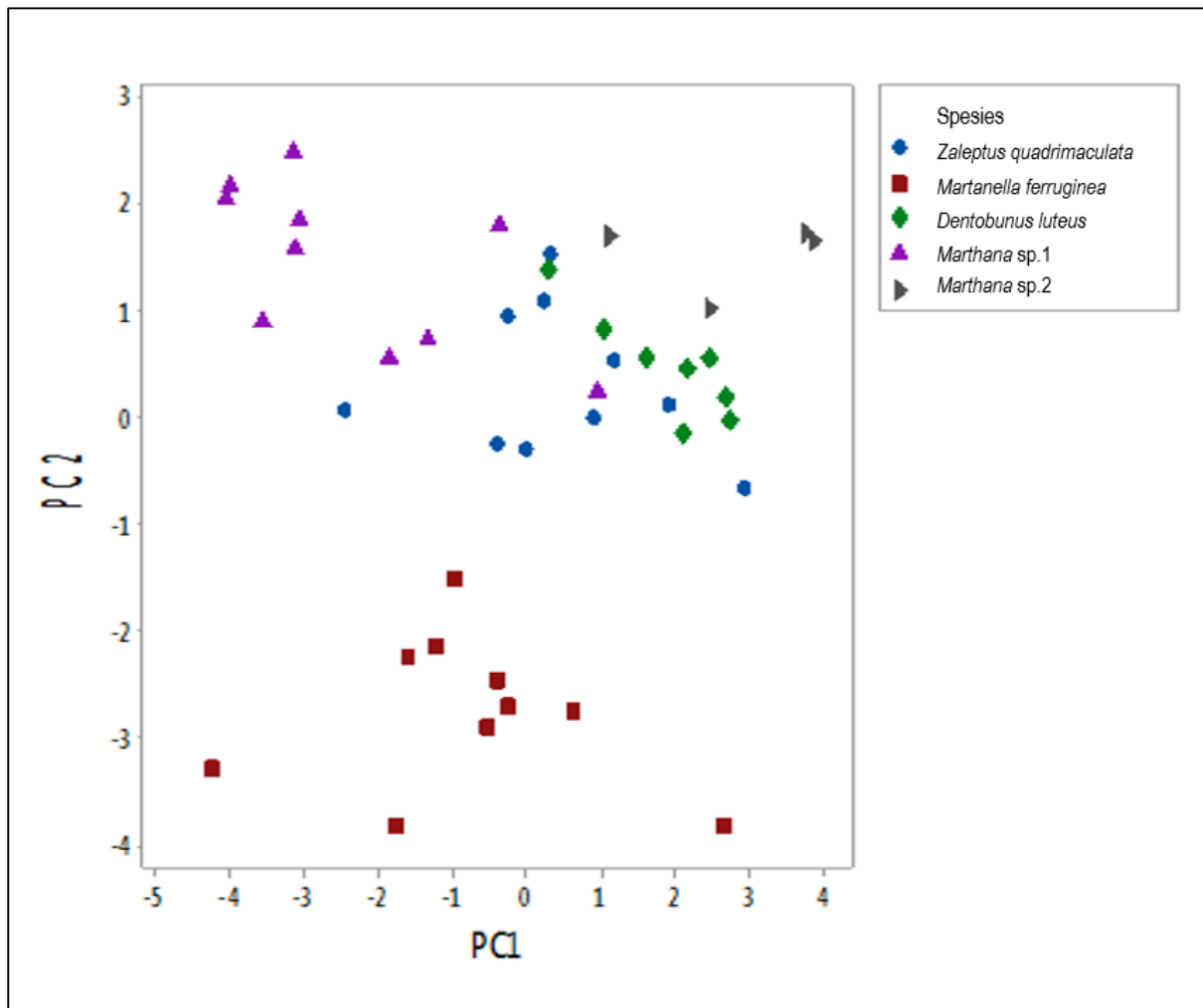


Rajah 6 Plot skor PC1 melawan PC2 antara spesies harvestmen di Lata Jarum menggunakan Nisbah Satu.

Jadual 12 Pekali komponen prinsipal (PC loading) bagi spesis harvestmen menggunakan Nisbah Dua.

Parameter	PC1	PC2	PC3	PC4
EyeW/MaxWPro	-0.023	-0.499	0.170	-0.205
DBEye/MaxWPro	-0.042	-0.514	0.132	-0.185
MaxLPro/MaxWPro	-0.345	0.166	0.138	-0.295
MaxLPro/MaxLOpi	0.168	0.289	0.443	-0.196
MaxWPro/MaxWOpi	0.172	-0.232	0.518	0.131
MaxLOpi/MaxWOpi	-0.223	-0.428	0.045	0.116
PedipalpL/MaxLPro	0.316	-0.065	0.366	0.035
CheliceraeL/MaxLPro	0.255	-0.175	-0.239	0.020
RadCI/MaxLPro	0.320	0.146	0.044	-0.200

RadC2/MaxLPro	0.348	0.128	0.092	0.126
RadC3/MaxLPro	0.258	-0.013	-0.004	-0.557
RadC4/MaxLPro	0.190	-0.067	-0.318	-0.538
DBC1-C2/MaxLPro	0.366	-0.055	0.021	0.225
DBC2-C3/MaxLPro	0.293	-0.036	-0.240	0.252
DBC3-C4/MaxLPro	0.245	-0.237	-0.340	0.060
Nilai eigen	5.008	3.082	1.852	1.291
% variasi	33.4	20.5	12.4	8.6
% Kumulatif variasi	33.4	53.9	66.3	74.9



Rajah 7 Plot skor PC1 melawan PC2 antara spesies harvestmen di Lata Jarum menggunakan Nisbah Dua.