

**KEPELBAGAIAN DAN KELIMPAHAN *Onthophagus* sp.  
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) DI LADANG KELAPA SAWIT  
KG. BETING DAN HUTAN UiTM CAWANGAN NEGERI SEMBILAN, MALAYSIA**  
[DIVERSITY AND ABUNDANCE OF *Onthophagus* sp.  
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) IN KG. BETING'S OIL PALM PLANTATION  
AND UiTM CAWANGAN NEGERI SEMBILAN FOREST, MALAYSIA]

**Sarah Shazwani Zakaria<sup>1,2</sup>, Nurfarahin Zaidi<sup>1</sup>, Nur Syafiqah Abdul Ghani<sup>1</sup>,  
Nur Aina Munirah Ab Baki<sup>1</sup>, Nurshahira Ruslan<sup>1</sup> & Nur Hasyimah Ramli<sup>1,2\*</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Pengajian Biologi,  
Fakulti Sains Gunaan,  
Universiti Teknologi MARA Cawangan Negeri Sembilan,  
Kampus Kuala Pilah, 72000 Kuala Pilah,  
Negeri Sembilan, Malaysia  
<sup>2</sup>ECONATREA, Pusat Pengajian Biology,  
Fakulti Sains Gunaan,  
Universiti Teknologi MARA Cawangan Negeri Sembilan,  
Kampus Kuala Pilah, 72000 Kuala Pilah,  
Negeri Sembilan, Malaysia

\*Email pengarang berutusan: [nurhasyimah@uitm.edu.my](mailto:nurhasyimah@uitm.edu.my)

Pengantaran: 1 Julai 2022; Penerimaan: 25 Oktober 2022

### ABSTRAK

Kumbang najis merupakan serangga yang bermanfaat pada semua ekosistem termasuk ekosistem pertanian. Kajian ini bertujuan untuk menentukan kepelbagaian dan kelimpahan spesies *Onthophagus* di ladang sawit Kg. Beting dan hutan Universiti Teknologi MARA Cawangan Negeri Sembilan, Malaysia (hutan UiTM). Sejumlah 15 perangkap lubang berumpan telah dipasang dan dibiarkan semalaman dalam tempoh tiga hari bagi setiap sesi persampelan selama dua minggu. Kemudian, sampel yang terperangkap telah dikumpulkan, diawet dan dicamkan. Hasilnya, sejumlah 302 individu daripada 21 spesies telah dikumpulkan dengan hanya 11 spesies telah dikenalpasti. Spesies *Onthophagus* yang direkodkan di hutan UiTM menunjukkan nilai indeks Shannon-Wiener ( $H'$ )=1.841; indeks kesamarataan ( $E$ )=0.9002 dan indeks Margalef ( $R'$ )=2.164 iaitu terdiri daripada *O. semifex*, *O. recticornutus*, *O. rutilans*, *O. rugicollis*, *Onthophagus* sp. 8, *Onthophagus* sp. 9 dan *Onthophagus* sp. 10. Secara keseluruhan, semua spesies yang ditemui dalam kajian ini direkodkan di ladang sawit ( $H'$ =1.628;  $E'$ =0.2829;  $R'$ =3.008) kecuali *Onthophagus* sp. 8, *Onthophagus* sp. 9 and *Onthophagus* sp. 10. Spesies lain yang didapati di ladang sawit adalah *O. peninsularis*, *O. crassicolis*, *O. waterstradti*, *O. pacificus*, *O. cf. pacificus* 2, *O. insicus*, *O. cervus*, *Onthophagus* sp. 1 – 7. Kelimpahan kumbang najis tertinggi yang direkodkan adalah *O. rugicollis* (116 individu) dan terendah adalah *O. peninsularis*, *O. cervus*, *Onthophagus* sp. 1, *Onthophagus* sp. 2 dan *Onthophagus* sp. 3 dengan hanya 1 individu setiap satu. Data awal ini boleh dijadikan

sebagai sumber rujukan dalam kajian kepelbagaian dan kelimpahan kumbang najis yang direkodkan di Kuala Pilah, Negeri Sembilan.

**Kata kunci:** *Onthophagus*, perangkap lubang, korelasi, hutan, ladang kelapa sawit

### ABSTRACT

Dung beetle is a beneficial insect, which is found in almost all ecosystem types including agroecosystem. This study aims to identify the diversity and abundance of *Onthophagus* species in the oil palm plantations of Kg. Beting and Universiti Teknologi MARA Cawangan Negeri Sembilan Forest, Malaysia (UiTM forest). A total of 15 pitfall traps were installed and left overnight within three days for each two-week sampling session. Later, the trapped samples were collected, preserved and identified. The result is a total of 302 individuals from 21 species were collected with only 11 species identified. *Onthophagus* species recorded in the UiTM forest showed the values of Shannon-Wiener index ( $H'$ )=1.841; Evenness index ( $E$ )=0.9002 and Margalef index ( $R'$ )=2.164 which consisted of *O. semifex*, *O. recticornutus*, *O. rutilans*, *O. rugicollis*, *Onthophagus* sp. 8, *Onthophagus* sp. 9 and *Onthophagus* sp. 10. Overall, all species found during this research was recorded at oil palm plantations ( $H'$ =1.628;  $E'$ =0.2829;  $R'$ =3.008) except *Onthophagus* sp. 8, *Onthophagus* sp. 9 and *Onthophagus* sp. 10. Other species found in oil palm plantations are *O. peninsularis*, *O. crassicolis*, *O. waterstradii*, *O. pacificus*, *O. cf. pacificus* 2, *O. insicus*, *O. cervus*, *Onthophagus* sp. 1 – 7. The highest dung beetle abundance recorded was *O. rugicollis* (116 individuals) and the lowest were *O. peninsularis*, *O. cervus*, *Onthophagus* sp. 1, *Onthophagus* sp. 2 and *Onthophagus* sp. 3 with only 1 individual each. This preliminary data can be used as a source of reference in studies related to the diversity and abundance of the dung beetles recorded in Kuala Pilah, Negeri Sembilan.

**Keywords:** *Onthophagus*, pitfall trap, correlation, forest, oil palm plantations

### PENGENALAN

Kumbang scarab tergolong dalam famili Scarabaeidae yang terdiri daripada lebih 30,000 spesies di seluruh dunia (Shah et al. 2021). Antara jenis-jenis kumbang yang terkenal dalam famili Scarabaeidae ialah kumbang scarab, kumbang najis dan kumbang “Chafer”. Lebih 8000 spesies kumbang najis telah dikenalpasti di benua kecuali Antartika. Di Malaysia, sebanyak 97 spesies kumbang najis telah direkodkan dan beberapa kajian kepelbagaian kumbang najis di Malaysia telah dijalankan di pelbagai jenis habitat seperti ekosistem hutan primer dan tanah pertanian (Doll et al. 2014) serta di hutan terganggu (Yamada et al. 2014). Kepelbagaian dan taburan kumbang najis ini turut dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti aras ketinggian, arah kardinal dan lain-lain (Arriaga-Jiménez et al. 2018). Contohnya, kelimpahan *Onthophagus nuchicornis*, koprofaj umum yang berasal dari Paleartik yang telah tersebar secara meluas di Amerika Utara. Di utara Amerika Utara, kelimpahannya amat tinggi, mewakili 80% atau lebih komuniti kumbang najis di latitud melebihi 44N di Amerika Syarikat Barat (Jones et al. 2019) dan kira-kira 40% daripada kumbang najis di padang rumput asli di Alberta (Manning & Cutler 2020).

Dari sudut morfologinya, kumbang najis menunjukkan ciri seperti berikut; bersaiz antara 2 mm hingga 60 mm (0.1 inci – 2.5 inci) dengan variasi warna coklat ke hitam hingga merah, serta berwarna merah metalik atau hijau metalik (San 2019). Menurut Fuzessy et al. (2021), terdapat perbezaan saiz kumbang najis dalam genus yang sama terutamanya antara

spesies dari kawasan tropika yang berbeza (contohnya: Neotropik vs. Afrotropik). Menurut San (2019), kumbang najis jantan bertarung menggunakan tanduk yang terletak di toraks sebagai senjata dan kaki hadapannya yang lasak turut digunakan untuk bertarung dan menggali. Selain itu, terdapat taji di bahagian belakang kakinya yang digunakan untuk menggolek najis menjadi bebola najis. Kebanyakan kumbang najis boleh mengembara beribu-ribu batu dan dianggap sebagai penerbang yang kuat kerana mereka mempunyai sayap panjang yang terlipat di bawah sayap luar yang keras (elitra) dan struktur ini adalah penting bagi membolehkan pencarian tompokan najis yang betul. Kumbang scarab boleh dibezakan daripada kumbang lain melalui struktur antenanya yang bersegmen dan di penghujung antena berakhir dengan plat bujur yang mempunyai tiga hingga tujuh daun yang boleh dikembangkan.

Selain ciri morfologinya, ia turut dikaitkan dengan tingkah laku bersarang kumbang najis. Tingkah laku bersarang dikaitkan dengan penggunaan sumber makanan. Perubahan kepelbagaian kumbang najis dapat dilihat melalui pembahagian sumber dan pengkhususan nic (Thanasingh & Ambrose 2011). Berdasarkan kajian oleh Saha et al. (2021), kumbang najis dikategorikan kepada tiga kumpulan berfungsi iaitu kumbang penggolek, kumbang penggali dan kumbang penghuni. Ia dikelaskan mengikut cara penggunaan sumber dalam aktiviti pembiakan serta mengikut piawai jenis sarang yang dibina oleh setiap spesies kumbang najis tersebut. Kumbang penggolek adalah kumbang najis yang menggulung makanan menjadi bebola di permukaan tanah pada suatu jarak yang agak jauh sehingga ia berhenti di suatu tempat dan menanamnya ke dalam tanah. Selain menggolek, kumbang najis betina menggunakan bebola induk tersebut untuk bertelur atau dijadikan sebagai makanan bagi kumbang najis dewasa (Hernández et al. 2020). Manakala bagi kumbang penggali, najis dibawa masuk ke dalam terowong tanah yang dibina dengan menggali bahagian tepi atau bawah timbunan tanah. Pembinaan terowong tersebut secara tidak langsung membolehkan pengudaraan dan penghidratan tanah serta mencampurkan nutrien yang terdapat dalam najis, bangkai haiwan dan buah-buahan yang tertanam di ruangan tersebut (Hernández et al. 2019). Seterusnya kumbang penghuni tidak akan menggolek atau menggali makanan, sebaliknya mereka terus menggunakan tompokan najis tersebut sebagai tempat tinggalnya, bertelur dan membesarkan anak-anak (Cambefort & Hanski 1991). Selain tingkah laku bersarang, kumbang najis turut dibahagikan mengikut corak aktivitinya seperti proses eksploitasi sumber pada waktu malam (pemakan nokturnal) dan eksploitasi sumber pada waktu siang (pemakan diurnal) (Iannuzzi et al. 2016).

Hutan Universiti Teknologi MARA (UiTM) Cawangan Negeri Sembilan yang terletak di Mukim Parit Tinggi adalah sebahagian daripada Hutan Simpan Pelangai, Kuala Pilah Negeri Sembilan. Keunikan hutan ini berada dalam kawasan institusi akademik serta di kelilingi oleh penempatan masyarakat dan juga ladang pertanian. Kawasan ini secara tidak langsung menyediakan pelbagai jenis ekosistem bagi kajian kepelbagaian dan kelimpahan flora dan fauna. Abdullah & Azmir (2021) mendapati kepelbagaian kumbang scarab di kawasan sub-hutan adalah lebih tinggi berbanding kepelbagaian di kawasan hutan berhampiran Hutan Simpan Pelangai. Hasil kajian-kajian yang dinyatakan sebelum ini (Arriaga-Jime'nez et al. 2018; Doll et al 2014; Jones et al. 2019; Manning & Cutler 2020; Yamada et al. 2014) jelas menunjukkan kepelbagaian serta taburan kumbang najis yang tinggi, malahan, kepelbagaian dan taburan tinggi ini boleh dipengaruhi oleh ciri-ciri morfologi serta pelbagai tingkahlaku kumbang najis itu sendiri. Justeru itu, kajian ini dijalankan bagi mengenalpasti kepelbagaian dan kelimpahan spesies *Onthophagus* di ladang sawit dan hutan UiTM bagi meningkatkan kefahaman berkaitan spesies tersebut.

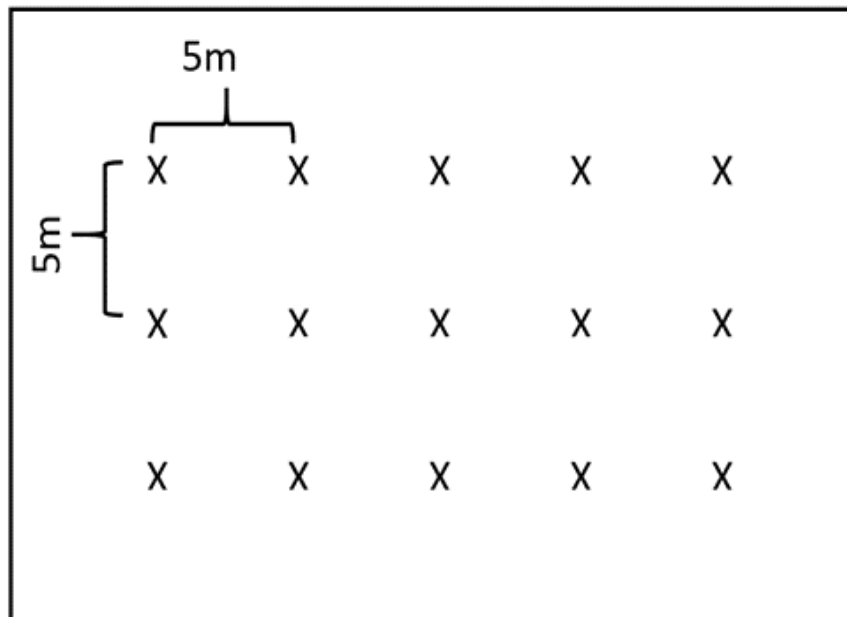
## BAHAN DAN KAEDAH

### Lokasi Kajian

Kajian ini telah dijalankan di dua kawasan berbeza iaitu di ladang kelapa sawit Kg. Beting dan hutan UiTM Cawangan Negeri Sembilan, Malaysia (hutan UiTM). Pemilihan kedua-dua stesen persampelan adalah berdasarkan kepada perbezaan daripada sudut; hutan UiTM (habitat tidak terganggu, hutan simpan) dan ladang sawit (habitat terganggu, monokultur). Penentuan koordinat telah dijalankan dikedua-dua stesen persampelan menggunakan *Global Positioning Sistem* (GPS) iaitu 2°47'41.5"N 102°13'04.4"E (hutan UiTM) dan 2°46'45.8"N 102°14'24.7"E (ladang kelapa sawit Kg. Beting).

### Persampelan Kumbang Najis

Spesies *Onthophagus* telah dikumpulkan menggunakan perangkap lubang berumpan. Sebanyak 15 perangkap lubang berumpan telah ditanam secara rawak di setiap stesen dengan jarak minimum lima meter antara satu sama lain (Rajah 1). Kaedah ini merupakan modifikasi daripada Muhaimin et al. (2015) dan Nur Hasyimah et al. (2018). Kaedah yang sama telah diulang untuk replikasi kedua.



Rajah 1. Kaedah persampelan

Sebanyak 15 lubang telah digali menggunakan cangkul berbentuk bulat di setiap stesen persampelan. Seterusnya, perangkap lubang berumpan yang dibina menggunakan baldi (diameter: 17.5 cm, ukur lilit: 63 cm, dan tinggi: 15.5 cm) telah ditanam ke dalam lubang tersebut. Ia telah ditanam sehingga rim baldi adalah sebaris dengan permukaan tanah (Muhaimin et al. 2015). Ikan busuk telah digunakan sebagai umpan dengan merujuk kepada Din et al. (2019). Umpan ikan busuk ini telah dimasukkan ke dalam cawan polistirena dan diletakkan di bahagian tengah perangkap. Perangkap lubang berumpan ini kemudiannya telah diisi dengan larutan detergen cecair (1/4 daripada isipadu baldi) bagi mengurangkan risiko kehilangan sampel dan terperangkap di dalamnya sehingga aktiviti pengumpulan dijalankan. Seterusnya, perangkap lubang berumpan telah dibiarkan semalaman dan pengumpulan sampel telah dijalankan setiap 24 jam selama tiga hari. Aktiviti ini telah dijalankan selama dua minggu.

Kemudian, sampel telah disimpan di dalam botol bersaiz 500 ml berisi larutan alkohol 70% dan dihantar ke makmal penyelidikan di UiTM Cawangan Negeri Sembilan, kampus Kuala Pilah.

### Pengasingan Sampel dan Pengecaman Spesies

Serangga yang terperangkap di dalam perangkap lubang berumpan telah diasingkan di makmal dan sampel spesies *Onthophagus* telah diasingkan ke dalam piring berbeza yang diisi dengan larutan alkohol 70% dengan menggunakan forsep. Setiap pinggan tersebut telah dilabel dan direkodkan. Beberapa ciri asas spesies *Onthophagus* yang telah digunakan semasa proses pengasingan ialah berwarna gelap dengan tiga pasang kaki, berbentuk cembung, bulat telur atau memanjang dengan tungkai bertarsi, bersayap keras dan lain-lain.

Seterusnya, setiap sampel spesies *Onthophagus* yang terkumpul telah dikenalpasti dengan merujuk kepada Ek-Amnuay (2008). Hasil pengelasan tersebut telah direkodkan dan proses pengimejan dilakukan dengan menggunakan kamera Huawei Nova 5i dan mikroskop pembedahan. Setiap data pengecaman kumbang najis telah direkodkan.

### Analisis Data

Setiap data yang telah dicamkan kepada spesies *Onthophagus* direkodkan di dalam Microsoft Excel 2019 dan Microsoft Word 2019. Minitab 17 telah digunakan untuk menjalankan analisis ANOVA sehalu dan ujian T.

## HASIL

### Kepelbagaian dan Kelimpahan Spesies *Onthophagus* Di Hutan Uitm dan Ladang Kelapa Sawit, Kg. Beting

Sejumlah 302 individu kumbang najis telah direkodkan dari hutan UiTM dan ladang sawit, Kg. Beting. Setiap individu kumbang najis telah dikelaskan mengikut spesies masing-masing seperti di Jadual 1. Daripada keseluruhan individu tersebut, sebanyak 11 spesies telah dikenalpasti, manakala 10 spesies lain hanya berjaya dikenalpasti hingga ke peringkat morfospesies. Berdasarkan hasil, *Onthophagus rugicollis* (116 individu) menunjukkan kelimpahan tertinggi yang telah direkodkan di kedua-dua tapak kajian, manakala *O. peninsularis*, *O. cervus*, *Onthophagus* sp. 1, *Onthophagus* sp. 2 dan *Onthophagus* sp. 3 adalah spesies paling sedikit direkodkan masing-masing dengan hanya satu individu sahaja. Secara keseluruhan, hasil yang diperolehi menunjukkan bahawa jumlah kelimpahan spesies di ladang sawit adalah lebih tinggi iaitu sebanyak 286 individu (18 spesies; 94.7%) daripada keseluruhan sampel (302 individu) berbanding hutan UiTM dengan hanya 16 individu (7 spesies; 5.3%).

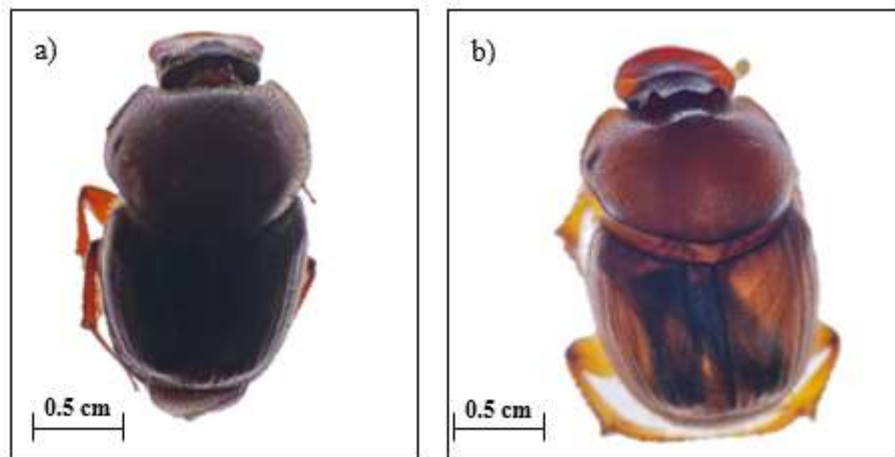
Jadual 1 Kepelbagaian dan kelimpahan spesies *Onthophagus* di hutan UiTM dan ladang kelapa sawit, Kg. Beting

Bil	Spesies	Hutan UiTM	Ladang Kelapa Sawit	Total
1	<i>Onthophagus peninsularis</i>	0	1	1
2	<i>Onthophagus semifex</i>	2	2	4
3	<i>Onthophagus recticornutus</i>	1	25	26
4	<i>Onthophagus rutilans</i>	4	2	6
5	<i>Onthophagus crassicolis</i>	0	15	15
6	<i>Onthophagus waterstradti</i>	0	8	8
7	<i>Onthophagus pacificus</i>	0	3	3
8	<i>Onthophagus</i> cf. <i>pacificus</i> 2	0	2	2
9	<i>Onthophagus insicus</i>	0	97	97

10	<i>Onthophagus rugicollis</i>	1	115	116
11	<i>Onthophagus cervus</i>	0	1	1
12	<i>Onthophagus</i> sp. 1*	0	1	1
13	<i>Onthophagus</i> sp. 2*	0	1	1
14	<i>Onthophagus</i> sp. 3*	0	1	1
15	<i>Onthophagus</i> sp. 4*	0	4	4
16	<i>Onthophagus</i> sp. 5*	0	2	2
17	<i>Onthophagus</i> sp. 6*	0	2	2
18	<i>Onthophagus</i> sp. 7*	0	4	4
19	<i>Onthophagus</i> sp. 8*	2	0	2
20	<i>Onthophagus</i> sp. 9*	3	0	3
21	<i>Onthophagus</i> sp. 10*	3	0	3
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>286</b>	<b>302</b>

\*tidak dikenalpasti

Di hutan UiTM, *O. rutilans* telah direkodkan sebagai spesies dominan dengan empat individu (25%), diikuti oleh *Onthophagus* sp. 9 dan *Onthophagus* sp. 10 masing-masing dengan tiga individu (18.7%). Spesies kumbang najis yang direkodkan dengan hanya satu individu (6.25%) sahaja ialah *O. recticornutus* dan *O. rugicollis*. Manakala, di ladang sawit, *O. rugicollis* merupakan spesies dominan dengan 115 individu (40.2%), diikuti oleh *O. insicus* dengan 97 individu (33.92%) dan *O. recticornutus* (25 individu, 8.74%). Spesies kumbang najis yang direkodkan dengan hanya satu individu sahaja ialah *O. peninsularis*, *O. cervus*, *Onthophagus* sp. 1, *Onthophagus* sp. 2 dan *Onthophagus* sp. 3 (Rajah 2a-b).



Rajah 2. Spesies *Onthophagus* yang terdapat di kedua-dua tapak persampelan; a) *Onthophagus* sp. 2, dan b) *Onthophagus* sp. 3

Berdasarkan hasil, indeks Shannon-Wiener ( $H'$ , kepelbagaian), indeks kesamarataan ( $E$ ) dan indeks Margalef ( $R'$ , kekayaan) spesies *Onthophagus* telah dianalisis (Jadual 2). Kumbang najis di ladang sawit menunjukkan nilai kepelbagaian dan kekayaan tertinggi ( $H'=1.841$ ;  $R'=3.008$ ) berbanding di hutan UiTM ( $H'=1.628$ ;  $R'=2.164$ ). Kumbang najis di hutan UiTM menunjukkan nilai kesamarataan tertinggi dengan  $E'=0.9002$  berbanding di ladang sawit dengan nilai kesamarataan sebanyak  $E'=0.2829$ . Selain itu, terdapat perbezaan yang

signifikan ditunjukkan antara kelimpahan spesies *Onthophagus* dikedua-dua tapak persampelan tersebut dengan  $P=0.00$  ( $P<0.05$ ).

Jadual 2. Indeks kepelbagaian, kesamarataan dan kekayaan *Onthophagus* sp.

Nilai	Hutan UiTM	Ladang Kelapa Sawit
$H'$	1.628	1.841
$E$	0.9002	0.2829
$R'$	2.164	3.008

\* $H'$ = Indeks kepelbagaian;  $E'$ = Indeks kesamarataan;  $R'$ = Indeks kekayaan

## PERBINCANGAN

Berdasarkan hasil, kebanyakan spesies kumbang najis yang ditemui di ladang sawit tidak direkodkan di hutan UiTM, begitu juga sebaliknya. Terdapat pelbagai faktor yang mungkin mempengaruhi kepelbagaian dan kelimpahan spesies *Onthophagus* di kedua-dua kawasan kajian termasuk jenis tanah, kepelbagaian dan lapisan tumbuhan, sumber makanan (Davis & Scholtz 2020), suhu dan jumlah hujan (Dislich et al. 2017; Gebert et al. 2020), faktor tingkahlaku memindahkan sumber untuk tujuan bersarang dan pemakanan, perubahan keadaan alam sekitar, tempoh aktiviti diet dan jenis habitatnya sama ada hutan primer atau sekunder (Sarmiento-Garces & Hernandez 2021). Menurut Escobar et al. (2006), perbezaan aras ketinggian turut merupakan antara faktor yang mempengaruhi kepelbagaian kumbang najis. Kepelbagaian spesies tersebut adalah lebih tinggi di aras ketinggian tengah dan rendah disebabkan oleh kebolehannya beradaptasi dengan perubahan persekitaran berbeza.

### Kepelbagaian dan Kelimpahan Spesies *Onthophagus* Di Hutan UiTM

Rekod kepelbagaian dan kelimpahan spesies *Onthophagus* di hutan UiTM menunjukkan perbezaan yang amat ketara berbanding di ladang sawit, Kg. Beting. Dalam kajian ini, umpan merupakan faktor yang mempengaruhi bilangan individu spesies *Onthophagus* yang rendah direkodkan di tapak persampelan ini. Ikan busuk telah digunakan sebagai umpan kerana ia mudah diperolehi. Hasil ini turut disokong oleh Filgueiras et al. (2011) yang menyatakan semakin kuat bau busuk yang dihasilkan oleh ikan, ia akan menjadi umpan yang lebih baik dalam menarik lebih banyak kumbang najis ke dalam perangkap. Berdasarkan pemantauan, kebanyakan umpan yang diletakkan di dalam perangkap lubang telah hilang setiap kali persampelan dijalankan. Ini adalah disebabkan oleh gangguan haiwan-haiwan liar seperti monyet dan babi yang dipercayai berkeliaran di kawasan tersebut. Kehilangan umpan yang dijadikan sebagai penarik kumbang najis ini telah mengurangkan daya tarik kumbang najis untuk memasuki perangkap lubang tersebut.

Seterusnya, struktur lantai hutan dengan kandungan sumber bahan organik dalam tanah melalui penguraian dedaun yang gugur di lantai hutan memberi kesan negatif kepada aktiviti bersarang *Onthophagus* (Nichols et al. 2013). Peratus dedaun kering tersebut menjadi satu elemen penarik yang mempengaruhi taburan kumbang najis. Namun begitu, perbezaan bilangan dedaun kering yang tertabur tersebut akan mempengaruhi spesies kumbang najis tertentu sahaja (Silva & Hernandez 2016). Pernyataan tersebut turut disokong oleh Campos & Hernandez (2013) yang menyatakan saiz dan jarak antara pokok, peratus daun kering dan bilangan pokok yang banyak menjadi penentu kepada taburan kumbang najis. Menurut Chamberlain et al. (2015), taburan, kepelbagaian dan kelimpahan serangga ini juga bergantung kepada strategi bersarang mereka. Ia bertentangan dengan hasil kajian ini yang memperlihatkan bahawa

kelimpahan dan kepelbagaian spesies *Onthophagus* adalah lebih tinggi di kawasan yang dipenuhi dengan tumbuhan seperti di dalam hutan dan semak samun berbanding dengan kawasan yang berbatu.

Selain itu, pemerhatian di sekitar tapak persampelan di hutan UiTM mendapati tiada kesan tinggalan najis haiwan tertabur di sekitarnya. Ia mungkin menjadi salah satu faktor penyumbang kepada bilangan *Onthophagus* yang rendah. Hasil ini turut disokong melalui kajian oleh Arellano et al. (2015) yang menekankan kepentingan jenis najis haiwan sebagai salah satu faktor yang boleh mempengaruhi aktiviti bersarang dan pemakanan kumbang najis, sekaligus memberi kesan kepada kelimpahan dan taburan spesies ini. Namun, terdapat spesies seperti *Onthophagus lecontei* yang berkebolehan mengubahsuai sumber makanannya melalui kebolehannya bersarang dan membiak dalam pelbagai jenis najis mamalia. Walau bagaimanapun, tidak semua kumbang najis mampu beradaptasi seperti *O. lecontei* kerana setiap komposisi najis adalah berbeza dan ia turut bergantung kepada aras penyesuaian oleh kumbang najis tertentu (Tonelli et al. 2021). Maka, ia jelas membuktikan bahawa terdapat perhubungan positif antara taburan dan kepelbagaian spesies kumbang najis dengan aktiviti bersarang dan pemakanan mereka dan sekaligus menyokong hasil kajian ini.

### **Kepelbagaian dan Kelimpahan Spesies *Onthophagus* di Ladang Sawit, Kg. Beting**

Kepelbagaian dan kelimpahan yang tinggi di ladang sawit, Kg. Beting telah direkodkan dalam kajian ini. *Onthophagus rugicollis* telah dijumpai di kedua-dua tapak persampelan. Hasil ini disokong oleh Goh et al. (2019) yang menyatakan bahawa *O. rugicollis* biasanya dijumpai di kedua-dua hutan tanah pamah dipterokarpa primer dan terganggu. Ini membuktikan bahawa taburan spesies tersebut untuk bermandiri adalah tidak terhad kepada habitat tidak terganggu sahaja dan ia turut dikelaskan sebagai jenis penggali yang aktif pada waktu siang (Raine et al. 2018). *Onthophagus incisus* dan *O. recticornutus* merupakan spesies kumbang najis yang bersaiz kecil dengan kelimpahan yang tinggi di habitat terganggu atau hutan sekunder (Aruchunnan et al. 2016; Muhaimin et al. 2015). Kehadiran kumbang najis yang bersaiz besar dalam kelimpahan yang lebih tinggi menunjukkan bahawa kawasan tersebut adalah tidak terganggu. Selain itu, ia turut dipengaruhi oleh ketersediaan sumber makanan dan perbezaan saiz najis mamalia. Oleh itu, kumbang najis yang bersaiz kecil lebih banyak ditemui di habitat yang terganggu disebabkan oleh jumlah najis atau sumber makanan yang terhad tersedia untuk kumbang najis bersaiz besar (Halffter & Arellano 2002).

Berdasarkan kajian yang dijalankan oleh Luqman et al. (2018), terdapat pelbagai spesies serangga yang direkodkan di kawasan ladang sawit termasuk *Onthophagus*. Terdapat dua spesies yang telah direkodkan di ladang sawit Lekir, Perak iaitu *O. rorarius* dan *O. orientalis*. Selain itu, terdapat kelimpahan dan kepelbagaian *Onthophagus* di ladang kelapa sawit Kotawaringin Barat, Kalimantan yang didominasi oleh spesies bersaiz kecil iaitu *O. incisus*, *O. semiaureus*, *O. obscurior*, *O. ventralis*, *O. waterstradi*, *O. rudis*, *O. luridipennis*, *O. trituber*, *O. liliputanus*, *O. crassicollis*, *O. orientalis*, *O. recticornutus*, *O. foedus*, *O. echinus*, *O. limbatus* dan *O. vigilans* (Sa'roni et al. 2020). Hasil kajian oleh Slade et al. (2016) menunjukkan bahawa kumbang najis yang bersaiz besar semakin berkurangan disebabkan oleh faktor perubahan alam sekitar dan kekurangan sumber makanan.

Pemilihan ladang sawit dalam kajian ini adalah sebagai model tapak persampelan monokultur dan habitat bukan semulajadi (Nur Hasyimah et al. 2019) yang memperlihatkan hasil kajian ini dapat dibandingkan dengan habitat tidak terganggu iaitu hutan UiTM. Asalnya, ladang sawit merupakan habitat hutan tropika yang diubahsuai kepada kawasan pertanian. Transformasi ekosistem ini memberi kesan yang ketara terhadap kepelbagaian dan taburan



pelbagai jenis kumbang najis iaitu melalui peningkatan suhu ( $>42^{\circ}\text{C}$ ) pada waktu siang (Peyras et al. 2013). Oleh itu, tapak persampelan ini adalah kawasan yang amat sesuai untuk diukur dan dipantau bagi melihat kesan modifikasi habitat terhadap serangga terutamanya kumbang najis. Menurut Luqman et al. (2018), kepelbagaian spesies *Onthophagus* adalah lebih tinggi di kawasan kelapa sawit yang muda berbanding kawasan kelapa sawit yang berusia. Tumbuh-tumbuhan renek serta rumput menjadi satu elemen penting dalam mempengaruhi kepelbagaian dan kelimpahan spesies ini.

Filgueiras et al. (2011) menyatakan bahawa spesies *Onthophagus* adalah terlalu sensitif kepada fragmentasi dan kehilangan habitat. Kedua-dua faktor ini akan memberi impak negatif kepada kelimpahan dan struktur badan serangga kecil ini. Walaubagaimanapun, hasil kajian ini menunjukkan peningkatan kepelbagaian dan kelimpahan kumbang najis di ladang kelapa sawit yang melibatkan perubahan persekitaran asal kepada kawasan pertanian yang lebih terbuka dan terganggu, dan sekaligus ia bertentangan dengan beberapa kajian lampau. Fuzessy et al. (2021) menyatakan bahawa aktiviti antropogenik terhadap hutan akan memberi kesan buruk kepada kelimpahan, kepelbagaian dan taburan spesies *Onthophagus* disebabkan oleh pengurangan kepelbagaian dan kelimpahan haiwan lain seperti mamalia. Secara umumnya, kumbang najis tidak dapat menakluki kawasan hutan yang telah diubahsuai disebabkan oleh peningkatan suhu ketara (Peyras et al. 2013).

### **Indeks Kepelbagaian, Kesamarataan dan Kekayaan Spesies *Onthophagus***

Kepelbagaian spesies ialah bilangan spesies berbeza dalam kawasan tertentu yang diukur dengan beberapa ukuran kelimpahan seperti bilangan biojisim atau individu (Bynum 2009). Kepelbagaian kumbang najis yang lebih tinggi di ladang kelapa sawit, Kg. Beting berbanding hutan UiTM adalah selari dengan Davis & Philips (2005). Ia turut disokong oleh Edwards et al. (2013) yang melaporkan bahawa bukti mengenai degradasi kumbang najis di hutan terganggu yang berjaya dikumpulkan adalah sangat sedikit. Walau bagaimanapun, hasil ini adalah bertentangan dengan Boonrotpong et al. (2012) yang memperlihatkan bahawa kepelbagaian kumbang najis di hutan hujan tropika dan savana adalah dipengaruhi oleh ketersediaan jenis najis, taburan dan kualitinya, serta perubahan pada struktur vegetasinya. Ini membuktikan bahawa hutan terganggu dengan kepelbagaian mamalia yang rendah terutamanya herbivor telah mengakibatkan penurunan bilangan spesies *Onthophagus* di habitat tersebut. Pernyataan ini turut disokong oleh Buse et al. (2021) yang mendapati kawasan hutan yang memiliki ketersediaan najis yang tinggi menyokong kekayaan spesies kumbang najis yang lebih tinggi berbanding kawasan dengan ketersediaan najis yang rendah. Selain itu, Bogoni et al. (2019) pula mendapati terdapat hubungan positif yang jelas antara kekayaan spesies kumbang najis dan mamalia.

Kesamarataan ialah kelimpahan relatif yang diwakili oleh spesies tersebut di sesuatu kawasan (Bynum 2009). Kesamarataan yang tinggi juga boleh memberikan gambaran kestabilan ekosistem di kawasan kajian. Kesamarataan tinggi menunjukkan bahawa setiap spesies yang hadir dalam kawasan tersebut mempunyai peluang hidup yang sama (Rohr et al. 2016) iaitu seperti yang dilihat pada hutan UiTM. Ini kerana julat yang ketara dapat dilihat berbanding spesies kumbang najis (tertinggi: 115 individu; terendah: 1 individu) yang direkodkan di ladang kelapa sawit dengan perbezaan bilangan yang amat ketara antara spesies. Ia disokong oleh Odum (1969) dan Rohr et al. (2016) yang menyatakan bahawa kesamarataan adalah lebih rendah di habitat terganggu berbanding habitat tidak terganggu. Kesamarataan yang tinggi turut menunjukkan ciri-ciri semulajadi sesuatu komuniti dan dijadikan sebagai indikator bagi menentukan aras gangguan di ekosistem tersebut. Seterusnya, kekayaan menunjukkan bilangan spesies yang berbeza di kawasan tertentu (Bynum 2009). Dalam kajian

ini, kekayaan spesies *Onthophagus* di ladang kelapa sawit adalah selari dengan kepelbagaian yang mencatatkan nilai yang lebih tinggi. Namun demikian, berdasarkan Hazmi et al. (2019), walaupun kepelbagaian kumbang di Pulau Pangkor adalah tinggi, namun taburan dan kekayaannya adalah rendah. Ini membuktikan bahawa kepelbagaian kumbang yang tinggi tidak dapat menentukan kekayaan dan kesamarataan yang tinggi di sesuatu habitat. Namun, ia dapat membuktikan bahawa kepelbagaian kumbang yang tinggi adalah disebabkan oleh beberapa faktor seperti sumber makanan yang mencukupi, faktor-faktor ekologi yang sesuai serta habitat-habitat mikronya.

Ujian ANOVA sehalu dilakukan untuk menganalisis pembolehubah yang berbeza pada satu masa untuk menentukan perbezaan yang signifikan (Mackenzie 2018). Hasil kajian ini turut menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan antara kelimpahan kumbang najis di ladang kelapa sawit berbanding hutan UiTM. Ia bertentangan dengan Harada et al. (2020) yang menyatakan bahawa tiada perbezaan yang ketara bagi jumlah kelimpahan individu antara hutan dan ladang kelapa sawit, tetapi komposisi spesies kumbang najis adalah sangat berbeza. Namun demikian, keseragaman spesies lebih tinggi di dalam hutan berbanding di ladang kelapa sawit di Timur Amazon, Brazil.

### **KESIMPULAN**

Kajian terhadap kepelbagaian dan kelimpahan kumbang najis di hutan UiTM dan ladang sawit telah dijalankan. Hasilnya menunjukkan terdapat perbezaan dari sudut bilangan individu dan spesies yang direkodkan di kedua-dua tapak persampelan tersebut dengan bilangan individu dan spesies kumbang najis adalah lebih tinggi di ladang sawit berbanding hutan UiTM. Ini membuktikan bahawa modifikasi hutan kepada ladang sawit tidak mempengaruhi kepelbagaian dan kepadatan kumbang najis secara keseluruhannya. Oleh yang demikian, bagi meningkatkan data dan pengetahuan mengenai spesies-spesies kumbang najis, kajian lanjut hendaklah dijalankan dengan mengambilkira tempoh penyelidikan. Pemanjangan tempoh kajian adalah amat penting bagi memastikan proses pengumpulan sampel dapat dilaksanakan dengan baik dan sekaligus proses pengecaman dapat dijalankan dengan lebih teratur. Ini kerana, ia akan membantu dalam meningkatkan ketepatan dan kualiti data. Selain itu, parameter udara dan tanah perlu diukur untuk menentukan hubungannya dengan spesies kumbang najis dengan lebih tepat.

### **PENGHARGAAN**

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada UiTM Negeri Sembilan atas sokongan yang diberikan sepanjang kajian ini dijalankan.

### **PERCANGGAHAN KEPENTINGAN**

Para penyelidik mengisytiharkan tiada apa-apa konflik kepentingan.

## RUJUKAN

- Abdullah, N.H. & Azmir, I.A. 2021. A pictorial key for the identification of beetle (Order: Coleoptera) and diversity study in selected area within Pelangai Forest Reserve, Negeri Sembilan, Malaysia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 22: 947-955.
- Arriaga-Jiménez, A., Rös, M. & Halffter, G. 2018. High variability of dung beetle diversity patterns at four mountains of the Trans-Mexican Volcanic Belt. *PeerJ* 6: e4468.
- Arellano, L., Castillo-Guevara, C., Huerta, C., Germán-García, A. & Lara, C. 2015. Effect of using different types of animal dung for feeding and nesting by the dung beetle *Onthophagus lecontei* (Coleoptera: Scarabaeinae). *Canadian Journal of Zoology* 93(5): 337-343.
- Aruchunnan, G.Y.F., Hazmi, I.R. & Wee, S.L. 2016. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) from Tasik Chini Biosphere Reserve, Pahang. *Serangga* 21(1): 147-159.
- Bogoni, J.A., da Silva, P.G. & Peres, C.A. 2019. Co-declining mammal–dung beetle faunas throughout the Atlantic Forest biome of South America. *Ecography* 42(11): 1803-1818.
- Boonrotpong, S., Sotthibandhu, S. & Satasook, C. 2012. Species turnover and diel flight activity of species of dung beetles, *Onthophagus*, in the tropical lowland forest of peninsular Thailand. *Journal of Insect Science* 12(1): 1-14.
- Buse, J., Hoenselaar, G., Langenbach, F., Schleicher, P., Twietmeyer, S., Popa, F. & Heurich, M. 2021. Dung beetle richness is positively affected by the density of wild ungulate populations in forests. *Biodiversity and Conservation* 30(11): 3115-3131.
- Bynum, N. 2009. What is Biodiversity. <https://cnx.org/contents/AK5sUWpu@1.1:GNNbYBSX@1/Global-Process> [1 January 2020]
- Cambefort, Y. & Hanski, I. 1991. Dung beetle population biology, In: Hanski, I. & Cambefort, Y. (eds.). *Dung Beetle Ecology*, pp. 36–50. Princeton: Princeton University Press.
- Campos, R.C. & Hernández, M.I.M. 2013. Dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeinae) in Atlantic Forest fragments in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 57: 47-54.
- Chamberlain, D.A.N., Tocco, C., Longoni, A., Mammola, S., Palestini, C. & Rolando, A. 2015. Nesting strategies affect altitudinal distribution and habitat use in Alpine dung beetle communities. *Ecological Entomology* 40(4): 372-380.
- Davis, A.L.V. & Scholtz, C.H. 2020. Dung beetle conservation biogeography in southern Africa: Current challenges and potential effects of climatic change. *Biodiversity and Conservation* 29: 667-93.
- Davis, A.L.V. & Philips, T.K. 2005. Effect of deforestation on a Southwest Ghana dung beetle assemblage (Coleoptera: Scarabaeidae) at the Periphery of Ankasa Conservation Area. *Environmental Entomology* 34(5): 1081-1088.

- Din, M.M., Yaakop, S. & Hazmi, I. 2019. Diversity and abundance of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) at several different ecosystem functions in Peninsular Malaysia. *AIP Conference Proceedings* 1678: 020001.
- Dislich, C., Keyel, A.C., Salecker, J., Kisel, Y., Meyer, K.M., Auliya, M., Barnes, A.D., Corre, M.D., Darras, K., Faust, H., Hess, B., Klasen, S., Knohl, A., Kreft, H., Nurdiansyah, F., Otten, F., Pe'er, G., Steinebach, S., Tarigan, S., Tölle, M.H., Tschardtke, T. & Wiegand, K. 2017. A review of the ecosystem functions in oil palm plantations, using forests as a reference system. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 92(3): 1539–1569.
- Doll, H.M., Butod, E., Harrison, R.D., Fletcher, C., Kassim, A.R., Ibrahim, S. & Potts, M.D. 2014. Environmental and geographic factors driving dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in the dipterocarp forests of Peninsular Malaysia. *Raffles Bulletin of Zoology* 62: 549-560.
- Edwards, F.A., Edwards, D.P., Larsen, T.H., Hsu, W.W., Benedick, S., Chung, A. & Hamer, K.C. 2013. Does logging and forest conversion to oil palm agriculture alter functional diversity in a biodiversity hotspot? *Animal Conservation* 17(2): 163–173.
- Ek-Amnuay, P. 2008. *Beetles of Thailand*. 2<sup>nd</sup> Edition. Chiang Mai: Thailand Siam Insect Zoo and Museum.
- Escobar, F., Lobo, J.M. & Halffter, G. 2006. Assessing the origin of Neotropical mountain dung beetle assemblages (Scarabaeidae: Scarabaeinae): The comparative influence of vertical and horizontal colonization. *Journal of Biogeography* 33(10): 1793-1803.
- Filgueiras, B.K.C., Iannuzzi, L. & Leal, I.R. 2011. Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities on the Atlantic Forest. *Biological Conservation* 144: 362-369.
- Fuzessy, L.F., Benítez-López, A., Slade, E.M., Bufalo, F.S., Magro-de-Souza, G.C., Pereira, L. A. & Culot, L. 2021. Identifying the anthropogenic drivers of declines in tropical dung beetle communities and functions. *Biological Conservation* 256: 109063.
- Gebert, F., Steffan-Dewenter, I., Moretto, P. & Peters, M.K. 2020. Climate rather than dung resources predict dung beetle abundance and diversity along elevational and land use gradients on Mt. Kilimanjaro. *Journal of Biogeography* 47(2): 371-381.
- Goh, T.G., Loo, J.S., Farahin-Mustafa, N., Sakinah-Myassin, N. & Hashim, R. 2019. The habitat preference of dung beetle species associated with elephant dung of the Malay Peninsula. *Raffles Bulletin of Zoology* 67: 328–336.
- Halffter, G. & Arellano, L. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape 1. *Biotropica* 34(1): 144-154.
- Harada, L.M., Araújo, I.S., Overal, W.L. & Silva, F.A.B. 2020. Comparison of dung beetle communities (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in oil palm plantations and native forest in the eastern Amazon, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 64(1): e2019102.

- Hazmi, I.R., Sulaiman, A., Azhari, M.L.H. & Samsudin, S.F. 2019. A checklist of beetles in Pulau Pangkor, Perak, Malaysia. *The Malaysian Forester* 82(1): 237-246.
- Hernández, M.I.M., Da Silva, P.G., Niero, M.M., Alves, V.M., Bogoni, J.A., Brandl, A.L., Bugoni, A., Campos, R.C., Condé, P.A., Marcon, C.B., Simões, T., Terhorst, L.H. & Vaz-de-Mello, F.Z. 2019. Ecological characteristics of Atlantic Forest dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in the state of Santa Catarina, Southern Brazil. *The Coleopterists Bulletin* 73(3): 693-709.
- Hernández, M.I.M., Niero, M.M., Schumacher, F. & Wuerges, M. 2020. Feeding and reproductive behavior of the dung beetle *Canthon rutilans cyanescens* (Coleoptera: Scarabaeinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 64(2): 1806-9665.
- Iannuzzi, L., Salomão, R.P., Costa, F.C. & Liberal, C.N. 2016. Environmental patterns and daily activity of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in the Atlantic Rainforest of Brazil. *Entomotropica* 31: 196-207.
- Jones, M.S., Fu, Z., Reganold, J.P., Karp, D.S., Besser, T.E., Tylianakis, J.M. & Snyder, W.E. 2019. Organic farming promotes biotic resistance to foodborne human pathogens. *Journal of Applied Ecology* 56(5): 1117–1127.
- Luqman, H.A., Noor, N., Dzulhelmi, M.N., Nurul, F., Muhamad, F., Teo, T.M., Idris, A.B. & Izfa, R. 2018. Diversity and composition of beetles (Order: Coleoptera) in three different ages of oil palms in Lekir oil palm plantation, Perak, Malaysia. *Serangga* 23(1): 58-71.
- MacKenzie, R.J. 2018. One-Way vs Two-Way ANOVA: Differences, assumptions and hypotheses. <https://www.technologynetworks.com/informatics/articles/one-way-vs-two-wayanova-definition-differences-assumptions-and-hypotheses-306553>. [25 Mei 2022]
- Manning, P. & Cutler, G.C. 2020. Exposure to low concentrations of pesticide stimulates ecological functioning in the dung beetle *Onthophagus nuchicornis*. *PeerJ* 8: e10359.
- Minitab 17. 2013. Versi 17.1.0. Microsoft: Minitab Inc.
- Muhaimin, A.M.D., Hazmi, I.R. & Yaakop, S. 2015. Colonisation of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) of smaller body size in the Bangi forest reserve, Selangor, Malaysia: A model sampling site for a secondary forest area. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 38(4): 531-532.
- Nichols, E., Uriarte, M., Bunker, D.E., Favila, M., Slade, E.M., Vulinec, K., Larsen, T., Vaz-de Mello, F.Z., Louzada, J., Naeem, S. & Spector, S.H. 2013. Trait dependent response of dung beetle populations to tropical forest conversion at local to global scales. *Ecology* 94: 180–189.
- Nur Hasyimah, R., Nor Atikah, A.R., Mohammad Din, A.M., Wan Nur Madihah, W.A.H. & Yaakop, S. 2019. A preliminary study on the diversity and abundance of *Onthophagus* species (Coleoptera: Scarabaeidae) in an oil palm plantation, Peninsular Malaysia in relation to carbon dioxide and soil organic matter. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* 42: 405-419.

- Nur Hasyimah, R., Nor Atikah, A.R., Wan Nur Madidah, W.A.H., Mohammad Din, A.M., Nizam, M.S., Hanafiah, M.M. & Yaakop, S. 2018. CO<sub>2</sub> effects on larval development and genetics of mealworm beetle, *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) in two different CO<sub>2</sub> systems. *Applied Ecology and Environmental Research* 16(2): 1749-1766.
- Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262–270.
- Peyras, M., Vespa, N.I., Bellocq, M.I. & Zurita, G.A. 2013. Quantifying edge effects: The role of habitat contrast and species specialization. *Journal of Insect Conservation* 17(4): 807-820.
- Raine, E.H., Gray, C.L., Slade, E.M. & Mann, D.J. 2018. Tropical dung beetle morphological traits predict functional traits and show intraspecific differences across land uses. *Ecology and Evolution* 8: 8686–8696.
- Rohr, R.P., Saavedra, S., Peralta, G., Frost, C.M., Bersier, L.F., Bascompte, J. & Tylianakis, J. M. 2016. Persist or produce: A community trade-off tuned by species evenness. *The American Naturalist* 188(4): 411–422.
- Saha, S., Biswas, A., Ghosh, A. & Raychaudhuri, D. 2021. Dung beetles: Key to healthy pasture? An overview. *World Scientific News* 153(2): 93-123.
- San, D.Z. 2019. Dung Beetle.  
<https://animals.sandiegozoo.org/animals/dung-beetle> [5 May 2019].
- Sarmiento-Garces, R. & Hernández, M.I.M. 2021. A decrease in taxonomic and functional diversity of dung beetles impacts the ecosystem function of manure removal in altered subtropical habitats. *PloS one* 16(1): e0244783.
- Sa'roni, S.M., Prabowo, R., Sahari, B. & Buchori, D. 2020. Diversity of dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in oil palm agropasture ecosystem in West Kotawaringin Regency, Central Kalimantan, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 468(1): 012006.
- Shah, N.A., Shah, N. & Raza, H.M.Z. 2021. A short review on morphology, biomass and economics and ecological distribution of Scarabaeidae coleoptera scarab beetles. *Pure and Applied Biology (PAB)* 10(4): 1126-1133.
- Silva, P.G.D. & Hernández, M.I.M. 2016. Spatial variation of dung beetle assemblages associated with forest structure in remnants of southern Brazilian Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Entomologia* 60: 73-81.
- Slade, E.M., Riutta, T., Roslin, T. & Tuomisto, H.L. 2016. The role of dung beetles in reducing greenhouse gas emissions from cattle farming. *Scientific reports* 6(1): 1-9.
- Thanasingh, P.D. & Ambrose, D.P. 2011. Biodiversity and distribution of entomofauna in three ecosystems in Thoothukudi District, Tamil Nadu. *Insect Pest Management, A Current Scenario*: 38-57.

- Tonelli, M., Giménez Gómez, V.C., Verdú, J.R., Casanoves, F. & Zunino, M. 2021. Dung beetle assemblages attracted to cow and horse dung: the importance of mouthpart traits, body size, and nesting behavior in the community assembly process. *Life* 11(9): 873.
- Yamada, T., Niino, M., Yoshida, S., Hosaka, T. & Okuda, T. 2014. Impacts of logging road networks on dung beetles and small mammals in a Malaysian Production Forest: implications for biodiversity safeguards. *Land* 3: 639-657.