

Keanekaragaman Jenis dan Pemanfaatan Sumberdaya oleh Kelelawar Sub Ordo Megachiroptera di Taman Wisata Alam Gunung Meja Manokwari, Papua Barat
(Species diversity and resource use of bat (sub order Megachiroptera) in Natural Tourism Park of Gunung Meja Manokwari, Papua Barat)

Petrus Izak Bumbut*^{1,4}, Agus Priyono Kartono², & Ibnu Maryanto³

¹Program Studi Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Negeri Papua. Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari 98314

²Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan IPB, Jalan Lingkar Kampus, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

³Museum Zoologi Bogor-LIPI, Jalan Raya Jakarta-Bogor KM. 46 Cibinong 16911

⁴Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika-IPB

*Email: petrus.bumbut79@gmail.com

Memasukkan: September 2015 **Diterima:** November 2015

ABSTRACT

Bats utilizing resources together will differ morphologically, ecologically, and behaviorally. This study aimed to measure species diversity and to investigate resource use by Megachiropteran bats. Data were analyzed using Principal Component Analysis (PCA), Canonical Correspondence Analysis (CCA), Correspondence Analysis (CA), *euclidean distance*, *chi square*, Anova, and *niche overlap index*. The result showed seven bat species were captured in three habitat types. Plant as food identified from pollen comprised 55 species from 29 families and 11 types of corolla. *Dobsonia magna* and *Rousettus amplexicaudatus* preferred mixed fruit plantation, whilst other bat species tended to choose primary forest. *Dobsonia minor* tended to have high niche overlap against *Macroglossus minimus* and *Nyctemene aello*. According to similarity of food resource niche, *Dobsonia magna*, *Dobsonia minor*, and *Macroglossus minimus* tended to closely associate, in contrast, *Rousettus amplexicaudatus*, *Nyctemene albiventer*, *Nyctemene aello*, and *Syconycteris australis* were grouped correspondingly. Niche overlap index of food resource among bat species were overall less than 50%. This indicated that there was no interspecies competition to food resource. Coronoid process height (CPH), maximum zygomatic breadth (MZB), and condyle to canine bite point (CC) were craniodental morphology variables which did not describe certain corolla types.

Keywords: species diversity, resource use, niche overlap, Megachiropteran, Gunung Meja

ABSTRAK

Kelelawar yang memanfaatkan sumberdaya (pakan dan habitat) secara bersama akan berbeda secara morfologi, ekologi, dan tingkah laku untuk meminimalisir persaingan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis dan menginvestigasi penggunaan sumberdaya oleh kelelawar Megachiroptera dari aspek kesamaan penggunaan sumberdaya, *niche overlap* penggunaan sumberdaya, hubungan morfometrik *craniodental* dan tipe mahkota bunga, dan komposisi pakan kelelawar buah khususnya di Taman Wisata Alam Gunung Meja (TWAGM). Data dianalisis menggunakan analisis komponen utama (PCA), analisis koresponden kanonik (CCA), analisis koresponden (CA), *euclidean distance*, *chi square*, Anova, dan *niche overlap index*. Hasil studi menunjukkan bahwa terdapat tujuh jenis kelelawar yang ditemukan. Tumbuhan pakan yang teridentifikasi dari polen terdiri 55 jenis dari 29 famili tumbuhan dan 11 tipe mahkota bunga. Berdasarkan kesamaan relung sumberdaya habitat, *Dobsonia magna* dan *R. amplexicaudatus* cenderung menyukai habitat kebun buah campuran, sedangkan *Dobsonia minor*, *Macroglossus minimus*, *Syconycteris australis*, *Nyctemene aello*, dan *Nyctemene albiventer* cenderung memilih hutan primer. *Niche overlap index* menunjukkan bahwa tumpang tindih relung sumberdaya habitat yang tinggi terjadi *Dobsonia minor* dengan *Macroglossus minimus* dan *Nyctemene aello*. Berdasarkan kesamaan relung sumberdaya pakan, *Dobsonia magna*, *Dobsonia minor* dan *Macroglossus minimus* cenderung berasosiasi sangat dekat, sedangkan *Rousettus amplexicaudatus*, *Nyctemene albiventer*, *Nyctemene aello*, dan *Syconycteris australis* membentuk kelompok asosiasi tersendiri. Nilai indeks *niche overlap* sumberdaya pakan antar jenis kelelawar secara keseluruhan kurang dari 50% yang mengindikasikan bahwa tidak terjadi persaingan interspesifik terhadap pemanfaatan sumberdaya pakan. Peubah tinggi ramus angular proses (CPH), jarak antar orbit (MZB), dan jarak antara condyle terhadap gigi taring (CC) merupakan peubah morfometrik tengkorak yang tidak mencirikan tipe mahkota bunga tertentu.

Kata Kunci: keanekaragaman jenis, relung sumberdaya, *niche overlap*, Megachiroptera, Gunung Meja

PENDAHULUAN

Ketersediaan dan penyebaran pakan sangat menentukan kelimpahan dan komposisi kelelawar buah (Heithaus *et al.* 1975; Hodgkinson *et al.* 2004; Maryanto *et al.* 2011). Ketersediaan tumbuhan sebagai pakan bagi kelelawar sangat bervariasi secara temporal sepanjang tahun yang dipengaruhi oleh masa pembungaan dan pembuahan tumbuhan tersebut terutama di daerah tropis, ketika pada musim kering (*dry season*) tumbuhan akan berbunga dan pada musim penghujan (*wet season*) tumbuhan akan berbuah (Heithaus *et al.* 1975). Selain itu, variasi spasial habitat berdasarkan tipe habitat dan ketinggian tempat (*altitude*) juga mempengaruhi kehadiran spesies kelelawar terkait dengan ketersediaan sumber pakan bagi kelelawar buah (Maryanto *et al.* 2011). Kelelawar berperan penting sebagai jasa ekosistem dalam jasa regulasi ekosistem (seperti pengontrolan populasi serangga dan penyerbukan tumbuhan) dan jasa pendukung ekosistem (seperti penyebar biji) (Kunz *et al.* 2011; Ghanem & Voigt 2012). Kelelawar insectivorous memainkan peran krusial sebagai agen kontrol biologi terhadap serangga hama di ekosistem pertanian (Leelapaibul *et al.* 2005). Kelelawar frugivorous menyediakan jasa ekosistem melalui penyerbukan tumbuhan dan penyebaran biji (Kunz *et al.* 2011; Ghanem & Voigt 2012).

Strategi adaptasi spesies kelelawar terhadap ketersediaan sumberdaya pakan secara fungsional digambarkan melalui morfologi tengkorak (*cranial morphology*) (Dumont 2004). Beberapa studi sebelumnya juga telah mendokumentasikan bahwa terdapat hubungan antara morfologi tengkorak kelelawar dengan sumberdaya pakannya terutama kelelawar Phyllostomidae di daerah sub tropis (Aguire *et al.* 2002; Cakenberghe *et al.* 2002; Dumont 2004), sedangkan untuk kelelawar Pteropodidae masih sangat jarang namun Campbell *et al.* (2007) melaporkan juga bahwa morfologi *craniodental* juga menentukan pemisahan relung secara interspesifik pada *Cynopterus* spp. di Semenanjung Malaysia.

Morfologi *craniodental* kelelawar pemakan buah mencirikan pemilihan tipe mahkota bunga tertentu yang dikunjungi (Choirunnisa 2015). Sebagai ilustrasi, ukuran lebar interorbital (*Iow*) merupakan penciri kuat bagi kelelawar yang memanfaatkan bentuk mahkota bunga *rosaceous*.

Bentuk mahkota bunga ini lebih disukai oleh kelelawar betina, antara lain *Cynopterus brachyotis*, *C. horsfieldii*, *C. minutus*, *C. titthacheilus*, *Eonycteris spelaea*, dan *Roussettus leschenaulti*. Dumont (1997) menyatakan bahwa morfologi tengkorak pemakan nektar sangat berasosiasi erat dengan morfologi bunga. Menurut de Souza dan Moscheta (1999) mahkota bunga dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan penampakan kelopak yaitu, *gamopetalouse* (bunga dengan kelopak yang saling bergabung) dan *polypetalouse* (bunga dengan kelopak yang saling bebas). Swink dan Willhem (1994) menambahkan bahwa tipe-tipe jenis bunga *gamopetalouse* terdiri dari *coronate* (mahkota ganda), *campanulate* (lonceng), *funnelform* (terompet), *ligulate* (pita), *personate* (taji), *bilabiate* (berbibir), *tubular* (tabung), *cruciform* (bintang), *urceolate* (mangkuk), *salverform* (piringan), dan *rotate* (bintang). *Polypetalouse* dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu *rosaceous* (bunga dengan lima atau lebih kelopak yang menumpuk ke arah luar), *caryophyllaceous* (bunga dengan lima kelopak atau lebih namun tidak saling menumpuk) dan yang terakhir adalah *papilionaceous* dimana terdapat lima kelopak yang saling bebas namun memiliki ukuran kelopak yang berbeda. Lebih lanjut de Souza & Moscheta (1999) menambahkan bahwa bentuk bunga modifikasi ini tidak masuk ke dalam kategori ini adalah bentuk *apetalouse* dan *rosaceous-corona*, *sepaloid*. *Apetalouse* adalah tipe bunga yang tidak memiliki mahkota bunga, bunga tipe ini biasanya terdiri dari benang-benang sari yang memanjang dari *calyx*. Sazima *et al.* (1999) menggambarkan tipe *apetalouse* ini seperti bentuk sikat. Modifikasi penebalan daging kelopak bunga adalah ciri bentuk *sepaloid* seperti bentuk mahkota bunga dari famili Annonaceae. Bentuk modifikasi lain adalah *rosaceous-corona* yang merupakan gabungan antara *rosaceous* dan *corona* dengan modifikasi sulur-sulur benang sari yang mendominasi seperti pada bunga *Passiflora* sp.

Penelitian aspek ekologi kelelawar pemakan buah di Papua masih relatif belum ada sampai saat ini sehingga perlu dilakukann kajian aspek ekologi kelelawar pemakan buah ditinjau dari morfometri *craniodental* (morfologi) dan penggunaan sumberdaya (ekologis) khususnya di Taman Wisata Alam Gunung Meja (TWAGM).

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – Juli 2014 di Taman Wisata Alam Gunung Meja Manokwari dan dari Februari sampai Juli 2015 di Laboratorium Genetika Hutan dan Kehutanan Molekuler Fahatan IPB Bogor. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Pengumpulan data primer meliputi jumlah individu dan jenis keelawar pada tiga tipe habitat yang berbeda (primer, kebun buah campuran, dan hutan sekunder), ukuran karakter tengkorak dan gigi (*craniodental*) sampel keelawar, dan polen meliputi bentuk dan ukuran polen pada saluran pencernaan sampel keelawar. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui studi literatur.

Pengumpulan data jumlah individu dan jenis keelawar pada tiga tipe habitat yang berbeda dilakukan melalui observasi lapangan. Penangkapan sampel keelawar pemakan buah dilakukan dari bulan Mei sampai Juli 2014 pada 45 titik tempat pemasangan misnet (berukuran panjang 9 meter dan lebar 2,5 meter) yang mewakili ketiga tipe habitat dimana hutan primer 25 titik, kebun buah campuran 10 titik, dan hutan sekunder 10 titik. Misnet dibentangkan di bawah tajuk (2 meter di atas permukaan tanah) secara *purposive sampling* pada jam 16.00 WIT dan dilakukan pengecekan pada jam 20.00 WIT, 24.00 WIT, dan 06.00 WIT pada keesokan paginya selama tiga malam berturut-turut untuk

setiap misnet. Individu keelawar yang terperangkap diidentifikasi berdasarkan spesies, jenis kelamin, ditimbang (mendekati 0,5 gram), dilakukan pengukuran tubuh (panjang lengan bawah sayap, telinga, betis, telapak kaki, dan panjang kepala–badan) untuk individu dewasa dan kemudian dilepas lagi di lokasi pemasangan misnet. Pengukuran karakter morfologi dilakukan untuk identifikasi keelawar yang mengacu pada Flanerry (1995) dan Suyanto (2001). Individu keelawar yang terperangkap ditentukan usia dan status reproduksi yang mengacu pada Kunz (1973) dan Estrada & Estrada (2001).

Data ukuran karakter tengkorak dan gigi (*craniodental*) sampel keelawar terdiri dari 18 karakter mengacu pada Campbell *et al.* (2007), dan Dumont (1997), dilakukan melalui pengukuran dengan kaliper 0.01 mm. Sedangkan data polen dilakukan secara observasi polen pada saluran pencernaan keelawar yang digunakan sebagai sampel.

Sampel polen berasal dari sisa makanan yang terdapat pada saluran pencernaan keelawar. Hasil dari isi pencernaan keelawar dicampur dengan alkohol 70% di dalam *tube* sentrifugal berukuran 1 ml kemudian dilakukan pemisahan antara cairan alkohol dan endapan pada mesin separator sentrifugal melalui pemutaran dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Proses pemisahan ini dilakukan sebanyak tiga kali dan juga penggantian cairan alkohol dengan alkohol yang baru. Hasil endapan yang diperoleh dari proses pemisahan tersebut diletakkan pada kaca preparat sebanyak satu tetes kemudian dicampur satu tetes gliserol lalu ditutup dengan *cover glass* dan pada bagian tepinya direkatkan dengan kuteks bening. Gliserol tersebut berfungsi sebagai bahan pengawet (Yulianto 1992). Obyek diamati di bawah mikroskop cahaya pada perbesaran 10x dan 40x dengan bantuan kamera *Optilab Advance*. Hasil gambar dikalibrasi dengan bantuan *software Image Raster* sehingga mendapatkan ukuran polen yang akurat. Hasil identifikasi jenis digunakan untuk mencari tipe bentuk mahkota bunga (*corolla*) mengacu pada Erdtman (1943), Erdtman (1972), Nayar (1990), dan Australiasian Pollen and Spore Atlas (APSA).

Metode analisis keanekaragaman jenis keelawar Megachiroptera dilakukan dengan menggunakan indeks Shannon, indeks Margalef, indeks Evenness, dan indeks Simpson mengacu pada Magurran (1988). Analisis data hubungan



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di kawasan TWAGM Manokwari.

morfometri tengkorak dan gigi (*craniodental*) dan pemilihan tipe mahkota bunga dilakukan dengan *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Canonical Correspondence Analysis* (CCA). PCA digunakan untuk mereduksi peubah yang tidak dapat dijadikan pembeda dalam suatu populasi data. Data yang direduksi adalah peubah yang memiliki ragam paling kecil. Peubah yang dikerjakan dengan PCA menggunakan *software* SPSS *version* 16 adalah ukuran tengkorak dan gigi (*craniodental*). Hasil dari PCA kemudian digunakan untuk menganalisis hubungan antara peubah morfometri tengkorak dan gigi (*craniodental*) terhadap pemilihan bentuk mahkota bunga oleh kelelawar Megachiroptera yang diolah dengan metode *Multivariate Canonical Correspondence Analysis* (CCA) menggunakan *software* Canoco for Windows 4.5 untuk mengetahui hubungan antara spesies dan lingkungannya (Leps & Smilauer 2003). Hasil dari pengolahan data berupa gambar panah vektor dan titik yang menunjukkan hubungan antara peubah *craniodental* dan tipe mahkota bunga. Analisis hubungan antar jenis kelelawar dan sumberdaya habitat menggunakan *cluster variable* yang diolah dengan *software* Minitab *version* 14. Pengelompokan dicari menggunakan rumus *euclidean distance* (Krebs 1989) untuk mengetahui tingkat kesamaan. Hasil analisis tersebut menampilkan dendrogram yang menunjukkan persentase kesamaan penggunaan sumberdaya (pakan dan habitat) oleh kelelawar Megachiroptera. Hubungan jenis kelelawar dengan jenis tumbuhan pakan dianalisis dengan PCA menggunakan *software* SPSS *version* 16. Sedangkan hubungan jenis kelelawar dengan tipe mahkota bunga dianalisis dengan *Correspondence Analysis* (CA) menggunakan *software* Canoco for Windows 4.5. Analisis kesamaan relung sumberdaya (pakan dan habitat) kelelawar buah menggunakan *niche overlap index* (Ludwig & Reynolds 1988), yaitu metode yang didasarkan pada kesamaan proporsi sumberdaya yang dimanfaatkan oleh spesies kelelawar yang dibandingkan. Persamaan yang digunakan adalah persamaan *simplified Morisita index* yang mengacu pada Ludwig & Reynolds (1988).

HASIL

Struktur komunitas kelelawar Megachiroptera

Total kelelawar yang terperangkap sebanyak 689 individu yang terdiri dari tujuh spesies dan lima

genus (Tabel 1). Kelelawar Megachiroptera yang terperangkap di hutan primer sebanyak enam spesies, sedangkan di kebun buah campuran dan di hutan sekunder adalah sebanyak 7 dan 3 spesies secara berurutan. Total usaha penangkapan kelelawar di hutan primer adalah 192.59 individu/1000 m²/malam, sedangkan pada kebun buah campuran dan hutan sekunder adalah 287.41 dan 251.85 individu/1000 m²/malam secara berurutan. Kelimpahan tertinggi kelelawar yang tertangkap di kebun buah campuran sebanyak 6.4 individu per malam, sedangkan di hutan sekunder dan hutan primer masing-masing adalah 5.67 dan 4.33 individu per malam secara berurutan. Jumlah individu kelelawar yang tertangkap tidak berbeda secara signifikan diantara ketiga tipe habitat (one way Anova; $p=0.939$; $n=20$; $df= 2, 18$). Kelimpahan relatif tertinggi kelelawar yang terperangkap adalah *R. amplexicaudatus* (E. Geoffroy, 1810) (65.63%) dan *N. albiventer* (Gray, 1863) (23.44%), sedangkan *D. magna* dan *D. minor* merupakan spesies kelelawar yang jarang terperangkap selama waktu penelitian di lapangan.

Indeks keragaman Shannon-Wiener menunjukkan bahwa hutan primer memiliki nilai indeks yang tertinggi ($H^2=1,20$) dibandingkan kebun buah campuran dan hutan sekunder dimana masing-masing memiliki indeks adalah 0,62 dan 0,49 secara berurutan. Kekayaan spesies kelelawar pemakan buah berdasarkan indeks Margalef (S_{Mg}) cenderung tinggi di hutan primer ($D_{Mg}=3,42$) dan hutan kebun buah campuran ($D_{Mg}=3,22$) dibanding hutan sekunder ($D_{Mg}=1,15$). Hutan primer dan hutan sekunder memiliki indeks pemerataan tertinggi yaitu 0,55 dan 0,55 secara berurutan dibanding kebun buah campuran dan hutan sekunder memiliki indeks Dominansi tertinggi masing-masing 0.73 dan 0.72 secara berurutan dibanding hutan primer dengan nilai indeks Dominansi 0.41. Nilai indeks keaneka-ragaman pada ketiga tipe habitat disajikan pada Tabel 2.

Kesamaan relung sumberdaya habitat mencari pakan kelelawar

Sumberdaya habitat mencari pakan oleh kelelawar yang dikaji terdiri dari 3 tipe habitat yaitu hutan primer, kebun buah campuran, dan hutan sekunder. Berdasarkan kesamaan relung sumberdaya habitat kelelawar Megachiroptera dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok

Tabel 1. Jumlah individu kelelawar per spesies (jumlah usaha penangkapan per 1000 m² per malam) yang ditemukan pada ketiga tipe habitat.

Spesies	HP	KBC	HS	Jumlah
<i>Dobsonia magna</i> (Thomas, 1905)	0 (0)	1 (1.48)	0 (0)	1 (1.48)
<i>Dobsonia minor</i> (Dobson, 1879)	6 (3.56)	2 (2.96)	0 (0)	8 (6.52)
<i>Macroglossus minimus</i> (E.Geoffroy, 1810)	13 (7.70)	3 (4.44)	0 (0)	16 (12.15)
<i>Nyctimene aello</i> (Thomas, 1900)	10 (5.93)	1 (1.48)	2 (2.96)	13 (10.37)
<i>Nyctimene albiventer</i> (Gray, 1863)	192 (113.78)	13 (19.26)	26 (38.52)	231 (171.56)
<i>Rousettus amplexicaudatus</i> (E.Geoffroy, 1810)	43 (25.48)	165 (244.44)	142 (210.37)	350 (480.30)
<i>Syconycteris australis</i> (Peters, 1867)	61 (36.15)	9 (13.13)	0 (0)	70 (49.48)
Jumlah individu	325 (192.59)	194 (287.41)	170 (251.85)	689 (731.85)
Jumlah spesies	6	7	3	

Keterangan: HP = Hutan Primer; KBC = Kebun Buah Campuran; HS = Hutan Sekunder

(Gambar 2). Kelompok pertama adalah asosiasi *Dobsonia magna* dan *Rousettus amplexicaudatus* dengan indeks kesamaan sebesar 81.04%. Kedua jenis kelelawar pada kelompok pertama ini lebih cenderung memanfaatkan habitat kebun campuran sebagai tempat mencari makan (*foraging area*) pada malam hari. Kelompok kedua merupakan gabungan pasangan *M. minimus* dan *S. australis* ($E_d=98.45\%$) dan *D. minor* (93.93%) dengan pasangan *Nyctemene aello* dan *Nyctemene albiventer* ($E_d=98.90\%$) yang memiliki indeks kesamaan sebesar 51.68%. Kelima jenis kelelawar pada kelompok kedua ini lebih cenderung untuk memanfaatkan hutan primer sebagai tempat mencari makan (*foraging area*) pada malam hari.

Niche overlap index berdasarkan pemanfaatan sumberdaya habitat memperlihatkan bahwa *D. minor* memiliki tumpang tindih habitat yang tinggi dengan *M. minimus* ($C_H=0.8070$) dan *N. aello* ($C_H=0.7542$). Tumpang tindih relung habitat tertinggi juga dimiliki oleh *M. minimus* dan *N. aello* sebesar 0.8345. Nilai ini menunjukkan bahwa 83.45% kedua jenis kelelawar ini menggunakan sumberdaya habitat yang sama. Sedangkan tumpang tindih relung habitat terendah terlihat antara *D. magna* dan *N. albiventer* ($C_H=0.0039$) serta *D. magna* dan *R. amplexicaudatus* ($C_H=0.0069$).

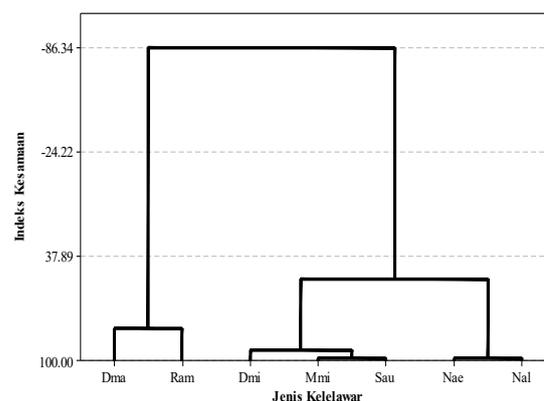
Komposisi Pakan

Berdasarkan hasil identifikasi polen pada saluran pencernaan kelelawar maka terdapat 55 jenis dan 29 famili tumbuhan asal polen (Tabel 3). Euphorbiaceae merupakan famili yang

memiliki jumlah jenis paling banyak dimanfaatkan sebagai sumber pakan kelelawar yaitu 5 jenis (9.09%). Famili urutan kedua jumlah jenis sebagai sumber pakan kelelawar adalah Anacardiaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, dan Sterculiaceae dengan jumlah jenis masing-masing sebanyak 4 jenis (7.27%). Komposisi pakan berdasarkan famili yang dimanfaatkan disajikan pada Gambar 3. *Intsia* sp.

Tabel 2. Nilai indeks keanekaragaman pada ketiga tipe habitat hutan.

Indeks	Hutan Primer	Kebun Buah Campuran	Hutan Sekunder
Dominance (D)	0.41	0.73	0.72
Shannon (H')	1.20	0.62	0.49
Evenness (E)	0.55	0.27	0.55
Margalef (S _{Mg})	3.42	3.22	1.15



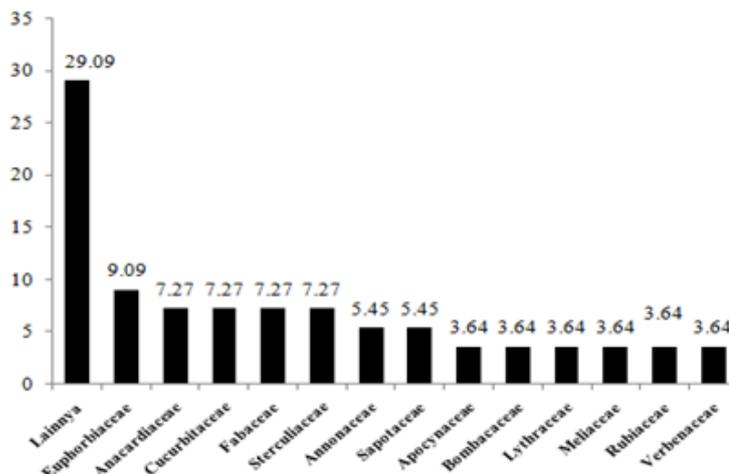
Keterangan: Dma = *D. magna*, Dmi = *D. minor*, Mmi = *M. minimus*, Nae = *N. aello*, Nal = *N. albiventer*, Ram = *R. amplexicaudatus*, dan Sau = *S. australis*.

Gambar 2. Pengelompokan kelelawar berdasarkan sumberdaya habitat

Bumbut dkk

Tabel 3. Komposisi jenis tumbuhan pakan kelelawar berdasarkan famili dan jumlah individu kelelawar ditemukan polen spesies tumbuhan

No	Famili	Spesies	Spesies Kelelawar						
			Dma	Dmi	Mmi	Nae	Nal	Ram	Sau
1	Agavaceae	1. <i>Dracaena</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0
2	Anacardiaceae	2. <i>Camnosperma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1
		3. <i>Mangifera</i> sp.	0	0	0	0	0	3	3
		4. <i>Rhus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1
		5. <i>Semecarpus</i> sp.	0	1	0	2	1	5	0
		6. <i>Annona</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
3	Annonaceae	7. <i>Polyalthia</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1
		8. <i>Popowia</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0
		9. <i>Alstonia</i> sp.	1	1	0	0	1	2	0
4	Apocynaceae	10. <i>Cerbera</i> sp.	0	0	0	2	5	3	1
		11. <i>Caryota</i> sp.	0	0	0	1	0	0	1
6	Barringtoniaceae	12. <i>Barringtonia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0
7	Bignoniaceae	13. <i>Spathodea campanulata</i>	0	1	0	0	2	3	0
8	Bombacaceae	14. <i>Bombax</i> sp.	0	0	0	0	2	5	4
		15. <i>Ceiba</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0
		16. <i>Canarium</i> sp.	0	0	0	0	1	3	0
10	Clusiaceae	17. <i>Calophyllum</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0
11	Cucurbitaceae	18. <i>Cucumis</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
		19. <i>Lagenaria</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0
		20. <i>Luffa</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
		21. <i>Momordica</i> sp.	0	3	0	1	0	2	2
		22. <i>Octomeles</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2
13	Euphorbiaceae	23. <i>Aleurites</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0
		24. <i>Endospermum</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
		25. <i>Glochidion</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
		26. <i>Mallotus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
		27. <i>Pimeli dendron</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0
14	Fabaceae	28. <i>Adenantha</i> sp.	0	0	0	1	0	1	0
		29. <i>Archidendron</i> sp.	0	0	0	0	0	2	1
		30. <i>Intsia</i> sp.	0	0	2	2	4	5	3
		31. <i>Pongamia</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0
		32. <i>Flindersia</i> sp.	0	0	0	3	1	1	1
16	Godiniaceae	33. <i>Scaevola</i> sp.	0	0	0	0	1	1	1
17	Lecythidaceae	34. <i>Planchonia papuana</i>	0	0	3	0	0	0	0
18	Lythraceae	35. <i>Lagerstroemia</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0
		36. <i>Sonneratia</i> sp.	0	0	2	0	0	0	0
		37. <i>Dysoxylum</i> sp.	0	1	1	0	0	1	0
19	Meliaceae	38. <i>Vavaea</i> sp.	0	0	1	1	2	9	3
		39. <i>Musa</i> sp.	0	0	2	0	0	0	2
21	Myrtaceae	40. <i>Syzygium</i> sp.	1	0	0	2	1	2	0
22	Pandanaceae	41. <i>Pandanus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1
23	Passifloraceae	42. <i>Passiflora</i> sp.	0	0	1	1	1	1	0
24	Rubiaceae	43. <i>Morinda</i> sp.	1	0	1	3	1	3	0
		44. <i>Timonius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1
		45. <i>Chrysophyllum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1
25	Sapotaceae	46. <i>Manilkara</i> sp.	0	0	0	1	3	1	1
		47. <i>Planchonella</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0
		48. <i>Firmiana</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0
		49. <i>Pterocymbium</i> sp.	0	0	0	0	0	3	1
		50. <i>Pterygota</i> sp.	0	0	1	1	0	2	0
26	Sterculiaceae	51. <i>Sterculia foetida</i>	0	1	0	3	0	2	4
		52. <i>Phaleria</i> sp.	0	0	0	0	2	2	0
		53. <i>Celtis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1
29	Verbenaceae	54. <i>Clerodendrum</i> sp.	0	0	0	1	1	0	0
30	Verbenaceae	55. <i>Lantana</i> sp.	1	0	0	0	0	3	1



Gambar 3. Komposisi Pakan Kelelawar

Tabel 4. Nilai indeks *niche overlap* sumberdaya habitat antar jenis kelelawar

	Dmi	Mmi	Nae	Nal	Ram	Sau
Dma	0.372	0.162	0.091	0.004	0.007	0.027
Dmi		0.807	0.754	0.062	0.016	0.223
Mmi			0.835	0.129	0.025	0.432
Nae				0.110	0.022	0.306
Nal					0.263	0.537
Ram						0.079

Keterangan: Dma = *D. magna*, Dmi = *D. minor*, Mmi = *M. minimus*, Nae = *N. aello*, Nal = *N. albiventer*, Ram = *R. amplexicaudatus*, dan Sau = *S. australis*.

(Famili Fabaceae) dan *Cerbera* sp. (Famili Apocynaceae) merupakan kedua jenis paling banyak dikonsumsi oleh kelelawar yaitu ada 16 dan 11 individu kelelawar secara berurutan.

Kesamaan relung sumberdaya pakan kelelawar

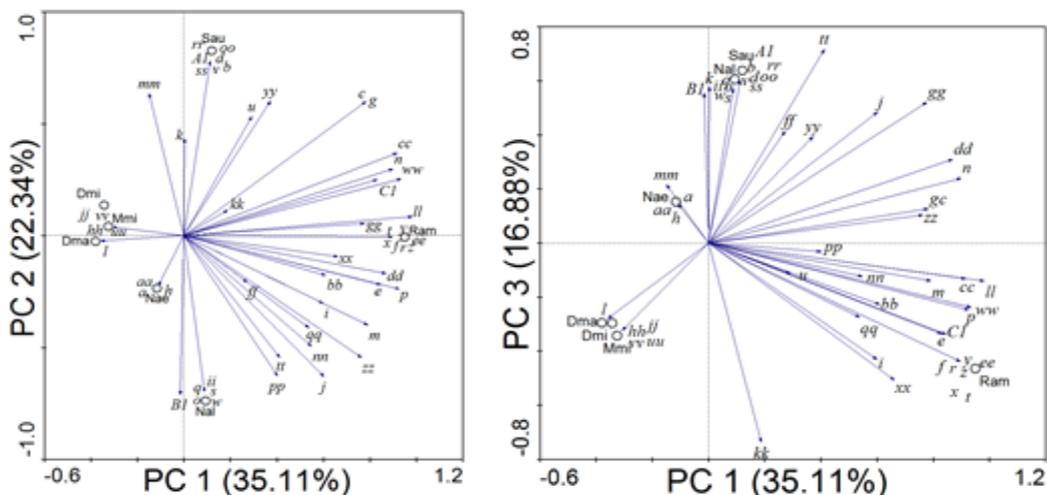
Hasil PCA berdasarkan polen yang ditemukan pada saluran pencernaan Megachiroptera menggunakan 3 komponen utama dapat menjelaskan 74.33% dari total varian. Komponen utama I menjelaskan 35.11%, komponen utama II menjelaskan 22.34%, komponen utama III menjelaskan 16.88%. Penggambaran hasil analisis PCA dengan 3 axis tertera pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil PCA terlihat bahwa kelelawar memilih polen sebagai sumber makanan memiliki kecenderungan sebagai berikut:

1. *D. magna*, *D. minor*, dan *M. minimus* cenderung menyukai polen dari *Sonneratia* sp., *Firmiana* sp., *Planchonia papuana*, *Planchonella* sp., dan *Barringtonia* sp.

2. *N. aello* cenderung memilih polen dari *Pimeliodendron* sp., *Dracaena* sp., dan *Popowia* sp.
3. *N. albiventer* dan *S. australis* lebih menyukai polen dari *Clerodendrum* sp., *Callophyllum* sp., *Lagerstroemia* sp., *Ceiba* sp., *Aleurites* sp., dan *Lagenaria* sp., *Timonius* sp., *Celtis* sp., *Chrisophyllum* sp., *Octomeles* sp., *Rhus* sp., *Camposperma* sp., dan *Pandanus* sp.
4. *R. amplexicaudatus* cenderung menyukai polen dari *Annona* sp., *Cucumis* sp., *Mallotus* sp., *Glochidion* sp., *Endospermum* sp., *Luffa* sp., dan *Pongamia* sp.

Berdasarkan kesamaan relung sumberdaya pakan kelelawar yang teridentifikasi melalui polen yang terdapat dalam saluran pencernaan maka kelelawar Megachiroptera dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok (Gambar 5). Kelompok pertama adalah asosiasi *D. magna* dan *D. minor* ($Ed=51,87\%$) dengan *M. minimus* ($Ed=45,53\%$). Kelompok kedua merupakan gabungan dari pasangan *R. amplexicaudatus* dan *N. albiventer* ($Ed=74,43\%$) dengan *N. aello* ($Ed=65,11\%$) dan *S. australis* ($Ed=62,98\%$). Ketiga jenis kelelawar (*D. magna*, *D. minor*, dan *M. minimus*) pada kelompok pertama merupakan kelelawar yang cenderung bersifat spesialis. Ketiga jenis kelelawar tersebut (*D. magna*, *D. minor*, dan *M. minimus*) memanfaatkan tumbuhan sebagai sumber pakan yang relatif sedikit yaitu masing-masing 5, 6, dan 11 jenis secara berurutan. Sedangkan keempat jenis kelelawar (*S. australis*, *N. aello*, *N. albiventer*, dan *R. amplexicaudatus*) pada kelompok kedua merupakan jenis kelelawar yang bersifat generalis.



Gambar 4.. Hasil Principle Component Analysis (PCA) jenis kelelawar berdasarkan sumberdaya pakan

Keterangan: Dma = *D. magna*, Dmi = *D. minor*, Mmi = *M. minimus*, Nae = *N. aello*, Nal = *N. albiventer*, Ram = *R. amplexicaudatus*, dan Sau = *S. australis*. a = *Dracaena* sp., b = *Camnosperma* sp., c = *Mangifera* sp., d = *Rhus* sp., e = *Semecarpus* sp., f = *Annona* sp., g = *Polyalthia* sp., h = *Popowia* sp., i = *Alstonia* sp., j = *Cerbera* sp., k = *Caryota* sp., l = *Barringtonia* sp., m = *Spathodea campanulata*, n = *Bombax* sp., o = *Ceiba* sp., p = *Canarium* sp., q = *Callophyllum* sp., r = *Cucumis* sp., s = *Lagenaria* sp., t = *Luffa* sp., u = *Momordica* sp., v = *Octomeles* sp., w = *Aleurites* sp., x = *Endospermum* sp., y = *Glochidion* sp., z = *Mallotus* sp., aa = *Pimelioidendron* sp., bb = *Adenanthera* sp., cc = *Archindendron* sp., dd = *Intsia* sp., ee = *Pongamia* sp., ff = *Flindersia* sp., gg = *Scaevola* sp., hh = *Planchonia papuana*, ii = *Lagerstroemia* sp., jj = *Sonneratia* sp., kk = *Disoxyllum* sp., ll = *Vavaea* sp., mm = *Musa* sp., nn = *Syzygium* sp., oo = *Pandanus* sp., pp = *Passiflora* sp., qq = *Morinda* sp., rr = *Timonium* sp., ss = *Chrysophyllum* sp., tt = *Manilkara* sp., uu = *Planchonella* sp., vv = *Firmiana* sp., ww = *Pterocymbium* sp., xx = *Pterygota* sp., yy = *Sterculia foetida*, zz = *Phaleria* sp., A1 = *Celtis* sp., B1 = *Clerodendrum* sp., dan C1 = *Lantana* sp.

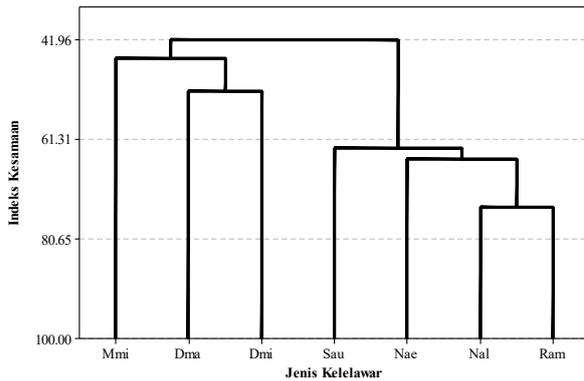
Keempat jenis ini (*S. australis*, *N. aello*, *N. albiventer*, dan *R. amplexicaudatus*) memanfaatkan jenis tumbuhan sebagai pakan yang relatif banyak yaitu 23, 18, 21, dan 32 jenis secara berurutan.

Berdasarkan kesamaan relung sumberdaya pakan kelelawar yang teridentifikasi melalui polen yang terdapat dalam saluran pencernaan maka kelelawar Megachiroptera dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok (Gambar 5). Kelompok pertama adalah asosiasi *D. magna* dan *D. minor* ($Ed=51,87\%$) dengan *M. minimus* ($Ed=45,53\%$). Kelompok kedua merupakan gabungan dari pasangan *R. amplexicaudatus* dan *N. albiventer* ($Ed=74,43\%$) dengan *N. aello* ($Ed=65,11\%$) dan *S. australis* ($Ed= 62,98\%$). Ketiga jenis kelelawar (*D. magna*, *D. minor*, dan *M. minimus*) pada kelompok pertama merupakan kelelawar yang cenderung bersifat spesialis. Ketiga jenis kelelawar tersebut (*D. magna*, *D. minor*, dan *M. minimus*) memanfaatkan tumbuhan sebagai sumber pakan yang relatif sedikit yaitu masing-masing 5, 6, dan 11 jenis secara berurutan. Sedangkan keempat jenis kelelawar (*S. australis*, *N. aello*, *N. albiventer*, dan *R. amplexicaudatus*) pada kelompok kedua merupakan jenis kelelawar yang bersifat generalis. Keempat jenis ini (*S. australis*, *N.*

aello, *N. albiventer*, dan *R. amplexicaudatus*) memanfaatkan jenis tumbuhan sebagai pakan yang relatif banyak yaitu 23, 18, 21, dan 32 jenis secara berurutan.

Hasil perhitungan *niche overlap index* berdasarkan pemanfaatan sumberdaya pakan menunjukkan bahwa *R. amplexicaudatus* dan *S. australis* memiliki tumpang tindih pemanfaatan sumberdaya pakan sebesar 0.5648. Nilai ini menunjukkan bahwa 56.48% pakan *R. amplexicaudatus* cenderung sama dengan *S. australis*. Kelelawar *N. aello* memiliki tumpang tindih pemanfaatan sumberdaya pakan tertinggi dengan *N. albiventer*, *S. australis*, dan *R. amplexicaudatus* sebesar 0.5185, 0.4286, dan 0.4068 secara berurutan. *N. albiventer* memiliki tumpang tindih pemanfaatan sumberdaya pakan tertinggi dengan *R. amplexicaudatus* ($C_H=0.5497$) dan *S. australis* ($C_H=0.4311$). Sedangkan tumpang tindih relung pakan terendah terlihat antara *D. magna* dan *S. australis* ($C_H=2.20\%$). Nilai kesamaan relung sumberdaya pakan dan nilai chi-square antar jenis kelelawar disajikan pada Tabel 5.

Hasil analisis *chi-square* (χ^2) berdasarkan pakan yang dikunjungi menunjukkan bahwa pakan kelelawar *D. magna* tidak berbeda nyata dengan pakan *D. minor*, *M. minimus*, *N. aello*, *N. albiventer*,



Gambar 5. Pengelompokan kelelawar berdasarkan sumberdaya pakan

Keterangan: Dma = *D. magna*, Dmi = *D. minor*, Mmi = *M. minimus*, Nae = *N. aello*, Nal = *N. albiventer*, Ram = *R. amplexicaudatus*, dan Sau = *S. australis*.

R. amplexicaudatus, dan *S. australis*. Pakan antar jenis kelelawar yang lain juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan kecuali antara *D. minor* dan *R. amplexicaudatus*. Nilai kesamaan relung (*niche overlap*) sumberdaya pakan antara *D. minor* dan *R. amplexicaudatus* adalah 0.1382 (13.82%). Hasil uji chi-square menunjukkan bahwa kedua jenis ini memiliki perbedaan sumberdaya pakan yang sangat nyata ($\chi^2=4.841$, $df=1$, $P<0.05$).

Hubungan antara Jenis Kelelawar dan Tipe Mahkota Bunga

Hasil analisis pengelompokan jenis kelelawar berdasarkan tipe mahkota bunga menggunakan *Correspondence Analysis* (CA) disajikan pada

Gambar 6. Variasi data total yang dapat dijelaskan adalah 81.10%, dimana axis 1 menerangkan 40.20%, axis 2 = 22.10%, dan axis 3 = 18.80%. Pengelompokan kelelawar berdasarkan tipe bunga menunjukkan adanya enam kelompok kelelawar, yaitu:

1. *M. minimus* dan *S. australis* cenderung menyukai tipe mahkota bunga yang berbentuk *tubular* dan *cruciform*.
2. *R. amplexicaudatus* cenderung memilih tipe mahkota bunga yang berbentuk *papilionaceus* dan *sepalloid*.
3. *N. albiventer* memiliki preferensi yang kuat terhadap tipe bunga *caryophyllaceous*.
4. *D. magna* cenderung memilih tipe mahkota bunga *rosaceous*.
5. *D. minor* cenderung menyukai tipe mahkota bunga berbentuk *personate*.
6. *N. aello* memiliki preferensi terhadap tipe mahkota berbentuk *apetalouse*.

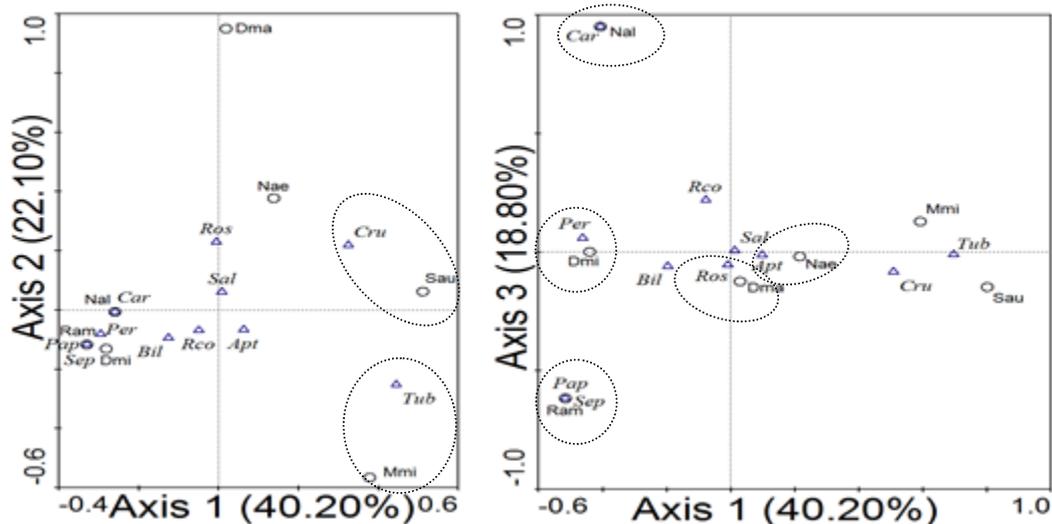
Hubungan Antara Morfometrik Tengkorak dan Gigi (*Craniodental*) dan Tipe Mahkota Bunga

Hubungan antara ukuran peubah tengkorak dan gigi (*craniodental*) dan pemilihan bentuk mahkota bunga oleh kelelawar dijelaskan oleh axis 1, axis 2 dan axis 3 yang memiliki nilai total varians sebesar 89.2%. Hal tersebut menunjukkan bahwa model sudah dapat mewakili data sebesar 89.2% dengan total nilai *eigenvalue* sebesar 0.004. Hubungan antara axis 1 (59.9%) dan axis 2 (22.1%) disajikan pada Gambar 7.

Tabel 5. Nilai kesamaan relung sumberdaya pakan dan nilai chi-square antar jenis kelelawar

	Dmi	Mmi	Nae	Nal	Ram	Sau
	NO (χ^2)					
Dma	0.1053 (0.468 ^{ns})	0.0606 (0.000 ^{ns})	0.1695 (0.132 ^{ns})	0.0698 (1.109 ^{ns})	0.0752 (1.076 ^{ns})	0.0220 (1.076 ^{ns})
Dmi		0.0476 (0.047 ^{ns})	0.2353 (0.913 ^{ns})	0.0842 (0.399 ^{ns})	0.1382 (4.841*)	0.2000 (0.199 ^{ns})
Mmi			0.2439 (1.012 ^{ns})	0.2202 (0.019 ^{ns})	0.1799 (0.075 ^{ns})	0.2281 (1.196 ^{ns})
Nae				0.5185 (3.422 ^{ns})	0.4063 (2.168 ^{ns})	0.4286 (0.076 ^{ns})
Nal					0.5497 (2.450 ^{ns})	0.4311 (1.005 ^{ns})
Ram						0.5648 (0.117 ^{ns})

Keterangan: Dma=*D. magna*, Dmi=*D. minor*, Mmi=*M. minimus*, Nae=*N. aello*, Nal=*N. albiventer*, Ram=*R. amplexicaudatus*, Sau=*S. australis*, NO= indeks niche overlap, χ^2 = nilai chi-square, *=berbeda nyata ($\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$, $df=1$), ^{ns}=tidak berbeda nyata ($\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$, $df=1$).



Gambar 6. Pengelompokan kelelawar berdasarkan tipe mahkota bunga

Keterangan: Apt = *Apetalouse*, Bil = *Bilabiate*, Cry = *Caryophallaceous*, Cru = *Cruciform*, Pap = *Papilionaceous*, Per = *Personate*, Ros = *Rosaceous*, Rco = *Rosaceous-corona*, Slv = *salverform*, Sep = *Sepaloid*, Tub = *Tubular*, 1 = *D. magna*, 2 = *D. minor*, 3 = *M. minimus*, 4 = *N. aello*. 5 = *N. albiventer*, 6 = *R. amplexicaudatus*, 7 = *S. australis*

Tinggi tebal dentari di bawah geraham pertama (MDD) merupakan peubah yang mencirikan kelelawar dalam pemanfaatan tipe mahkota bunga *rosaceous*. Ukuran jarak antar gigi geraham depan 4 (PM4) mencirikan kelelawar yang menyukai tipe mahkota bunga *salverform* walaupun hubungannya sangat lemah. Ukuran lebar jarak antar tulang zigomatik (PSW) merupakan penciri kuat bagi kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *cruciform*, *rosaceus corona* dan *caryophillaceous*. Jarak antar gigi taring (PC) dan panjang tengkorak (TSL) mencirikan kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *apetalouse*. Panjang total palatal (TPL) menjadi penciri bagi tipe mahkota bunga *sepaloid*, *papilionaceous*, dan *tubular*, namun hubungannya terhadap tipe mahkota bunga *tubular* lemah. Peubah susunan gigi pada rahang bawah (LTR) menjadi penciri bagi jenis kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *personate* dan *bilabiate*. Panjang anterior dasar tengkorak (ASL) menjadi penciri bagi jenis kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *tubular*. Tinggi ramus angular pross (CPH), jarak antar orbit (MZB), dan jarak antara condyle terhadap gigi taring (CC) merupakan peubah morfometrik *craniodental* yang tidak mencirikan kekeratannya dengan tipe mahkota bunga tertentu sehingga peubah-peubah tersebut bukan merupakan penciri dalam memilih tipe mahkota bunga tertentu.

Gambar axis 1 dan 3 menjelaskan beberapa variabel yang tidak dapat dijelaskan oleh gambar axis 1 dan 2 (Gambar 7).

Gambar axis 1 dan 3 menjelaskan bahwa panjang anterior dasar tengkorak (ASL), panjang tengkorak (TSL), dan panjang total palatal (TPL) merupakan penciri kuat bagi kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *tubular*. Tipe mahkota bunga *papilionaceous* memiliki hubungan dengan peubah panjang susunan gigi pada rahang bawah (LTR) namun tidak kuat hubungannya. Peubah jarak antar gigi taring (PC) menjadi penciri kuat bagi kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *apetalouse* dibanding tipe mahkota bunga *cruciform* dan *bilabiate*. Tipe mahkota bunga *salverform* memiliki panah vektor yang panjang namun tidak memiliki keeratan hubungan dengan salah satu peubah *craniodental*. Tinggi ramus angular proses (CPH), jarak antar orbit (MZB), dan jarak antara condyle terhadap gigi taring (CC) merupakan peubah morfometrik *craniodental* yang tidak mencirikan asosiasi terhadap tipe mahkota bunga tertentu sehingga peubah-peubah tersebut bukan merupakan penciri dalam memilih tipe mahkota bunga tertentu.

Pemilihan tipe mahkota bunga oleh jenis kelelawar menunjukkan adanya hubungan yang signifikan (one way Anova; $p=0.355$; $n=76$). Hal ini mengindikasikan bahwa kelelawar memiliki preferensi yang berbeda terhadap

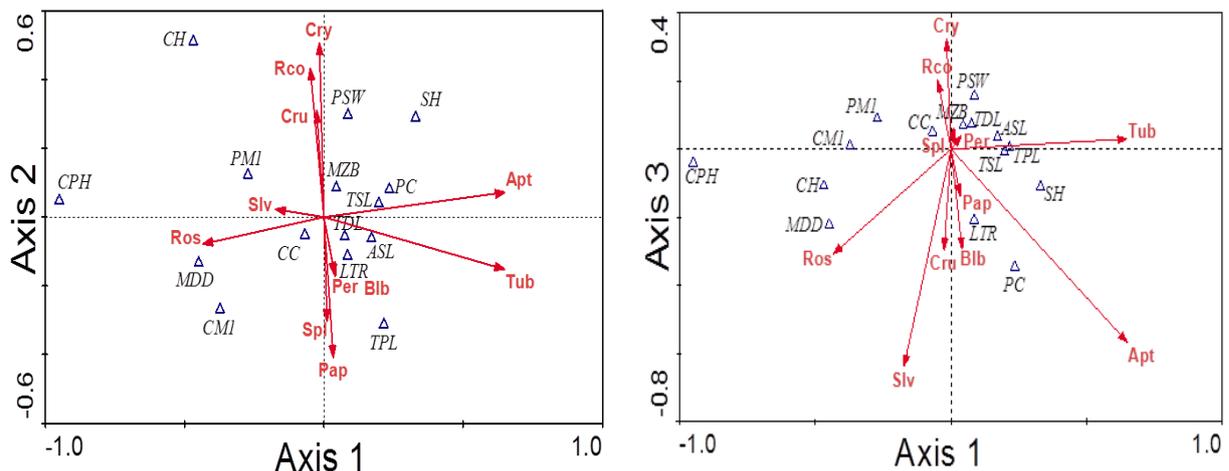
mahkota bunga tertentu. Sebagai ilustrasi, *M. minimus* dan *S. australis* lebih memilih tipe mahkota bunga yang berbentuk *tubular* dan *cruciform*. Kedua jenis kelelawar sepsialis pemakan nektar tersebut memiliki tengkorak dan lidah yang relatif panjang (Patterson *et al.* 2003). Kelelawar pemakan buah cenderung memiliki moncong yang tumpul (Soegiharto *et al.* 2010) dan memiliki peubah proses coronoid yang tinggi serta rahang yang kuat. Pada saat pengamatan di lapangan dijumpai *R. amplexicaudatus* terperangkap dengan membawa buah *Ficus* sp., sedangkan *N. albiventer* yang terperangkap terdapat sisa biji-biji tumbuhan berukuran kecil pada daerah sekitar moncong. Pada saat pengamatan di lapangan tidak dilakukan pengamatan pada tumbuhan berbunga yang dikunjungi jenis kelelawar secara langsung sehingga tumbuhan sumber pakan kelelawar dianalisis dengan pendekatan polen yang terdapat pada saluran pencernaan kelelawar.

PEMBAHASAN

Struktur komunitas kelelawar Megachiroptera

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hutan primer dan kebun buah campuran lebih cenderung digunakan untuk mencari makan oleh masing-

masing 6 dan 7 spesies kelelawar secara berurutan dibanding hutan sekunder yang hanya ditemukan 3 spesies. Dari total jumlah spesies kelelawar yang mengunjungi ketiga tipe habitat tersebut, *D. magna* merupakan spesies tunggal yang terperangkap sebanyak satu individu saja di kebun buah campuran. Hasil ini sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pattiselano & Bumbut (2011) bahwa spesies ini terperangkap pada jaring di kebun campuran pisang dan papaya. Sebaliknya *R. amplexicaudatus* dan *N. albiventer* merupakan dua jenis kelelawar terperangkap cukup berlimpah pada ketiga tipe habitat selama waktu pengamatan di lapangan. Namun *R. amplexicaudatus* merupakan jenis yang jumlah individunya paling berlimpah pada habitat kebun buah campuran dan hutan sekunder. Spesies ini cenderung juga ditemukan di hutan dataran rendah yang terganggu (Maryanto *et al.* 2011). Hal ini diduga dapat terjadi karena hutan primer di kawasan TWAGM merupakan hutan primer dataran rendah yang masih tersisa sedangkan kawasan di sekitarnya merupakan kawasan-kawasan yang telah terganggu seperti pemukiman, kebun buah campuran, daerah pertanian, dan hutan sekunder. Selain itu, jarak antara ketiga tipe habitat tersebut relatif dekat



Gambar 7. Hubungan morfometrik tengkorak dan gigi (*craniodental*) terhadap tipe bentuk mahkota bunga pada axis 1 dengan axis 2.

Keterangan: TSL=panjang tengkorak, MZB=jarak antar orbit, PSW=lebar jarak antar tulang zigomatik, MDD=tinggi tebal dentari di bawah geraham pertama, CPH=tinggi ramus angular proses, CH=tinggi condylar proses, CC=jarak antara condyle terhadap gigi taring, SH=tinggi tengkorak, LTR=panjang susunan gigi pada rahang bawah, PC=jarak antar gigi taring, TDL=panjang rahang bawah, ASL=panjang anterior dasar tengkorak, CM1=jarak condyle terhadap gigi geraham pertama, TPL=panjang total palatal, PM4=jarak antar gigi geraham depan 4. Apt=Apetalouse, Bil=Bilabiate, Cry=Caryophallaceous, Cru=cruciform, Pap=Papillionaceous, Per=Personate, Ros=Rosaceous, Rco=Rosaceous-corona, Slv=salverform, Sep=Sepaloid, Tub=Tubular.

sehingga dapat dikunjungi oleh *R. amplexicaudatus* untuk mencari makan dalam semalam. Berbeda dengan *R. amplexicaudatus*, *N. albiventer* merupakan jenis kelelawar yang paling banyak terperangkap di hutan primer dibanding kedua tipe habitat lainnya. *S. australis* dan *M. minimus* merupakan kedua jenis kelelawar pemakan buah yang tidak ditemukan di hutan sekunder walaupun Flannery (1995) menemukan bahwa kedua jenis ini merupakan jenis kelelawar yang penyebarannya luas serta umum di daratan New Guinea. Maryanto *et al.* (2011) juga menemukan bahwa *M. minimus* biasanya terperangkap pada hutan sekunder di Taman Nasional Lore Lindu. Selain itu, Azlan *et al.* (2003) juga melaporkan bahwa *M. minimus* juga ditemukan pada habitat yang terganggu dan tidak terganggu di Taman Nasional Kayan Mentarang (TNKM). Dengan demikian peneliti berasumsi bahwa ketidakhadiran kedua spesies ini pada hutan sekunder karena bukan musim ketersediaan pakan, seperti dilaporkan bahwa ketersediaan dan penyebaran sumber makanan menentukan kelimpahan dan komposisi kelelawar pemakan buah (Heithaus *et al.* 1975; Hodgkinson *et al.* 2004; Maryanto *et al.* 2011).

Studi-studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa hutan primer maupun hutan yang terfragmentasi memiliki kelimpahan individu kelelawar yang terperangkap dan keanekaragaman spesies yang tinggi dibandingkan hutan sekunder atau daerah pertanian (Estrada *et al.* 1993; Medellin *et al.* 2000; Maharadatunkamsi 2006; Fukuda *et al.* 2009). Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa individu kelelawar tertangkap secara berlimpah di kebun buah campuran, tetapi keanekaragaman spesies tertinggi dimiliki oleh hutan primer. Namun berdasarkan analisis sidik ragam, jumlah individu kelelawar yang terperangkap pada misnet di ketiga tipe habitat tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (one way Anova; $P=0.939$; $df= 2, 18$). Medellin *et al.* (2000) menyatakan bahwa nilai keanekaragaman yang tinggi dapat menjadi suatu indikator terhadap kondisi hutan yang belum terganggu karena nilai ini dapat mengindikasikan jumlah individu kelelawar yang terperangkap, spesies kelelawar yang jarang terperangkap, dan indeks keanekaragaman Shannon. Hodgkinson *et al.* (2004) juga menambahkan bahwa pakan kelelawar dapat digunakan sebagai

indikator respon kelelawar terhadap gangguan ekosistem karena kelelawar cenderung bersifat generalis, intermediet, atau spesialis. Kelelawar akan mengunjungi suatu habitat untuk mencari makan sangat berkaitan dengan kelimpahan atau ketersediaan sumberdaya pakan. Sebagai ilustrasi dari hasil penelitian Maryati *et al.* (2008) di Taman Nasional Ciremai, *Aethalops alecto* jantan, *Cynopterus brachyotis* betina, dan *C. titthecheilus* betina cenderung mengkonsumsi *Adenanthera* sp. dan *Acacia* sp sebagai sumber pakan. Namun *A. alecto* jantan lebih cenderung mengunjungi hutan primer pada dataran tinggi sebagai *foraging area* dibanding *C. brachyotis* betina dan *C. titthecheilus* betina pada hutan sekunder atau terfragmentasi di dataran rendah. Maryanto *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa *R. amplexicaudatus*, *C. brachyotis*, dan *C. minutus* di Taman Nasional Lore Lindu cenderung menempati habitat hutan dataran rendah yang terganggu secara berlimpah. Dengan demikian kelelawar juga berperan sebagai indikator terhadap penilaian kerusakan atau gangguan hutan tropis karena kelelawar cenderung memiliki spesies yang beragam, kelimpahan yang tinggi, daerah penyebarannya luas, dan secara ekologi berbeda dengan kelompok taksa mamalia yang lainnya (Medellin *et al.* 2000).

Indeks kemerataan (Evenness) menjelaskan kelimpahan individu suatu spesies yang ada dalam suatu komunitas (Magurran 1988). Nilai kemerataan akan mencapai maksimum jika proporsi kelimpahan individu suatu spesies yang menempati suatu komunitas cenderung sama. Sebaliknya nilai ini akan cenderung menurun jika terdapat suatu spesies yang dominan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemerataan komunitas kelelawar di hutan primer dan hutan sekunder masing-masing adalah 0,55 lebih tinggi dibanding hutan kebun campuran (0,27). Namun spesies kelelawar yang hadir pada hutan sekunder hanya terdiri dari tiga spesies dari total spesies yang ditemukan selama waktu penelitian.

Hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa *R. amplexicaudatus* merupakan spesies kelelawar yang banyak jumlah individunya terperangkap pada misnet di kebun buah campuran maupun hutan sekunder. Spesies ini cenderung lebih

dominan dibanding spesies kelelawar lainnya di hutan yang terganggu. Dengan demikian *R. amplexicaudatus* dapat diasumsi dapat merupakan kelelawar yang toleran terhadap hutan yang terganggu atau spesies yang oportunistis, seperti hasil penelitian Maryanto *et al.* (2011) bahwa spesies ini cenderung mengunjungi hutan datara rendah yang terganggu.

Pada hutan primer, tidak terlihat suatu spesies kelelawar pemakan buah yang dominan dimana nilai indeks pemerataan dan dominansi adalah secara berturut-turut 0,55 dan 0,41. Nilai pemerataan menunjukkan bahwa 55% spesies kelelawar cenderung untuk menggunakan sumberdaya secara bersama (koeksistensi). Sebaliknya nilai dominansi menunjukkan bahwa 60% spesies kelelawar di hutan primer memiliki peluang yang sama untuk terperangkap di misnet.

Kesamaan Relung Sumberdaya Habitat

Pengelompokan kelelawar berdasarkan sumberdaya habitat menunjukkan bahwa terdapat dua kelompok pemilihan tipe habitat, yaitu:

Kelompok kelelawar yang menyukai habitat kebun buah campuran sebagai daerah mencari makan yang terdiri dari *D. magna* dan *R. amplexicaudatus*.

Kelompok kelelawar yang memilih hutan primer sebagai tempat mencari makan yang terdiri dari *D. minor*, *M. minimus*, *S. australis*, *N. aello*, dan *N. albiventer*.

Pengelompokan kelelawar tersebut terkait juga dengan kelimpahan individu jenis kelelawar pada suatu tipe habitat. Kelimpahan dan komposisi kelelawar buah sangat ditentukan oleh ketersediaan dan penyebaran sumberdaya pakan (Heithaus *et al.* 1975; Hodgkinson *et al.* 2004). Zukal & Rehak (2006) menambahkan juga bahwa kelelawar mencari sumberdaya pakan pada berbagai tipe habitat tetapi kelelawar tersebut akan memilih suatu habitat karena ketersediaan sumberdaya pakan yang sesuai. Hasil pengelompokan kesamaan sumberdaya habitat menunjukkan bahwa *D. magna* dan *R. amplexicaudatus* cenderung memilih tipe habitat kebun buah campuran. Namun bila dilihat dari kelimpahan jenis maka *R. amplexicaudatus* merupakan jenis kelelawar yang memiliki kelimpahan tertinggi pada tipe habitat kebun buah campuran dan hutan sekunder dibanding kelima jenis kelelawar lain. Sedangkan *D.*

magna hanya terperangkap satu individu saja pada habitat kebun buah campuran. Kelompok jenis kelelawar lain (*D. minor*, *M. minimus*, *S. australis*, *N. aello*, dan *N. albiventer*) cenderung memilih kesamaan sumberdaya habitat pada hutan primer. Pada tipe habitat ini *N. albiventer* memiliki kelimpahan spesies tertinggi dibanding jenis lainnya. Hal ini berbeda dengan kelelawar spesialis pemakan serangga (*insectivorous*), aktivitas mencari sumberdaya pakan sangat ditentukan oleh ketersediaan serangga (*prey*) dan lama kehadiran kelelawar pada suatu habitat bukan oleh tipe habitat yang digunakan (Kusch *et al.* 2004).

Kecenderungan kelelawar memilih tipe habitat juga dapat ditentukan oleh jarak tempat bertengger dengan sumberdaya pakan. Krynak (2010) menyatakan bahwa tempat bertengger (*roosting site*) berperan sebagai tempat untuk istirahat, tidur, mencerna makanan, berlindung dari predator dan cuaca, dan menyediakan mikroklimat yang sesuai baik untuk menjaga energi maupun mengatur tingginya laju metabolisme saat merawat dan membesarkan individu muda. Winkelmann *et al.* (2000) melaporkan bahwa *S. australis* memiliki jarak antara tempat bertengger pada siang hari (*day roost*) dengan tempat mencari makan (*foraging area*) berkisar antara 363 dan 725 m dan luas wilayah jelajahnya (*home range*) 2.7–13.6 ha. Sedangkan untuk *D. minor*, jarak antara tempat bertengger siang hari dan tempat mencari makan (*foraging area*) adalah 150 – 1150 m dan luas wilayah jelajahnya (*home range*) berkisar antara 1.5 sampai 12 ha (Bonaccorso *et al.* 2002). Wilayah jelajah yang relatif tidak luas cenderung terjadi tumpang tindih relung antar spesies kelelawar (Bonaccorso *et al.* 2002). Namun lebih lanjut dikemukakan bahwa jarak terbang untuk mencari makan yang relatif pendek dapat mengurangi energi yang digunakan (*energy cost*) dan terhindar dari predator.

Penggunaan sumberdaya yang terbatas secara bersama secara intra- dan inter-spesifik dapat menyebabkan terjadi persaingan (kompetisi) terhadap sumberdaya tersebut. Tingkat persaingan dapat dilihat dari seberapa besar nilai tumpang tindih (*overlap*) terhadap penggunaan sumberdaya tersebut yang dapat diukur dengan indeks *niche overlap*. Maryati *et al.* (2008) menyatakan bahwa nilai indeks *niche overlap* berkisar dari 0

hingga 1, bila nilai indeks mendekati 1 maka terjadi saling kompetisi terhadap sumberdaya yang dimanfaatkan dan sebaliknya. Nilai *niche overlap* sumberdaya habitat tertinggi terjadi antara *N. aello* dan *M. minimus* ($C_H=0.8345$). Tumpang tindih relung sumberdaya habitat yang tinggi juga terjadi *D. minor* dengan *M. minimus* dan *N. aello* dengan nilai *niche overlap* masing-masing adalah 0.8070 dan 0.7542 secara berturut-turut. Ketiga jenis kelelawar tersebut juga cenderung menggunakan hutan primer secara bersama-sama. Penggunaan sumberdaya habitat yang sama oleh ketiga jenis kelelawar tersebut dapat mengindikasikan persaingan terhadap sumberdaya habitat. Pemanfaatan sumberdaya habitat dapat ditentukan oleh ketersediaan sumberdaya pakan dan aktivitas mencari sumberdaya pakan. Weber *et al.* (2011) telah membuktikan bahwa perbedaan pada satu dimensi relung seperti sumberdaya pakan dapat membantu menerangkan perbedaan pada dimensi relung yang lain seperti penggunaan ruang. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tumpang tindih relung habitat ketiga spesies tersebut dapat diminimalisir oleh pemisahan relung baik sumberdaya pakan, pola aktivitas mencari pakan, penggunaan ruang secara vertikal, dan lain-lain.

Beberapa jenis kelelawar memiliki kesamaan relung habitat yang tinggi, namun berbanding terbalik dengan tumpang tindih relung habitatnya yang cenderung rendah. Hal ini disebabkan karena kesamaan relung habitat sangat dipengaruhi oleh kehadiran jumlah individu suatu jenis kelelawar pada suatu habitat, sedangkan tumpang tindih relung ditentukan oleh proporsi jumlah individu jenis kelelawar yang diperbandingkan pada sumberdaya yang dimanfaatkan. Sebagai ilustrasi, *D. magna* dan *R. amplexicaudatus* memiliki kesamaan relung habitat yang tinggi dimana kedua jenis kelelawar tersebut cenderung memilih kebun buah campuran sebagai habitat mencari pakan. Jumlah individu *D. magna* yang ditemukan hanya di kebun buah campuran sebanyak satu individu, sedangkan *R. amplexicaudatus* dijumpai pada ketiga tipe habitat namun kehadiran individu terbanyak di kebun buah campuran sebanyak 165 individu atau 244,44 individu per 1000 m² per malam.

Komposisi Pakan Kelelawar

Kelelawar sub ordo Megachiroptera sangat tergantung pada tumbuhan (nektar, polen, buah,

dan biji bahkan daun) sebagai sumber pakan (Altringham 1996 *disitasi* Fukuda *et al.* 2009; Marshall 1985 *dalam* Sudhakaran & Doss 2012). Hasil analisis polen dari tujuh jenis kelelawar pemakan buah ditemukan 55 jenis dari 29 famili tumbuhan asal polen. Jumlah jenis tumbuhan asal polen tersebut berbeda dengan beberapa peneliti lain. Hasil penelitian Maryati dkk. (2008) di Taman Nasional Gunung Ciremai (TNGC) menunjukkan bahwa tumbuhan asal polen yang diidentifikasi sebanyak 21 jenis dan 15 famili tumbuhan. Sugiharto *et al.* (2010) menemukan 56 jenis tumbuhan pakan dari kelelawar yang ditangkap di Kebun Raya Bogor. Sedangkan Choirunnisa (2015) menemukan 59 jenis dari 41 famili tumbuhan pakan kelelawar Megachiroptera di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW). Perbedaan jumlah tumbuhan asal polen tersebut dapat terjadi karena vegetasi penyusun ekosistem hutan yang berbeda antar lokasi penelitian. Selain itu, jenis kelelawar yang ditemukan relatif berbeda. Hal ini terlihat bahwa genus *Cynopterus* merupakan genus yang sangat umum dijumpai di Asia Selatan dan Asia Tenggara yang mencakup India, Sri Lanka, Kamboja, Vietnam, dan Indonesia bagian barat (Bumrungsri *et al.* 2007), sedangkan genus *Nyctimene* merupakan genus yang lebih dominan dijumpai di New Guinea sehingga New Guinea merupakan pusat asal genus *Nyctimene* (Flanery 1995).

Intsia sp. (Famili Fabaceae) merupakan jenis yang paling banyak dikonsumsi oleh kelelawar yaitu sebanyak 16 individu dari 5 jenis. Jenis tumbuhan *Intsia* sp. memiliki kerapatan yang cukup tinggi di kawasan hutan TWAGM dan terdapat dua blok tanaman *Intsia* sp. yang ditanam pada tahun 1962 di dalam kawasan hutan TWAGM juga. Jenis ini juga tersebar pada areal hutan sekunder secara merata walaupun tumbuh secara tunggal namun cukup dominan. Keberadaan jenis tumbuhan ini yang cukup berlimpah di kawasan TWAGM menyebabkan jenis tumbuhan ini menjadi preferensi pakan bagi jenis kelelawar yang ada.

Berdasarkan famili tumbuhan sumberdaya pakan, Euphorbiaceae merupakan famili yang memiliki jumlah spesies terbanyak dikonsumsi oleh kelelawar Megachiroptera di kawasan TWAGM. Hasil ini berbeda dengan Maryati dkk. (2008) bahwa

famili Sapindaceae merupakan famili yang memiliki jumlah jenis tumbuhan terbanyak yang dikonsumsi oleh kelelawar Megachiroptera di TNGC. Sedangkan Choirunnisa (2015) menjumpai bahwa Fabaceae merupakan famili yang paling digemari oleh kelelawar Megachiroptera di HPGW.

Famili lain dengan urutan persentase tertinggi kedua yang disukai oleh kelelawar Megachiroptera di kawasan TWAGM adalah Sterculiaceae, Fabaceae, Cucurbitaceae, dan Anacardiaceae. Famili Sterculiaceae memiliki 4 jenis tumbuhan, dan jenis *Sterculia foetida* merupakan jenis yang paling disukai *D. minor*, *N. aello*, *R. amplexicaudatus*, dan *S. australis*. Pada famili Fabaceae, *Intsia* sp. merupakan jenis yang paling disukai oleh 5 jenis kelelawar kecuali *D. magna* dan *D. minor*. Untuk famili Cucurbitaceae, *Momordica* sp. merupakan jenis yang paling disukai oleh ketiga jenis lainnya oleh *D. minor*, *N. aello*, *R. amplexicaudatus*, dan *S. australis*. Jenis *Mangifera* sp. dan *Semecarpus* sp. merupakan dua dari 4 jenis (Famili Anacardiaceae) yang cenderung dikunjungi oleh kelelawar Megachiroptera. Jenis *Mangifera* sp. merupakan jenis yang sering dikunjungi oleh *R. amplexicaudatus*, dan *S. australis*. Sedangkan *Semecarpus* sp. cenderung digemari oleh 4 jenis kelelawar saja kecuali *D. magna*, *M. minimus*, dan *S. australis*.

Kesamaan Relung Sumberdaya Pakan

Berdasarkan hasil PCA, *D. magna*, *D. minor*, dan *M. minimus* cenderung membentuk kelompok tersendiri terhadap kesukaan memilih jenis tumbuhan pakan. Hal ini juga terlihat antara *N. albiventer* dan *S. australis* yang cenderung menyukai jenis tumbuhan pakan yang sama. Namun hasil perhitungan *chi-square* menunjukkan bahwa perbedaan jenis pakan antara kelelawar secara signifikan terjadi antara *D. minor* dan *R. amplexicaudatus* (χ^2 ; $p=4.841$; $df=1$). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa terdapat jenis tumbuhan pakan yang dikunjungi oleh jenis-jenis kelelawar Megachiroptera secara bersama.

Pengelompokan kelelawar berdasarkan polen sumber pakan menunjukkan bahwa *N. albiventer* dan *R. amplexicaudatus* memiliki kesamaan preferensi pakan yang tinggi. Kedua jenis ini mengkonsumsi jenis tumbuhan sebagai pakan yang sama yaitu: *Alstonia* sp., *Spathodea campanulata*, *Canarium* sp., dan *Phaleria* sp.

Pengelompokan kelelawar berdasarkan

sumberdaya pakan memperlihatkan bahwa *D. magna*, *D. minor*, dan *M. minimus* merupakan kelompok kelelawar yang cenderung bersifat spesialis. *M. minimus* merupakan spesies kelelawar spesialis pemakan nektar (*nectarivorous*) (Flannery 1995; Maryanto *et al.* 2011). Hal ini dipertegas oleh Fukuda *et al.* (2009) bahwa *M. minimus* merupakan jenis yang sering mengunjungi tumbuhan yang berbunga (seperti *Parkia* sp. dan *Musa* sp.). Selain *M. minimus*, *S. australis* juga merupakan spesies kelelawar spesialis pemakan nektar (Richards 1983b dalam Flannery 1995), walaupun jenis ini berada pada kelompok yang berbeda dengan *M. minimus*. Winkelmann *et al.* (2000) juga mempertegas bahwa *M. minimus* dan *S. australis* merupakan kelelawar berukuran kecil (20 g) yang mengkonsumsi buah atau bunga. Sedangkan *D. magna* dan *D. minor* merupakan kelelawar spesialis pemakan buah (Flannery 1995; Bonaccorso *et al.* 2002). *D. magna* ditemukan mengkonsumsi pisang (*Musa* sp.) dan pepaya (*Carica* sp.) yang dibudidayakan, *Pangium edule* yang semi budidaya, dan tumbuhan *Ficus* liar (Hide *et al.* 1984 dalam Flannery 1995), sedangkan *D. minor* cenderung mengkonsumsi *Ficus bernaysii*, *F. hispodiodes*, *Piper aduncum*, dan pepaya (*Carica* sp.) (Bonaccorso *et al.* 2002).

Penggunaan sumberdaya yang terbatas secara bersama secara intra dan inter spesifik dapat menyebabkan terjadi persaingan (kompetisi) terhadap sumberdaya tersebut. Tingkat persaingan dapat dilihat dari seberapa besar nilai tumpang tindih (*overlap*) terhadap penggunaan sumberdaya tersebut yang dapat diukur dengan indeks *niche overlap*. Nilai indeks *niche overlap* berkisar dari 0 hingga 1 dimana nilai indeks mendekati 1 maka terjadi saling kompetisi terhadap sumberdaya yang dimanfaatkan dan sebaliknya (Maryati dkk. 2008). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks *niche overlap* tertinggi terhadap sumberdaya pakan terjadi antara *R. amplexicaudatus* dan *S. australis* (0.5648). Nilai ini menggambarkan bahwa 56.48% pakan kedua jenis ini cenderung sama. Namun MacArthur (1972) dalam Weber *et al.* (2011) menegaskan bahwa persaingan antar spesies dapat diminimalkan melalui pembagian sumberdaya (*resource partition*) sehingga intra ataupun inter spesies dapat menggunakan sumberdaya secara bersama (koeksistensi). Sebagai ilustrasi, Maryati dkk. (2008) melaporkan bahwa *A. alecto* jantan, *C. brachyotis* betina, dan *C. titthecheilus* betina cenderung

mengonsumsi *Adenantha* sp. dan *Acacia* sp sebagai sumber pakan di Taman Nasional Ciremai. Namun *A. alecto* jantan lebih cenderung mengunjungi hutan primer pada dataran tinggi sebagai *foraging area* sedangkan *C. brachyotis* betina dan *C. titthaechelus* betina cenderung mengunjungi hutan sekunder atau terfragmentasi di dataran rendah. Peneliti lain, Sudhakaran & Doss (2012) melaporkan bahwa tiga jenis kelelawar, *C. sphinx*, *R. leschenaultii*, dan *Pteropus giganteus*, cenderung memilih pakan yang sama dari 37 jenis tumbuhan namun ketiga jenis kelelawar tersebut berbeda dalam pemilihan pakan terhadap fase perkembangan buah, waktu pencarian pakan, dan ketinggian terbang saat mencari pakan. Terkait dengan hasil penelitian kami, kedua jenis kelelawar tersebut (*R. amplexicaudatus* dan *S. australis*) memiliki tumpang tindih relung sumberdaya pakan yang tinggi namun diasumsikan bahwa persaingan terhadap sumberdaya pakan cenderung rendah. Hal ini diperkuat bahwa kedua jenis kelelawar ini memiliki peran ekologis yang berbeda dalam ekosistem hutan. Secara keseluruhan nilai indeks *niche overlap* antar jenis kelelawar kurang dari 50%. Hal ini mengindikasikan juga bahwa persaingan interspesifik terhadap pemanfaatan sumberdaya pakan dapat dikatakan sangat rendah.

Pengelompokan Kelelawar Berdasarkan Tipe Mahkota Bunga

Hasil CA terkait pengelompokan jenis kelelawar berdasarkan tipe mahkota bunga mendukung hasil analisis clustering pengelompokan kelelawar berdasarkan sumberdaya pakan. Kelelawar spesialis pemakan nektar (*M. minimus* dan *S. australis*) cenderung memilih tipe mahkota bunga yang berbentuk *cruciform* dan *tubular*. Hal ini didukung oleh penelitian Soegiharto *et al.* (2010) bahwa jenis kelelawar pemakan nektar dan polen saja yang cenderung menyerbuki jenis tumbuhan dengan bentuk mahkota bunga piringan (*disk/salverform*), bintang (*rotate*), dan tabung (*tubular*). Lebih lanjut dijelaskan bahwa jenis kelelawar spesialis pemakan nektar dan polen yang menyukai tipe mahkota bunga tersebut adalah *Eonycteris spelaea* (jantan dan betina) dan *M. sobrinus* jantan. Selain itu, kelelawar spesialis pemakan nektar cenderung memiliki tengkorak dan lidah yang panjang (Patterson *et al.* 2003). Kelelawar penyebar biji (*seed dispersal*) dijelaskan oleh Soegiharto *et al.*

(2010) adalah kelelawar yang memiliki tipe moncong tumpul dan cenderung menyukai mahkota bunga berbentuk mangkuk (*urceolatus*), lonceng (*campanulate*), dan kupu-kupu (*papilionaceous*). Mengacu pada hasil penelitian Soegiharto *et al.* (2010) maka kelima jenis kelelawar lainnya *D. magna*, *D. minor*, *N. aello*, *N. albiventer*, dan *R. amplexicaudatus* merupakan spesies kelelawar yang berperan sebagai penyebar biji.

Hubungan antara Morfometrik Tengkorak dan Gigi (Craniodental) dan Tipe Mahkota Bunga

Tinggi tebal dentari di bawah geraham pertama (MDD) merupakan peubah penciri kuat bagi kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *rosaceous*. Kelelawar yang memiliki preferensi terhadap tipe mahkota bunga *rosaceous* adalah *D. magna*. Kelelawar ini memiliki ukuran *craniodental* untuk peubah tinggi tebal dentari di bawah geraham pertama (MDD) (5.10 mm) yang lebih besar dibanding keenam jenis kelelawar lainnya. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Choirunnisa (2015) bahwa ukuran lebar interorbital (*Iow*) merupakan penciri kuat bagi kelelawar yang memanfaatkan bentuk mahkota bunga *rosaceous*. Lebih lanjut dilaporkan bahwa bentuk mahkota bunga ini lebih digemari oleh kelelawar betina antara lain, *C. bracyotis* (1.48-2.37 mm), *C. horsfieldii* (2.09 mm), *C. minutus* (1.38-2.18 mm), *C. titthacheilus* (2.30-2.58 mm), *Eonycteris spelaea* (1.76-2.31 mm), dan *R. leschenaulti* (2.44 mm). Perbedaan peubah *craniodental* penciri terhadap tipe mahkota *rosaceous* karena jenis kelelawar yang dijumpai dalam penelitian ini sangat berbeda dengan hasil penelitian dari referensi yang dibandingkan dan juga tidak memungkinkan untuk menjumpai jenis kelelawar yang tidak terdistribusi di lokasi penelitian.

Kelelawar yang menyukai tipe mahkota bunga *rosaceus corona* dan *caryophyllaceous* adalah *N. albiventer*. Kelelawar ini memiliki tinggi condylar proses (CH) antara 5.10 dan 6.10 mm. Hal ini berbeda pula dengan hasil penelitian Choirunnisa (2015) bahwa lebar tengkorak (*cranial width, CW*) merupakan penciri bagi kelelawar yang menyukai tipe mahkota bunga *rosaceus corona*, diantaranya *C. bracyotis* jantan (11.56-13.67 mm) dan betina (11.78-13.98 mm) serta *C. minutus* jantan 11.96-12.97 mm). Sedangkan tipe mahkota bunga *caryophyllaceous* dicirikan kuat oleh peubah jarak gigi geraham (*molar*) terhadap gigi taring (*canine*) (C1m).

Kelelawar megachiroptera yang menyukai tipe mahkota bunga ini adalah *C. bracyotis* jantan (5.13-6.64 mm), *C. tithacheilus* jantan (6.21-6.95) dan betina (5.91-7.23 mm), *C. minutus* jantan (5.38-6.16 mm), *E. spelaea* betina (5.94-7.25 mm), *R. amplexicaudatus* betina (7.54 mm) dan *R. leschenaulti* jantan (8.22 mm).

Tipe mahkota bunga *cruciform* cenderung dipilih oleh kelelawar *S. australis*, sedangkan tipe mahkota bunga *tubular* cenderung disukai oleh *M. minimus*. Ukuran lebar jarak antar tulang zigomatik (PSW) merupakan penciri kuat bagi kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *cruciform*, sedangkan penciri kuat bagi kelelawar yang memanfaatkan tipe mahkota bunga *tubular* adalah panjang anterior dasar tengkorak (ASL), panjang tengkorak (TSL), dan panjang total palatal (TPL). Kedua jenis kelelawar ini merupakan kelelawar spesialis pemakan nektar. Dumont (1997) menyebutkan bahwa kelelawar pemakan nektar memiliki tengkorak dan rahang yang panjang, serta memiliki ukuran proses coronoid yang rendah. Ditambahkan pula oleh Dumont (2004) bahwa kelelawar spesialis pemakan nektar pada umumnya memiliki moncong dan lidah yang panjang sehingga berperan dalam meningkatkan efisiensi ekstraksi nektar.

Kelelawar yang menyukai tipe mahkota bunga *papilionaceous* dan *sepaloid* memiliki asosiasi yang erat dengan peubah panjang total palate sebagai penciri. Kelelawar yang menyukai kedua tipe mahkota bunga ini adalah *R. amplexicaudatus*. Untuk tipe mahkota bunga *personate* dan *bilabiate* cenderung lebih disukai oleh kelelawar *D. minor* yang dicirikan oleh peubah panjang susunan gigi pada rahang bawah (LTR). Sedangkan kelelawar yang menyukai tipe mahkota bunga *apetalouse* dicirikan oleh peubah panjang tengkorak (TSL) dan jarak antar gigi taring (PC). Tipe mahkota bunga ini digemari oleh *N. aello*.

Peubah tinggi ramus angular proses (CPH), jarak antar orbit (MZB), dan jarak antara *condyle* terhadap gigi taring (CC) merupakan peubah morfometrik *craniodental* yang tidak mencirikan keeratannya dengan tipe mahkota bunga tertentu sehingga peubah-peubah tersebut bukan merupakan penciri dalam memilih tipe mahkota bunga tertentu. Dumont (2004) menyatakan bahwa kelelawar Megachiroptera (fam. Petropodidae) memiliki

tengkorak dan *palate* yang relatif sempit namun memiliki ukuran proses *coronoid* yang tinggi.

KESIMPULAN

Spesies kelelawar yang ditemukan pada ketiga tipe habitat terdiri dari tujuh spesies, yaitu *D. magna*, *D. minor*, *M. minimus*, *N. aello*, *N. albiventer*, *R. amplexicaudatus*, dan *S. australis*. Hutan primer cenderung memiliki nilai indeks keanekaragaman (Shannon), kekayaan spesies (Margalef), dan pemerataan (Evenness) yang tinggi dibanding hutan sekunder dan kebun buah campuran.

Jumlah pakan kelelawar Megachiroptera yang ditemukan sebanyak 55 jenis dari 29 famili tumbuhan. Euphorbiaceae merupakan famili yang memiliki jumlah jenis terbanyak ditemukan. *Intsia* sp. merupakan jenis dari famili Fabaceae yang cenderung disukai oleh kelelawar Megachiroptera.

Berdasarkan kesamaan relung sumberdaya habitat, *D. magna* dan *R. amplexicaudatus* cenderung menyukai habitat kebun buah campuran, sedangkan *D. minor*, *M. minimus*, *S. australis*, *N. aello*, dan *N. albiventer* cenderung memilih hutan primer. Berdasarkan kesamaan relung sumberdaya pakan, *D. magna*, *D. minor* dan *M. Minimus* memiliki asosiasi terhadap relung sumberdaya pakan, sedangkan *R. amplexicaudatus*, *N. albiventer*, *N. aello*, dan *S. australis* cenderung membentuk kelompok asosiasi tersendiri.

D. minor dengan *M. minimus* dan *N. aello* cenderung memiliki tumpang tindih relung sumberdaya habitat yang tinggi, sedangkan relung tumpang tindih terhadap sumberdaya pakan sangat rendah (<50%).

Peubah tinggi ramus angular proses (CPH), jarak antar orbit (MZB), dan jarak antara *condyle* terhadap gigi taring (CC) merupakan peubah morfometrik *craniodental* yang tidak mencirikan tipe mahkota bunga tertentu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Dirjen Dikti, Kementerian Pendidikan Nasional, melalui Beasiswa Program Pascasarjana Tahun 2012. Penulis juga berterimakasih kepada Marinus Kuruwop, Yohanis Tam, dan Robert Kaize yang membantu selama penelitian di lapangan, dan juga Kepala BKSDA Papua Barat yang telah memberikan

ijin untuk pengambilan data di kawasan TWAGM. Penulis pertama juga berterimakasih kepada bapak Nanang, bapak Affandi, dan ibu Nining yang telah bersedia membantu selama pelatihan singkat di Laboratorium Mamalogi, Museum Zoologi Bogor – LIPI Cibinong.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguire, LF., A. Herrel, R. van Damme & E. Matthyssen. 2002. Ecomorphological analysis of trophic niche partitioning in a tropical savannah bat community. *Proceeding Royal Society of London* 269: 1271-1278.
- Azlan, M., I. Maryanto, AP. Kartono & MT. Abdullah. 2003. Diversity, relative abundance and conservation of chiropterans in Kayan Mentarang National Park, East Kalimantan, Indonesia. *The Sarawak Museum Journal* LVIII (79): 251-265.
- Bonaccorso, FJ., JR. Winkelmann, ER. Dumont & K. Thibault. 2002. Home range of *Dobsonia minor* (Pteropodidae) a solitary, foliage-roosting fruit bat in Papua New Guinea. *Biotropica* 34(1):127-135.
- Bumrungsri, S., W. Leelapaibul & PA. Racey. 2007. Resource partitioning in sympatric *Cynopterus* bats in Lowland Tropical rain Forest, Thailand. *Biotropica* 39(2):241-248.
- Cakenberghe, van V., A. Herrel & LF. Aguirre. 2002. Evolutionary relationship between cranial shape and diet in bats (Mammalia: Chiroptera). *Dalam*: Aerts, P., K. D'Aout, A. Herrel & R. van Damme (eds). *Functional and Ecological Vertebrate Morphology*. Shaker Publishing. 205-236.
- Campbell, P., CJ. Schneider, A. Zubaid, AM. Adnan & TH. Kunz. 2007. Morphological and ecological correlates of coexistence in Malaysian fruit bats (Chiroptera: Pteropodidae). *Journal of Mammalogy* 88(1):105-118.
- Choirunnisa, A. 2015. Karakteristik Morfologi dan Pemilihan Jenis Pakan oleh kelelawar Megachiroptera di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Kabupaten Sukabumi. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Dumont, ER. 1997. Cranial shape in fruit, nectar, and exudate feeders: implications for interpreting the fossil record. *American Journal of Physical Anthropology* 102: 187-202.
- Dumont, ER. 2004. Patterns of diversity in cranial shape among plant-visiting bats. *Acta Chiropterologica* 6(1):59-74.
- Erdtman, G. 1943. An Introduction to Pollen Analysis. Chronica Botanica Company. Massachusset USA.
- Erdtman, G. 1972. Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms. Hafner Publishing Company. New York USA.
- Estrada, A., RC. Estrada & DJr. Merritt. 1993. Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 16(4): 309-318.
- Estrada, A & RC. Estrada. 2001. Species composition and reproductive phenology of bats in a Tropical landscape at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 17 (5):627-646.
- Flannery, TF. 1995. Mammals of New Guinea. New South Wales (AU): Reed Books Australia.
- Fukuda, S., OB. Tisen, K. Momose & S. Sakai. 2009. Bat diversity in the vegetation mosaic around a lowland dipterocarp of Borneo. *The Raffles Bulletin of Zoology* 57(1): 213-221.
- Ghanem, SJ. & CC. Voigt. 2012. Increasing awareness of ecosystem services provided by bats. *Dalam*: Brockmann, H.J., T.J. Roper, M. Naguib, J.C. Mitani, & L.W. Simmons (eds.). *Advances in the Study of Behavior, Vol. 44*. Academic Press, Burlington. 279-302.
- Heithaus, ER., T. Fleming & PA. Opler. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56(4):841-854.
- Hodgkinson, R., ST. Balding, A. Zubaid, & TH. Kunz. 2004. Temporal variation in the relative abundance of fruit bats (Megachiroptera: Pteropodidae) in relation to the availability of food in a Lowland Malaysian Rain Forest. *Biotropica* 36(4): 522-533.
- Krebs, CJ. 1989. *Ecological Methodology*. New York (US): Harper dan Row Publishing.
- Krynak, TJ. 2010. Bat habitat use and roost tree selection for northern long-eared myotis (*Myotis septentrionalis*) in North-Central Ohio. [Thesis]. Ohio: John Carroll University.
- Kunz, TH., EB. de Torre, D. Bauer, T. Lobova, & TH. Fleming. 2011. Ecosystem services

- provided by bats. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1223:1–38.
- Kusch, J., C. Weber, S. Idelberger, & T. Koob. 2004. Foraging habitat preferences of bats in mektaron to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoology* 53(2): 113-128.
- Leelapaibul, W., S. Bumrungsri, & A. Pattanawiboon. 2005. Diet of wrinkle-lipped free-tailed bat (*Tadarida plicata* Buchannan, 1800) in central Thailand: insectivorous bats potentially act as biological pest control agents. *Acta Chiropterologica* 7(1): 111–119.
- Leps, J. & P. Smilauer. 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Ludwig, JA. & JE. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. John Wiley London.
- Magurran, AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Cambridge University Press.
- Maharadatunkamsi. 2006. Biodiversity of small mammals in Toraut, Bogani Nani Wartabone National Park Sulawesi. *Biota* 11(1): 1-7.
- Maryanto, I., M. Yani, SN. Priyono, & S. Wiantoro. 2011. Altitudinal distribution of fruit bats (Pteropodidae) in Lore Lindu National Park, Central Sulawesi, Indonesia. *Hystrix International Journal of Mammalogy*. (n.s.) 22(1):167-177.
- Maryati, AP. Kartono, & I. Maryanto. 2008. Kelelawar pemakan buah sebagai polinator yang diidentifikasi melalui polen yang digunakan sebagai sumber pakannya di kawasan sektor Linggarjati, Taman Nasional Ciremai Jawa Barat. *Jurnal Biologi Indonesia* 4(5): 335-347.
- Medellin, RA., M. Equihua, & MA. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical Forests. *Conservation Biology* 14(6):1666-1675.
- Nayar, TS. 1990. *Pollen Flora of Maharashtra State, India*. Today & Tomorrow's Printers & Publishers. New Delhi India.
- Patterson, BD., MR. Willig, & RD. Stevens. 2003. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. Dalam :
- Kunz, TH. & MB. Fenton (eds.). *Bat Ecology*. University of Chicago Press. 536-579.
- Pattiselanno, F. & PI. Bumbut. 2011. Jenis kelelawar pemakan buah (Pteropodidae) di Taman Wisata Alam Gunung Meja Manokwari. *Biosfera* 29(1): 78-84.
- Sazima, M., S. Buzato, & I. Sazima. 1999. Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic forest sites in Brazil. *Annals of Botany* 83: 705-712.
- Soegiharto, S., AP. Kartono, & I. Maryanto. 2010. Pengelompokan kelelawar pemakan buah dan nektar berdasarkan karakteristik jenis pakan polen di Kebun Raya Bogor. *Jurnal Biologi Indonesia* 6(2): 225-235.
- Souza, LA. & IS. Moscheta. 1999. Morphology and Anatomy of Tropical Flower. *Tropical Biology and Conservation Management* Vol. 1.
- Sudhakaran, MR. & PS. Doss. 2012. Food and foraging preferences of three pteropodid bats in southern India. *Journal of Threatened Taxa (JoTT)* 4(1): 2295-2303.
- Swink, F., & G. Willhelm. 1994. *Plant of the Chicago region*. 4th Edition. Indianapolis. Indiana Academy of Science.
- Suyanto, A. 2001. *Kelelawar di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi – LIPI. Bogor.
- Weber, MdM., JLS. de Arruda, BO. Azambuja, VL. Camilotti, & NC. Caceres. 2011. Resources partitioning in a fruit bat community of the southern Atlantic Forest, Brazil. *Mammalia* 75: 217-225.
- Wijayanti, F. 2011. Ekologi, relung pakan, dan strategi adaptasi kelelawar penghuni gua di karst Gombang Kebumen Jawa Tengah. [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Winkelmann, JR., FJ. Bonaccorso, & TL Strickler. 2000. Home range of the southern blossom bat, *Syconycteris australis*, in Papua New Guinea. *Journal of Mammalogy* 81: 408-414.
- Yulianto E. 1992. *Preparasi dan dasar determinasi palinologi*. Laporan studi praktek Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral ITB. Bandung. 66
- Zukal, J. & Z. Rehak. 2006. Flight activity and habitat preference of bats in a karstic area, as revealed by bat detectors. *Folia Zoology* 55(3): 273-281.