

RESPONS BURUNG TERHADAP PERUBAHAN HABITAT DI AREA KARST TAMAN NASIONAL BANTIMURUNG BULUSARAUNG
(Bird responses to habitat change in the karst area of Bantimurung Bulusaraung National Park)

Indra A.S.L.P. Putri*, Bayu W. Broto dan Fajri Ansari

Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar
Jl Perintis Kemerdekaan Km. 16. Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia, Kode Pos 90243
Telp. +62 411554049, Fax. +62 411554058

Article Info

Article History:
Received 20 May 2017; received in revised form 06 July 2017; accepted 12 July 2017.
Available online since 31 August 2017

Kata kunci:
Keterkaitan habitat dengan spesies, Burung, Habitat, Karst, Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung

Keywords:
Species-area relationship, Birds, Habitat, Karst, Bantimurung Bulusaraung National Park

ABSTRAK

Burung merupakan bioindikator perubahan habitat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons burung yang berhabitat di karst Maros-Pangkep, Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung terhadap perubahan habitat. Penelitian dilakukan di tiga lokasi, dengan perbedaan tingkat gangguan, yaitu zona inti (minim gangguan), zona rimba (tingkat gangguan sedang), kebun masyarakat (tingkat gangguan tinggi). Pengumpulan data vegetasi habitat burung dilakukan menggunakan modifikasi metode garis berpetak. Pengumpulan data burung dilakukan menggunakan metode *point count*. Analisis data vegetasi habitat burung dilakukan menggunakan kerapatan vegetasi. Perbedaan komposisi vegetasi habitat burung dianalisis menggunakan indeks kesamaan komunitas Sorensen. Analisis data burung dilakukan menggunakan kepadatan populasi, indeks keragaman jenis Shannon-Weinner, indeks dominansi Simpson, indeks kemerataan jenis Pielou, serta indeks kekayaan jenis Margalef. Beda nyata pada populasi burung diuji menggunakan uji ANOVA satu arah, serta uji Tukey dan Bonferroni. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa burung yang hidup di karst tergolong peka akan perubahan habitat, yang terlihat dari adanya perbedaan nyata pada populasi. Degradasi habitat berdampak pada berbagai tingkatan trofik, dan direspons burung dalam bentuk berkurangnya jumlah individu dan spesies, peralihan spesies burung yang memiliki indeks nilai penting (INP) tertinggi dari spesies dengan tingkat toleransi rendah ke tingkat toleransi tinggi, peralihan *feeding guild* burung yang memiliki INP tinggi dari frugivora ke frugivora-insektivora dan selanjutnya ke granivora, berkurangnya jumlah spesies berukuran tubuh besar, serta berkurangnya jumlah spesies yang membutuhkan tempat khusus untuk bersarang. Mengingat karst Maros-Pangkep memiliki berbagai peran penting, maupun nilai ilmiah dan keragaman hayati yang tinggi, maka diperlukan pelibatan berbagai pihak, untuk menjaga kelestariannya, termasuk penetapan seluruh areal karst Maros-Pangkep menjadi kawasan bentang-alam karst.

ABSTRACT

Birds are useful bioindicators to habitat changes. This study aims to determine the responses of birds to habitat change at Maros-Pangkep karst area, Bantimurung-Bulusaraung National Park. The research was carried out in three disturbance degrees (core-zone, wilderness-zone, and the community-gardens), which represents minimal, middle, and high interference level. A modified square-line method was used to observe vegetation of bird habitat. Point count method was used to observe bird population. Data of the bird habitat vegetation was analyzed using vegetation density. The difference of vegetation composition was analyzed using Sorensen-similarity index. Data of the bird was analyzed using abundance, and indexes of Shannon-Weinner diversity, Simpson dominance, Pielou evenness, and Margalef species richness. Significant differences between the number of the individual bird were tested using one-way ANOVA, Tukey-Bonferroni test. The results showed that birds living in karst were sensitive to habitat changes. Birds responded through reducing the number of individuals and species, shifting the species of bird that has high importance value index from low tolerance species to high tolerance species. Birds also responded by shifting the feeding guild that has high important value index from frugivore to frugivore-insectivore and then to granivore, decreasing the number of bird species with large body size, reducing the number of bird species that need a special location to build nest. Considering that Maros-Pangkep Karst has vital roles, scientific values, and biodiversity richness, it is necessary to involve all stakeholders to maintain its sustainability, including the establishment of entire Maros-Pangkep Karst area as the karst-landscape area.

* Corresponding author. Tel: +62 81342595358
E-mail address: indra.arsulipp@gmail.com (I.A.S.L.P. Putri)
<http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2017.vol6iss2pp101-112>
©JPKW-2017. Open access under CC BY-NC-SA license.

I. PENDAHULUAN

Karst merupakan bentang alam yang terbentuk akibat pelarutan air pada batuan karbonat (van Beynen, 2011; Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012). Salah satu bentang alam karst yang dapat dijumpai di Indonesia adalah karst Maros-Pangkep yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan. Karst Maros-Pangkep memiliki luas sekitar 46.200 hektare dan sekitar 22.800 hektare telah ditetapkan menjadi bagian dari Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (TN Babul). Karst Maros-Pangkep memiliki nilai penting dan strategis, baik di tingkat lokal bahkan di tingkat internasional, karena merupakan karst terbesar kedua di dunia setelah karst yang terdapat di Cina dan menjadi satu-satunya karst menara yang dijumpai di Indonesia, bahkan menurut Badan Lingkungan Hidup Daerah Sulawesi Selatan (2011), menjadi salah satu dari hanya tiga kawasan karst menara di dunia. Nilai penting dan strategis dari karst Maros Pangkep makin bertambah karena karst Maros-Pangkep memiliki tingkat keunikan dan kespesifikan yang tinggi. Karst Maros-Pangkep juga menjadi habitat dari beragam kekayaan hayati yang khas yang hanya dijumpai di areal karst tersebut. Bahkan menurut Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (2008), karst Maros-Pangkep memiliki keragaman hayati yang tertinggi di Asia Tropika.

Menurut Williams (2008) dan Streubig *et al.* (2009), banyaknya keragaman hayati yang dijumpai di karst, menyebabkan bentang alam karst, secara internasional, telah diakui memiliki nilai biologis yang sangat tinggi. Nilai biologi yang penting dan strategis dari kawasan karst makin bertambah karena bentang alam karst dipandang sebagai "pulau di dalam pulau" (Clements *et al.*, 2006; Esposito *et al.*, 2015) dan menjadi hotspot keragaman hayati (Clements *et al.*, 2008). Hal ini disebabkan pada bentang alam karst, dijumpai banyak keragaman hayati (Day, 2011; Clements *et al.*, 2008; Struebig *et al.*, 2009) terutama yang berupa spesies endemik lokal, langka, dilindungi, yang telah beradaptasi dengan sangat baik pada lingkungan karst, maupun spesies yang bergantung pada karst (*karst-dependent species*). Selain itu, pada bentang alam karst juga dapat dijumpai spesies yang memiliki populasi terbatas (Clements *et al.*, 2006; Buzan dan Pallavicini, 2014).

Adanya adaptasi yang sangat spesifik terhadap lingkungan karst, menyebabkan keragaman hayati yang dijumpai di karst tergolong peka akan perubahan dan gangguan (Yue *et al.*, 2010; Fleury, 2011; Buzan dan Pallavicini, 2014). Padahal areal karst memiliki tingkat gangguan yang tinggi (Day, 2010a; Day, 2010b), dan tingkat degradasi yang tinggi (Fleury, 2011), akibat berbagai aktivitas manusia (van Beynen dan van

Beynen, 2011), yang menyebabkan perubahan dan kerusakan pada karst (Clements *et al.*, 2008; Day, 2010a; Day 2010b; Fleury, 2011). Jika telah rusak, maka ekosistem karst tergolong sangat sulit untuk dapat dipulihkan kembali (Shu *et al.*, 2013).

Meskipun dikenal memiliki nilai penting secara biologi karena kekayaan dan kespesifikan keragaman hayatinya, namun karst Maros-Pangkep juga tidak luput dari degradasi akibat berbagai aktivitas manusia. Degradasi yang terjadi karst Maros-Pangkep disebabkan nilai ekonomi langsung dari pemanfaatan karst, baik berupa penambangan untuk bahan baku semen, penambangan marmer, maupun penambangan batu gamping untuk bahan pondasi rumah. Tekanan lain terhadap karst Maros-Pangkep disebabkan oleh pemanfaatan berbagai sumber daya hayati karst, yang belum terkontrol dengan baik. Hal ini menyebabkan di beberapa tempat, termasuk di areal yang dikelola oleh TN Babul, telah mengalami perubahan akibat aktivitas manusia.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana respons keragaman hayati yang hidup di areal tersebut terhadap perubahan yang terjadi. Salah satu kekayaan hayati yang dijumpai di karst adalah burung. Clements *et al.* (2006) menyatakan bahwa bentang alam karst kaya akan keragaman spesies burung dan burung dapat menjadi bioindikator degradasi lingkungan karst (Buzan dan Pallavicini, 2014; Kmecl *et al.* (2014). Dengan pertimbangan tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui respons komunitas burung yang hidup di karst Maros-Pangkep Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, terhadap degradasi yang terjadi di areal tersebut.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di karst Maros-Pangkep yang menjadi bagian dari TN Babul (Gambar 1). Secara administratif, lokasi penelitian masuk dalam wilayah dusun Bangkesangkeang, Kelurahan Kassi, Kecamatan Balocci, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Untuk mengetahui respons burung terhadap perubahan habitat, maka penelitian dilaksanakan di tiga lokasi, yang berbeda tingkat gangguannya. Lokasi pertama merupakan areal karst dengan tingkat gangguan yang minim, yang menjadi bagian dari zona inti TN Babul. Lokasi kedua merupakan areal karst yang menjadi bagian dari zona rimba. Areal ini cukup sering dimasuki oleh masyarakat untuk berbagai keperluan. Sebelum ditetapkan menjadi bagian dari kawasan TN Babul, lokasi penelitian pertama dan kedua merupakan areal hutan lindung. Namun terdapat perbedaan kondisi hutan di kedua zona tersebut. Areal karst yang terletak di zona inti memiliki

hutan dengan kondisi yang lebih baik karena terletak lebih jauh dari permukiman penduduk, dengan kondisi medan yang lebih berat, sehingga lebih sulit diakses dibanding zona rimba. Lokasi ketiga berada di kebun masyarakat dusun Bangkesangeang, yang berbatasan atau berdekatan dengan areal karst yang menjadi bagian dari zona rimba TN Babul. Pengamatan dilakukan berulang mulai tahun 2010, 2011 dan 2014.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan selama penelitian adalah altimeter, binokuler, GPS, alat perekam, tallysheet, alat tulis menulis, buku panduan identifikasi.

C. Tahapan Pelaksanaan/Rancangan Penelitian

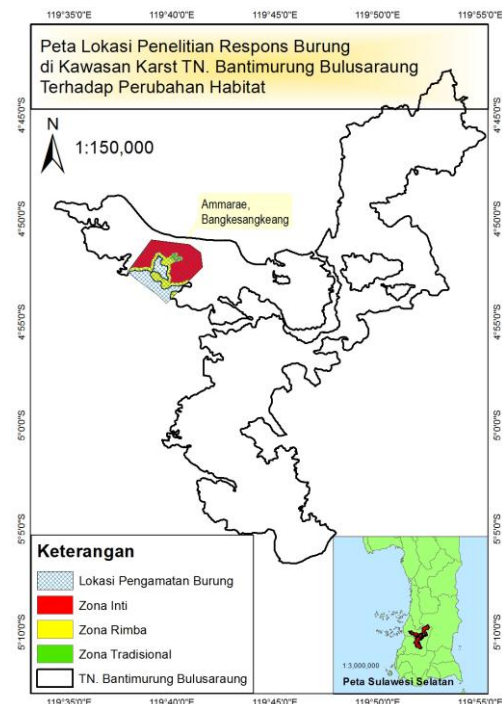
1. Pengamatan vegetasi habitat burung

Pengamatan vegetasi habitat burung dilakukan dengan membuat 15 – 18 buah plot pengamatan di setiap lokasi. Pengamatan menggunakan metode garis berpetak (Indriyanto, 2008). Lokasi pertama memiliki medan yang sulit dan banyak terdapat tebing atau dinding yang cukup terjal, sehingga plot pengamatan vegetasi diletakkan secara purposif, yaitu pada tempat yang cukup datar dan lapang, baik di celah di antara tebing karst atau di tepi tebing karst hingga puncak karst. Jarak minimal antar plot adalah 100 meter. Areal datar di antara tebing karst, seringkali hanya berupa celah yang sempit. Demikian juga areal datar di tepi tebing karst, seringkali hanya memiliki lebar yang sempit, sehingga beberapa plot pengamatan vegetasi tingkat pohon, sedikit dimodifikasi, tidak berbentuk bujursangkar, melainkan berbentuk memanjang, menyesuaikan dengan kondisi lapangan, dengan tetap menggunakan luas baku, yaitu luas 400 m². Identifikasi sampel tumbuhan dilakukan oleh Pusat Penelitian Biologi LIPI.

2. Pengamatan burung

Pengamatan burung dilakukan saat cuaca cerah (Danielsen *et al.*, 2010) dan burung sedang aktif (06.00 – 10.00) (Rajashekara dan Venkatesha, 2013; Daru *et al.*, 2015). Pengamatan di ketiga lokasi dilakukan dengan berjalan kaki menelusuri jalur pengamatan (Cavarzere, 2013), oleh orang-orang yang sama (Cherkaoui *et al.*, 2009; Jiguet, 2009; Eglington *et al.*, 2010), menggunakan metode *point count* (Volpato *et al.*, 2009; Cavarzere, 2013). Pada setiap lokasi terdapat tiga jalur pengamatan. Lokasi pertama memiliki medan yang sulit dan seringkali menemui tebing vertikal, sehingga jalur pengamatan tidak benar-benar berbentuk garis lurus, tetapi mengikuti jalur di antara atau di tepi tebing, yang agak mudah dilewati. Pada lokasi kedua, jalur pengamatan dibuat menelusuri kawasan hutan yang terletak di

kaki dan tepi karst menara. Pada lokasi ketiga, jalur pengamatan dibuat menyusuri kebun milik masyarakat yang terletak di sekitar dusun. Pada setiap jalur dilakukan pengulangan pengamatan sebanyak tiga kali. Untuk melakukan pencatatan jenis burung yang dijumpai di setiap lokasi, maka saat menyusuri transek, pengamat berhenti pada titik-titik tertentu yang digunakan sebagai titik pengamatan. Titik pengamatan dibuat menyerupai lingkaran imajiner dengan radius 20 meter. Jarak antar titik pengamatan sekitar 150 meter (Amar *et al.*, 2008). Jumlah titik pengamatan pada setiap jalur adalah 15-18 buah, bergantung pada kondisi medan.



Gambar 1. Lokasi penelitian di areal karst Maros-Pangkep TN Babul yang terletak di dusun Bangkesangeang.

Figure 1. Research location at Maros-Pangkep limestone area Bantimurung Bulusaraung National Park-Bangkesangeang village.

Pengamatan pada setiap titik dilakukan selama \pm 15 menit (Volpato *et al.*, 2009), dengan bantuan binokular. Pencatatan dilakukan terhadap burung yang terlihat dan terdengar suaranya oleh pengamat. Pencatatan juga dilakukan terhadap sarang burung, dengan menggunakan metode *accidental*, yaitu jika di sekitar jalur pengamatan, pengamat menjumpai sarang burung atau aktivitas burung yang sedang bersarang. Identifikasi spesies dan kisaran ukuran tubuh burung dilakukan berdasarkan Coates *et al.* (2000). Penggolongan status lindung dilakukan berdasarkan CITES (CITES, 2017), IUCN (2017) dan Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999

(Presiden Republik Indonesia, 1999). Penggolongan status endemik dilakukan berdasarkan Coates *et al* (2000).

D. Analisis Data

Analisis data vegetasi habitat burung dilakukan dengan menghitung nilai kerapatan vegetasi pada setiap tingkat pertumbuhan (semai, pancang, tiang, pohon), menggunakan rumus perhitungan kerapatan vegetasi, serta menghitung nilai indeks kesamaan komunitas Sorensen (Fachrul, 2012).

Analisis data burung dilakukan dengan menghitung kepadatan populasi, indeks keragaman jenis Shannon-Weinner (indeks H'), indeks dominansi Simpson (indeks D), indeks kemerataan jenis Pielou (indeks E), serta indeks kekayaan jenis Margalef (indeks R) (Fachrul, 2012). Perbedaan nyata populasi burung di ketiga lokasi penelitian, diketahui melalui uji statistik parametrik anova satu arah, menggunakan SPSS 21. Hipotesis yang digunakan dalam uji ini adalah H_0 : tidak terdapat perbedaan nyata pada populasi burung di ketiga lokasi penelitian, H_1 : terdapat perbedaan nyata pada populasi burung di ketiga lokasi penelitian. Dasar pengambilan keputusan yaitu jika nilai probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima, dan jika nilai probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak. Untuk mengetahui lokasi mana saja yang populasi burungnya berbeda secara nyata, maka dilakukan uji lanjutan berupa uji Tukey dan Bonferroni (Santoso, 2013).

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Habitat burung

Di ketiga lokasi penelitian terdapat perbedaan kondisi habitat burung. Zona inti memiliki kondisi vegetasi habitat burung yang lebih baik dibanding zona rimba dan kebun masyarakat. Spesies tumbuhan yang memiliki nilai penting tertinggi pada zona inti merupakan spesies yang menjadi penghasil buah atau pakan burung, seperti biraeng (*Ficus spp*), tumbuhan berbunga yang menjadi pakan bagi burung nektarivora, seperti langoting (*Lagerstroemia sp*), maupun tumbuhan yang dapat menjadi tempat bersarang, bermain kawin dan berlindung bagi berbagai spesies burung karena ketinggian pohon dan kerindangan tajuknya, seperti maraliking (*Tetrameles nudiflora*). Di zona inti juga dapat dijumpai spesies tumbuhan lain penghasil pakan seperti jambu-jambuan (*Syzygium sp*), dao (*Dracontomelon dao*), rao-rao (*Dyxosilum sp*). Zona rimba merupakan areal yang telah mendapat campur tangan manusia. Spesies pohon yang memiliki nilai penting tertinggi di areal ini adalah jati (*Tectona grandis*), rita (*Alstonia scholaris*), maupun kelapa (*Cocos nucifera*). Kebun merupakan areal tempat beraktivitas masyarakat

dan menjadi areal dengan tingkat campur tangan manusia yang tertinggi. Pada areal kebun, spesies pohon yang memiliki nilai penting tertinggi adalah mangga (*Mangifera indica*) dan jati (*Tectona grandis*).

Kondisi vegetasi habitat burung terbaik yang dijumpai di zona inti juga dapat terlihat dari lebih tingginya nilai kerapatan pada tingkat pohon dan tiang yang dijumpai di lokasi ini dibanding kedua lokasi lainnya (Tabel 1). Vegetasi pada zona rimba, yang merupakan areal hutan yang menjadi *barrier* antara zona inti dengan areal masyarakat, telah mengalami perubahan. Namun, lebih tingginya kerapatan vegetasi pada tingkat pancang yang dijumpai di zona rimba, dapat menunjukkan adanya proses suksesi, yang jika tidak mendapat gangguan atau tekanan, maka areal tersebut kelak akan memiliki vegetasi dengan kerapatan yang tinggi dan dapat menjadi habitat yang baik bagi burung (Tabel 1). Kebun menjadi areal yang memiliki kerapatan vegetasi tingkat pohon yang terendah. Kebun merupakan hasil pembukaan kawasan hutan yang kemudian ditanami dengan tanaman budidaya, namun petani umumnya mengatur jarak tanam, sehingga jarak antar pohon tidak serapat di zona rimba dan zona inti. Lebih terbukanya kebun juga menyebabkan areal tersebut memiliki kerapatan vegetasi tingkat semai dan tumbuhan bawah yang lebih tinggi dibanding kedua lokasi penelitian lainnya.

Hasil analisis data memperlihatkan bahwa nilai indeks kesamaan komunitas Sorensen tergolong rendah (Tabel 2), yang berarti bahwa ada perbedaan komposisi vegetasi penyusun komunitas tumbuhan di ketiga lokasi penelitian. Pada hampir semua tingkat pertumbuhan, terlihat bahwa nilai indeks kesamaan komunitas yang terendah adalah antara areal yang paling minim gangguan (zona inti) dengan areal yang paling banyak mendapat gangguan (kebun). Sebaliknya, nilai indeks kesamaan komunitas terbesar adalah antara kedua areal yang telah mendapat gangguan manusia (antara zona rimba dan kebun). Hal ini menunjukkan adanya perubahan komposisi vegetasi di areal yang mengalami gangguan akibat aktivitas masyarakat.

Tekanan masyarakat pada vegetasi asli penyusun komunitas karst menyebabkan penurunan populasi vegetasi karst. Hal ini terlihat dari cukup banyaknya spesies tumbuhan yang dijumpai di zona inti, namun tidak dijumpai di zona rimba maupun kebun, misalnya beberapa spesies tumbuhan yang bernilai ekonomi tinggi dan kayunya banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan bangunan, seperti eboni (*Diospyros celebica*), bitti (*Vitex sp*), sugimanai (*Anthocephalus chinensis*). Spesies tumbuhan tersebut juga menjadi tempat bermain, berlindung, bersarang dan beristirahat burung.

Bentuk lain tekanan masyarakat terhadap vegetasi, yang terlihat dari lebih tingginya nilai indeks kesamaan komunitas antara zona rimba dan kebun adalah dijumpainya jati (*Tectona grandis*) dan jambu monyet (*Anacardium occidentale*). Kedua spesies tumbuhan tersebut merupakan jenis tanaman yang sengaja ditanam masyarakat di zona rimba pada saat sebelum terbentuknya TN Babul. Bentuk berikutnya dari tekanan masyarakat terhadap vegetasi di zona rimba adalah dijumpainya tanaman yang tumbuh karena bijinya secara tidak sengaja tersebar oleh masyarakat, misal jeruk (*Citrus* sp), mangga (*Mangifera* sp), jambu air (*Syzygium guajava*).

Hasil penelitian memperlihatkan tingginya nilai indeks kesamaan komunitas pada tingkat semai dan pancang antara zona inti dan zona rimba. Hal ini mengindikasikan adanya suksesi alami pada vegetasi penyusun zona rimba. Selain itu, meskipun nilai indeks kesamaan komunitas yang dijumpai di ketiga lokasi penelitian tergolong rendah, namun nilai tersebut belum mencapai nol. Hal ini menunjukkan bahwa, walaupun terjadi perubahan yang besar pada vegetasi akibat aktivitas masyarakat, namun di kebun masih dapat dijumpai spesies tumbuhan hutan, atau dengan kata lain, masyarakat belum menebang dan menghabiskan semua spesies tumbuhan yang

sebelumnya tumbuh di areal karst tersebut dan belum mengganti semua spesies tumbuhan hutan dengan tanaman budidaya.

2. Populasi burung

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa jumlah individu, jumlah spesies, jumlah spesies dilindungi, jumlah spesies endemik, kelimpahan dan indeks H', indeks D dan indeks E, pada zona inti > zona rimba > kebun. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada ekosistem karst, burung yang hidup di areal yang minim gangguan akan memiliki kondisi yang lebih baik dibanding areal yang mendapat gangguan (Tabel 3).

Hasil uji statistik terhadap jumlah individu burung (Tabel 4), menunjukkan bahwa banyak spesies burung yang hidup di karst tergolong peka terhadap gangguan. Hal ini terlihat dari adanya perbedaan nyata pada jumlah individu burung yang hidup di ketiga lokasi penelitian, yaitu antara populasi burung yang hidup di areal yang minim gangguan (zona inti) dengan areal yang telah mendapat gangguan (zona rimba dan kebun). Pada populasi burung yang hidup di zona rimba dan kebun tidak terdapat perbedaan nyata, meskipun jumlah spesies dan jumlah individu burung di kebun lebih rendah dibanding zona rimba.

Tabel 1. Kerapatan vegetasi di lokasi penelitian

Table 1. Vegetation density at the research area

No	Lokasi (Research location)	Tingkat pertumbuhan (Stage)			
		Semai (Seedling)	Pancang (Sapling)	Tiang (Poles)	Pohon (Trees)
1	Jumlah spesies				
	Zona inti (Core zone)	33	18	20	26
	Zona rimba (Wilderness zone)	34	40	19	19
	Kebun masyarakat (Community garden)	24	9	16	11
2	Jumlah familia				
	Zona inti (Core zone)	23	16	15	19
	Zona rimba (Wilderness zone)	20	19	12	13
	Kebun masyarakat (Community garden)	16	8	14	11
3	Kerapatan (Density) (individu/Ha)				
	Zona inti (Core zone)	24.375	2.925	331,25	245,31
	Zona rimba (Wilderness zone)	33.437,5	4.050	306,25	148,437
	Kebun masyarakat (Community garden)	95.781,25	600	487,5	156,25

Tabel 2. Indeks kesamaan komunitas Sorensen pada berbagai tingkat pertumbuhan vegetasi di lokasi penelitian

Table 2. Sorensen similarity index at the research area

Indeks kesamaan Sorensen (Sorensen similarity index) (%)	Tingkat pertumbuhan (Stage)			
	Semai (Seedling)	Pancang (Sapling)	Tiang (Poles)	Pohon (Tree)
Zona inti - zona rimba (Core zone - wilderness zone)	42,62	26,23	14,63	12,77
Zona inti - kebun (Core zone - community garden)	17,54	7,41	11,11	10,81
Zona rimba - kebun (Wilderness zone - community garden)	25,40	7,69	21,62	31,25

Tabel 3. Jumlah spesies, jumlah spesies yang tercantum dalam CITES, IUCN dan PP7/99, serta nilai kelimpahan, indeks keragaman jenis, dominansi, keseragaman dan kekayaan jenis di lokasi penelitian
Table 3. Number of bird species, number of species that list at CITES, IUCN and Government Regulation No 7 of 1999, Abundance, Shannon-Weinner diversity index, Simpson dominance index, Pielou evenness index and Margalef species richness index at the research area

Lokasi (research location)	Jumlah familia (Number of bird familia)	Jumlah spesies (Number of bird species)	Jumlah spesies yang tercantum dalam CITES App II (Number of species)	Jumlah spesies yang tercantum dalam IUCN (Number of species that list in IUCN)			Jumlah spesies lindung (Number of protected species) PP7/99	Jumlah spesies endemik (Number of endemik species)	Kelimpahan (abundance)	Indeks H' (Shannon-Weinner Diversity index)	Indeks D (Simpson dominance index)	Indeks E (Pielou evenness index)	Indeks R (Margalef species richness index)
				Near Threatened	Vulnerable	Least Concern							
Zona inti (core zone)	26	52	9	1	2	47	13	24	95.45	3.79	0.02	0.93	9.48
Zona rimba (wilderness zone)	16	25	6	---	2	22	9	12	51.80	2.84	0.07	0.89	4.79
Kebun (community garden)	11	16	-	---	---	15	4	2	43.09	2.65	0.07	0.64	4.07

Tabel 4. Uji Tukey dan Bonferroni terhadap populasi burung di lokasi penelitian
Table 4. Tukey dan Bonferroni test for bird population at the research area

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: Jumlah individu burung (Bird numbers)							
(I) Lokasi penelitian (Research location)	(J) Lokasi penelitian (Research location)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	Zona inti (core zone)	Zona rimba (Wilderness zone)	4.609*	1.199	.001	1.75	7.47
		Kebun (Community garden)	5.869*	1.358	.000	2.63	9.10
	Zona rimba (wilderness zone)	Zona inti (Core zone)	-4.609*	1.199	.001	-7.47	-1.75
		Kebun (Community garden)	1.260	1.540	.693	-2.41	4.93
Bonferroni	Kebun (community garden)	Zona inti (Core zone)	-5.869*	1.358	.000	-9.10	-2.63
		Zona rimba (Wilderness zone)	-1.260	1.540	.693	-4.93	2.41
	Zona inti (core zone)	Zona rimba (Wilderness zone)	4.609*	1.199	.001	1.68	7.53
		Kebun (Community garden)	5.869*	1.358	.000	2.56	9.18
Bonferroni	Zona rimba (wilderness zone)	Zona inti (Core zone)	-4.609*	1.199	.001	-7.53	-1.68
		Kebun (Community garden)	1.260	1.540	1.000	-2.50	5.02
	Kebun (community garden)	Zona inti (Core zone)	-5.869*	1.358	.000	-9.18	-2.56
		Zona rimba (Wilderness zone)	-1.260	1.540	1.000	-5.02	2.50

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

B. Pembahasan

1. Bagaimana perubahan habitat di karst mempengaruhi populasi burung?

Bentang alam karst merupakan salah satu bentuk ekosistem yang unik dan spesifik dengan tingkat kekayaan keragaman hayati yang sangat tinggi, termasuk dalam hal kekayaan flora. Qin *et al.* (2012) menyatakan bahwa tingginya keragaman kondisi edafik dan topografi yang dijumpai di areal karst, menyebabkan kawasan ini memiliki tipe vegetasi yang spesifik, sangat beragam dan secara taksonomi tergolong sangat kaya. Yue *et al.* (2010) menyatakan bahwa vegetasi yang hidup di kawasan karst merupakan vegetasi yang khas yang merefleksikan kondisi lingkungan, geologi dan ekologi khas yang hanya dijumpai di kawasan karst. Keadaan ini menyebabkan berbagai jenis satwa yang dijumpai di karst juga merupakan spesies yang khas, yang beradaptasi secara khas terhadap kondisi lingkungan karst, sehingga perubahan pada vegetasi akan menimbulkan terjadinya rangkaian perubahan lain, termasuk perubahan iklim mikro,

ketersediaan pakan, kondisi relung, serta faktor lingkungan lain. Rangkaian perubahan tersebut dapat berdampak terhadap fauna yang berhabitat di kawasan karst.

Kondisi serupa juga dijumpai di areal karst TN Babul. Di areal karst ini, peran penting vegetasi terhadap kehidupan burung dapat terlihat dengan jelas. Areal karst TN Babul yang mempunyai kondisi hutan yang lebih baik, yang dicirikan dengan lebih beragamnya variasi tempat berlindung, sumber pakan, dan mikrohabitat, akan lebih mampu menyediakan beragam sumber daya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan lebih banyak spesies burung, sehingga akan menjadi habitat yang lebih beragam bagi spesies burung.

Areal zona inti TN Babul memiliki kondisi vegetasi yang baik. Zona inti memiliki lebih banyak tumbuhan yang berperan sebagai sumber pakan dibanding kedua lokasi penelitian lainnya. Salah satu familia tumbuhan yang banyak dijumpai di kawasan karst TN Babul adalah Moraceae, utamanya *Ficus* spp. Terdapat 43 spesies *Ficus* spp yang hidup di areal karst TN Babul (Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, 2008).

Tumbuhan ini merupakan pakan utama banyak spesies burung yang hidup di areal karst, misal spesies burung pemakan buah (frugivora), seperti burung-burung yang berasal dari familia Columbidae. Kitamura *et al* (2011) dan Bamotiwa *et al* (2014) menyatakan bahwa burung yang berasal dari familia Bucerotidae, seperti julang sulawesi (*Rhyticeros cassidix*) dan kangkareng sulawesi (*Penelopides exharatus*), mengkonsumsi buah *Ficus* spp sebagai pakan utamanya. Buah *Ficus* spp juga menjadi pakan favorit berbagai spesies burung pemakan buah dan serangga (frugivora-insektivora), seperti burung yang berasal dari familia Oriolidae.

Perubahan habitat burung di areal zona rimba dan kebun masyarakat, mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah individu maupun jumlah spesies tumbuhan penghasil pakan burung. Salah satu spesies tumbuhan penghasil pakan burung yang mengalami penurunan jumlah individu dan jumlah spesies di areal zona rimba dan kebun adalah *Ficus* spp. Selain *Ficus* spp, spesies tumbuhan penghasil pakan burung lain yang juga menurun jumlah atau tidak dijumpai lagi di areal kebun masyarakat adalah beberapa spesies jambu (*Syzygium* sp), rao-rao atau kedoya (*Dysoxylum* sp), *Salacia macrophylla*, serta spesies dari familia Leeaceae, seperti mali-malisi (*Leea aequata*), *Leea aculeata* dan *Leea angulata*.

Adanya gangguan pada vegetasi yang menyebabkan berkurang atau hilangnya tumbuhan penghasil pakan di areal yang mengalami gangguan, ternyata berdampak negatif pada berbagai tingkatan trofik burung. Hal ini terlihat dari penurunan jumlah individu maupun jumlah spesies burung pada berbagai tingkatan rantai makanan, baik pada konsumen tingkat satu (seperti burung pemakan bagian tumbuhan yang berasal dari familia Columbidae, Psittacidae dan Bucerotidae), konsumen tingkat dua (seperti burung pemakan serangga, invertebrata dan vertebrata kecil, yang berasal dari familia Cuculidae), maupun konsumen tingkat tiga (seperti burung karnivora-insektivora yang berasal dari familia Accipitridae). Bahkan cukup banyak diantara spesies burung tersebut yang tidak dijumpai di areal dengan tingkat gangguan yang tinggi, seperti burung-burung yang berasal dari familia Bucerotidae (*Rhyticeros cassidix* dan *Penelopides exharatus*), burung-burung yang berasal dari familia Psittacidae (*Loriculus exilis* dan *Trichoglossus ornatus*), burung-burung yang berasal dari familia Columbidae (*Ptilinopus melanospila*, *Columba vitiensis*, *Ducula radiata*, *Ducula luctuosa*).

Berbagai spesies tumbuhan karst juga berperan sebagai tempat beristirahat, berlindung, dan bermain berbagai spesies burung. Pinho dan Marini (2013) menyatakan bahwa kerapatan

dedaunan berperan sebagai tempat berlindung bagi berbagai spesies burung. Zona inti, yang memiliki kerapatan vegetasi lebih tinggi dibanding areal yang mengalami gangguan, akan mampu menjadi tempat berlindung yang lebih baik bagi lebih banyak spesies burung, sehingga menjadi habitat bagi lebih banyak spesies burung. Hal ini disebabkan rapatnya dedaunan dari pohon-pohon di zona inti dapat memberi rasa lebih terlindungi dan lebih aman bagi banyak spesies burung, terutama spesies burung pemalu.

Peran penting lain dari vegetasi bagi burung adalah sebagai tempat kawin dan bersarang. Pinho dan Marini (2013) menyatakan bahwa kerapatan vegetasi berpengaruh pada jumlah sarang dan tingkat reproduksi burung. Pinho dan Marini (2013) juga menyatakan bahwa hutan dengan tingkat kerapatan yang lebih tinggi memiliki jumlah sarang dan tingkat reproduksi yang lebih tinggi dibandingkan hutan dengan kerapatan pohon yang rendah. Pada kawasan karst TN Babul, penebangan pohon di zona rimba dan kebun, berdampak pada penurunan jumlah pepohonan berukuran besar dan tinggi. Padahal, beberapa spesies burung, memiliki kebutuhan khusus untuk membangun sarang. Misal, burung dari familia Bucerotidae dan Psittacidae, membutuhkan pohon berukuran besar dan berlubang sebagai tempat bersarang (Cockle *et al.*, 2010). Selain itu, spesies burung dari familia Accipitridae, membutuhkan pohon tinggi sebagai tempat bersarang dan bertengger (Johnsgard, 2009). Berkurangnya atau bahkan tidak dijumpainya pohon berukuran besar, sebagai tempat bersarang bagi berbagai spesies burung, seperti *Ficus* spp, kedoya (*Dysoxylum* sp) dan maralikeng (*Tetrameles nudiflora*) di zona rimba dan kebun, menyebabkan menyingkir atau berkurangnya spesies burung tersebut, ke lokasi lain yang masih memiliki pohon yang sesuai dengan kebutuhan burung tersebut untuk bersarang. Hal ini terlihat dari tidak dijumpainya lagi sarang beberapa spesies burung tersebut, di areal karst yang berada di zona rimba dan kebun. Padahal di areal karst yang berada di zona inti, masih dijumpai satu buah sarang burung julang sulawesi (*Rhyticeros cassidix*), satu buah sarang kangkareng sulawesi (*Penelopides exharatus*), satu buah sarang elang hitam (*Ictinaetus malayensis*), serta tiga buah sarang serindit paruh merah (*Loriculus exilis*).

2. Respons burung yang hidup di karst TN Babul terhadap perubahan habitat

Terdapat beragam respons burung yang hidup di karst TN Babul terhadap perubahan habitat. Salah satu bentuk respons terlihat dalam bentuk pergeseran spesies burung yang memiliki indeks nilai penting (INP) tertinggi. Semakin

besar gangguan pada vegetasi karst akibat berbagai aktivitas manusia akan menyebabkan semakin besarnya perubahan habitat. Seiring dengan semakin besarnya perubahan habitat, maka burung yang memiliki nilai penting tertinggi akan bergeser ke arah spesies burung yang lebih toleran terhadap perubahan habitat. Dengan kata lain, seiring dengan makin besarnya perubahan habitat, maka spesies burung yang memiliki peran penting dalam komunitas adalah spesies yang memiliki tingkat toleransi dan adaptasi yang lebih baik terhadap perubahan, sehingga spesies yang toleran terhadap perubahan habitat, akan bertahan dan bahkan dapat meningkat jumlah individunya.

Bentuk lain dari respons burung yang hidup di areal karst TN Babul terhadap perubahan habitat adalah seiring dengan peningkatan perubahan habitat, maka terjadi penurunan jumlah spesies burung yang tergolong peka terhadap perubahan habitat. Hal ini terlihat dari lebih banyaknya spesies burung yang tergolong peka terhadap perubahan habitat, yang dijumpai di zona inti, di banding lokasi lain. Misal, di zona inti lebih banyak dijumpai burung-burung yang berasal dari familia Bucerotidae, seperti julang sulawesi (*Rhyticeros cassidix*) dan kangkareng sulawesi (*Penelopides exharatus*), maupun burung yang berasal dari familia Accipitridae, seperti elang-ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*) dan elang hitam (*Ictinaetus malayensis*), burung yang berasal dari familia Psittacidae, seperti serindit paruh-merah (*Loriculus exilis*), serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*), maupun berbagai spesies burung yang berasal dari familia Columbidae, seperti pergam putih (*Ducula luctuosa*), pergam kepala-kelabu (*Ducula radiata*). Kondisi ini sesuai dengan pernyataan dari Martin dan Blackburn (2012), bahwa kawasan hutan primer dan hutan sekunder yang telah tua merupakan habitat bagi lebih banyak spesies burung yang memiliki tingkat toleransi ekologis yang rendah, atau peka terhadap perubahan habitat. Berbeda dengan kondisi pada zona inti, maka pada zona rimba, yang merupakan areal yang telah mengalami perubahan habitat, spesies burung yang memiliki nilai penting tertinggi bukan lagi spesies yang peka terhadap perubahan habitat. Spesies burung yang memiliki nilai penting tertinggi adalah spesies yang memiliki kemampuan yang cukup tinggi untuk beradaptasi dengan perubahan habitat, misal cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*), burung-madu hitam (*Nectarinia aspasia*) dan srigunting jambul-rambut (*Dicrurus hottentotus*). Pada kebun, yang memiliki tingkat perubahan habitat yang tertinggi, serta berdekatan dengan lahan persawahan, terlihat bahwa spesies yang memiliki nilai penting tertinggi adalah spesies yang umum dijumpai di sekitar permukiman dan spesies yang beradaptasi

dengan habitat yang berupa lahan pertanian, misalnya bondol taruk (*Lonchura molucca*), cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*) dan bondol rawa (*Lonchura malacca*).

Respons lain dari komunitas burung yang hidup di karst Maros-Pangkep terhadap perubahan habitat adalah pergeseran *feeding guild*. Pada zona inti, spesies burung frugivora, seperti rangkong sulawesi (*Rhyticeros cassidix*) menjadi spesies yang memiliki nilai penting tertinggi. Pada zona rimba, burung yang memiliki nilai penting tertinggi bergeser ke arah burung frugivora-insektivora, yang mengkonsumsi buah berukuran kecil dan serangga sebagai pakannya. Di kebun, burung granivora merupakan spesies yang memiliki nilai penting tertinggi. Pergeseran *feeding guild* ini disebabkan seiring dengan makin besarnya perubahan habitat, akan menyebabkan makin berkurangnya jumlah dan spesies pepohonan penghasil buah berukuran besar, yang dikonsumsi oleh burung frugivora berukuran besar, dan hanya menyisakan tumbuhan penghasil buah berukuran kecil yang dikonsumsi burung frugivora-insektivora berukuran kecil hingga sedang. Selanjutnya, di areal dengan tingkat perubahan habitat yang lebih tinggi lagi, seperti kebun, maka pepohonan dan perdu penghasil buah akan lebih berkurang lagi dan hanya menyisakan herba, semak dan rumput-rumputan penghasil buah berukuran kecil dan biji-bijian, yang dikonsumsi burung granivora dan pemakan buah berukuran kecil.

Respons lain dari komunitas burung terhadap perubahan habitat yang terjadi di kawasan karst dapat terlihat dari penurunan ukuran tubuh burung. Di areal yang minim atau tidak mengalami perubahan habitat seperti di areal karst yang berada di zona inti, spesies yang memiliki nilai penting tertinggi adalah spesies burung yang berukuran besar, misal julang sulawesi (*Rhyticeros cassidix*), dengan panjang tubuh 70 - 80 cm. Di areal zona inti juga masih dapat dijumpai berbagai spesies burung lain yang memiliki ukuran tubuh yang tergolong besar, seperti elang hitam (*Ictinaetus malayensis*), panjang tubuh 65 - 80 cm, elang-ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*), panjang tubuh 41-54 cm, kangkareng sulawesi (*Penelopides exharatus*), panjang tubuh sekitar 45 cm. Pada areal yang telah mengalami perubahan habitat, seperti zona rimba, terlihat adanya penurunan ukuran tubuh burung yang memiliki nilai penting tertinggi, sehingga mayoritas spesies burung yang dijumpai merupakan burung berukuran tubuh sedang. Walaupun di areal ini masih dapat dijumpai spesies burung yang berukuran besar, namun jumlah individunya telah sangat berkurang dan tidak sebanyak jumlah individu spesies yang sama yang dijumpai di zona inti. Selanjutnya, pada

areal yang mengalami lebih banyak perubahan habitat seperti pada kebun, maka spesies burung yang memiliki nilai penting tertinggi adalah burung yang berukuran lebih kecil lagi, seperti burung bondol (*Lonchura* sp). Kondisi yang dijumpai di karst TN Babul tersebut sesuai dengan pernyataan Gomes *et al.* (2008) yang menyebutkan bahwa pada areal yang mengalami perubahan habitat, akan terjadi penurunan jumlah spesies burung berukuran besar. Penurunan jumlah spesies burung yang berukuran besar tersebut diduga berkaitan dengan penurunan variasi dan ketersediaan pakan. Burns (2009) menyatakan bahwa burung mengkonsumsi pakan sesuai dengan bentuk dan ukuran paruh. Burung yang berukuran besar akan mengkonsumsi pakan yang berukuran besar, dalam jumlah yang lebih banyak, dibanding burung yang berukuran kecil. Dengan adanya penurunan variasi dan jumlah pakan yang tersedia pada areal yang telah mengalami banyak perubahan habitat, akan menyebabkan burung yang berukuran besar akan kesulitan memenuhi kebutuhan energinya.

Respon selanjutnya dari burung yang hidup di karst TN Babul terhadap perubahan habitat adalah penurunan kelimpahan dan jumlah spesies burung, termasuk spesies endemik dan dilindungi. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan dari Abrahamczyk *et al.* (2008), Schulze dan Riedl (2008), Maas (2009), yang menyatakan bahwa spesies endemik lebih peka terhadap gangguan perubahan habitat, sehingga seringkali tingkat gangguan yang rendah, dapat membuat burung endemik tersingkir atau menjauhi habitatnya semula. Fenomena penurunan jumlah spesies burung pada areal yang terganggu juga diperkuat oleh pernyataan dari Martin dan Blackburn (2010) dan Sodhi *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa adanya gangguan dalam bentuk perubahan habitat dapat menyebabkan penurunan jumlah individu, jumlah spesies dan keragaman jenis.

Respons berikutnya dari burung di karst TN Babul terhadap perubahan habitat adalah menurunnya jumlah spesies burung yang membutuhkan kondisi khusus untuk dapat bersarang. Selain terjadi pada burung membutuhkan pohon besar berlubang atau pohon tinggi untuk membangun sarang, penurunan juga terjadi pada burung berkebutuhan khusus lain, misalnya burung yang tergolong dalam familia Cuculidae. Burung yang berasal dari familia Cuculidae dikenal sebagai burung yang bersifat parasit (Kruger *et al.*, 2009; Ducatez, 2014). Penurunan jumlah individu dan jumlah spesies burung dari familia Cuculidae di areal karst yang mengalami gangguan, dapat mengindikasikan adanya penurunan spesies burung yang menjadi inang burung ini di areal yang mengalami gangguan. Pinho dan Marini (2013) menyebutkan

bahwa pada kawasan hutan dengan tingkat kerapatan vegetasi yang lebih tinggi, predasi sarang burung lain oleh burung yang berasal dari familia Cuculidae juga tinggi. Tingginya tingkat predasi burung Cuculidae pada areal yang vegetasinya lebih rapat, menunjukkan bahwa pada kawasan hutan yang lebih rapat akan memiliki kondisi vegetasi yang lebih baik, yang mampu menyediakan lebih beragam spesies burung yang bisa dipredasi sarangnya. Beragam spesies burung yang bisa dipredasi sarangnya oleh burung Cuculidae, akan meningkatkan kesuksesan reproduksi, sehingga dapat dijumpai dalam jumlah individu serta jumlah spesies yang lebih banyak.

3. Implikasi konservasi

Banyaknya spesies burung yang mengalami penurunan kelimpahan maupun yang tidak dijumpai lagi di areal yang telah mengalami gangguan, menunjukkan bahwa burung yang hidup di kawasan karst sebenarnya tergolong peka akan perubahan habitat. Padahal karst Maros-Pangkep, termasuk yang dikelola oleh TN Babul, memiliki tingkat keterancaman yang tergolong tinggi terhadap gangguan perubahan habitat. Hal ini disebabkan karena nilai ekonomi karst Maros-Pangkep yang terasa lebih menjanjikan jika dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan ekonomi jangka pendek, misal melalui penambangan atau pemanfaatan sumber daya hutan di karst secara tidak terkontrol.

Mengingat ekosistem karst tergolong rapuh, mudah rusak oleh perubahan, serta sangat sulit untuk pulih kembali, maka sebaiknya pelestarian kawasan karst Maros-Pangkep lebih digalakkan lagi, dengan melibatkan semua pihak, dari tingkat masyarakat lokal, hingga tingkat dunia. Apalagi karst Maros-Pangkep sebenarnya memiliki sangat banyak peran penting, yang hanya bisa dirasakan jika karst di areal tersebut berada dalam kondisi baik. Misal, berbagai jasa lingkungan, yang akan menghasilkan manfaat ekonomi (baik jangka pendek maupun jangka panjang), yang jika dihitung, maka nilainya akan jauh lebih besar dibanding manfaat ekonomi yang diperoleh dari hasil mengeksploitasi sumber daya alam yang terdapat di karst serta menambang karst.

Salah satu langkah yang penting untuk segera diwujudkan adalah penetapan seluruh areal karst Maros-Pangkep yang merupakan kawasan ekosistem karst sebagai kawasan bentang alam karst dan kawasan ekosistem esensial. Penetapan karst Maros-Pangkep sebagai kawasan bentang alam karst dan kawasan ekosistem esensial dapat memberi status perlindungan yang lebih kuat dan sah secara hukum, sehingga kelestarian ekosistem karst Maros-Pangkep beserta nilai ilmiah yang dimiliki, termasuk flora dan faunanya dapat lebih terjamin.

III. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Areal karst TN Babul memiliki hutan yang menjadi habitat bagi banyak spesies burung, yang bergantung pada hutan yang menjadi habitatnya. Berbagai spesies tumbuhan hutan yang terdapat di areal karst TN Babul berperan sebagai penyedia pakan, tempat berlindung, bermain, kawin maupun sebagai tempat membangun sarang. Dengan demikian, areal hutan dengan kondisi yang lebih baik, akan lebih mampu menyediakan sumberdaya yang dibutuhkan burung, sehingga areal hutan yang kondisinya lebih baik seperti di zona inti, akan memiliki kekayaan spesies burung yang lebih tinggi dibanding areal yang telah mengalami perubahan habitat, seperti di zona rimba dan kebun. Perubahan habitat dalam bentuk penurunan kerapatan vegetasi akibat aktivitas masyarakat, berpengaruh pada semua tingkatan trofik burung. Perubahan habitat tersebut direspons burung dalam bentuk penurunan jumlah individu dan jumlah spesies, penurunan jumlah spesies endemik, dilindungi, penurunan jumlah spesies berukuran besar, maupun penurunan jumlah spesies yang membutuhkan tempat khusus untuk membangun sarang. Selain itu terlihat adanya peralihan spesies burung yang memiliki INP tertinggi dari spesies dengan tingkat toleransi rendah ke tingkat toleransi tinggi, peralihan *feeding guild* burung yang memiliki INP tertinggi dari frugivora ke frugivora-insektivora dan selanjutnya ke granivora. Berbagai respons tersebut menunjukkan bahwa burung yang hidup di areal karst TN Babul tergolong peka akan perubahan habitat. Mengingat kelangsungan populasi burung bergantung pada kondisi habitatnya, maka sangat penting untuk menjaga kelestarian karst Maros-Pangkep.

B. Saran

Areal karst Maros-Pangkep sebenarnya lebih luas dibanding areal karst yang dikelola oleh TN Babul. Salah satu langkah yang dapat ditempuh untuk menjaga kelestarian areal karst ini adalah dengan melakukan inventarisasi dan identifikasi secara menyeluruh terhadap potensi, manfaat, maupun gangguan dan ancaman terhadap kelestarian karst Maros-Pangkep. Selain itu, diperlukan adanya penelitian dalam skala yang lebih luas, menyangkut dampak gangguan, terhadap berbagai spesies lain, baik yang hidup di permukaan karst, maupun yang hidup di bawah permukaan karst Maros-Pangkep. Juga dibutuhkan status penetapan seluruh areal karst Maros-Pangkep menjadi kawasan bentang alam karst dan kawasan ekosistem esensial, untuk memberi perlindungan yang lebih kuat bagi satu-satunya kawasan karst menara yang ada di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar dan Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung atas dukungan sehingga kegiatan penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahamczyk, S., M.Kessler, D.D. Putra, M. Waltert, T. Tschardtke. (2008). The value of differently managed cacao plantations for forest bird conservation in Sulawesi, Indonesia. *Bird Conservation International*, 18, 349–362. BirdLife International. doi:10.1017/S0959270908007570.
- Amar, A., F. Amidon, B. Arroyo, J.A. Esselstyn, A.P. Marshall. (2008). Population Trends of the Forest Bird Community on the Pacific Island of Rota, Mariana Islands. *The Condor*, 110(3), 421-427.
- Badan Lingkungan Hidup Daerah Sulawesi Selatan. (2011). Rencana Aksi Pengelolaan Ekosistem Karst Maros Pangkep. Makassar: Badan Lingkungan Hidup Daerah Sulawesi Selatan.
- Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. (2008). *Rencana Pengelolaan Jangka Panjang Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung Periode 2008-2027 Kabupaten Maros dan Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan*. Maros: Balai Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. 151 h.
- Bamotiwa, D., E. Labiro, M. Ihsan. (2014). Asosiasi burung Julang sulawesi (*Rhyticeros cassidix*) dengan jenis-jenis pohon di kawasan hutan lindung Desa Ensa Kecamatan Mori atas Kab. Morowali Utara. *Warta Rimba*, 2(2), 67-74.
- Burns, K.C. (2009). Dietary diversity in fruit-eating birds: a biogeographic comparison between New Zealand and Canada. *New Zealand Journal of Ecology*, 33(1), 52-59.
- Buzan, E.V., A. Pallavicini. (2014). Biodiversity and conservation of karst ecosystems in the transboundary area. In Buzan dan Pallavicini eds. *Biodiversity and Conservation of Karst Ecosystems Part 1, Chapter 1: 11-16*. Koper: Padova University Press.
- Cavarzere, V. (2013). Does the reproductive season account for more records of birds in a marked seasonal climate landscape in the state of Sao Paulo, Brazil?. *Papies Avulsos de Zoologia*, 53(18), 253-260.
- Cherkaoui I., S. Selmi, J. Boukhriss, R. Hamid, D. Mohammed. (2009). Factors affecting bird richness in a fragmented cork oak forest in Morocco. *Acta Oecologia*, 35, 197-205.
- CITES. (2017). *Spesies Data Base: CITES Species List*. <http://www.speciesplus.net>. Diakses tanggal 28 Maret 2017.
- Clements, R., P.K.L. Ng, X.X. Lu, S. Ambu, M. Schilthuizen, C.J.A. Bradshaw. (2008). Using biogeographical patterns of endemik land snails to improve conservation planning of limestone karsts. *Biological Conservation*, 141, 2751–2764.

- Clements, R., N.S. Sodhi, M. Schilthuizen, P.K.L. Ng. (2006). Limestone karst of Southeast Asia: imperiled arks of biodiversity. *Bioscience*, 56(9), 733-742.
- Coates, B.J., K. D. Bishop dan D. Gardner. (2000). *Panduan Lapangan: Burung-Burung di Kawasan Wallacea: Sulawesi, Maluku dan Nusa Tenggara*. Birdlife International-Indonesia Programmed and Dove Publication Pty. Ltd.
- Cockle, K.L., K. Martin, M.C. Drever. (2010). Supply of tree-holes limits nest density of cavit-nesting birds in primary and logged subtropical Atlantic forest. *Biological Conservation*, 143, 2851-2857.
- Danielsen, F., C. E. Filardi, K. A. Jonsson, V. Kohaia, N. Krabbe, J. B. Kristensen, R. G. Moyle, P. Pikacha, M. K. Poulsen, M. K. Sorensen, . Tatahu, J. Waihuru, J. Fjelds. (2010). Endemik avifaunal biodiversity and tropical forest loss in Makira, A mountainous Pacific Island. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 31, 100-114. Department of Geography. National University of Singapore and Blackwell Publishing Asia Pty Ltd.
- Daru, B.H., K. Yessoufou, C. Nuttman, J. Abalaka. (2015). A preliminary study of bird use of fig Ficus species in Amurum Forest Reserve, Nigeria. *Malimbus*, 37, 1-15.
- Day, M.J. (2010a). Human interaction with Caribbean karst landscapes: past, present and future. *Acta Carsologica*, 39(1), 137-146.
- Day, M.J. (2010b). Challenges to sustainability of the Caribbean karst. *Geologia Croatica*, 63(2), 149-154. doi:10.4154/gc.2010.12.
- Day, M. (2011). Protection of karst landscapes in the developing world: lessons from Central America, the Caribbean, and Southeast Asia. van Beynen, P.E. Introduction. In *Karst Management*. van Beynen, P.E. ed. New York: Springer Science+Business Media B.V.
- Ducatez, S. (2014). Brood parasitism: a good strategy in our changing world? *Proceedings of the Royal Society B* 281: 20132402. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2404>.
- Eglinton, S.M., S.E. Davis, A.C. Joys, D.E. Chamberlain, D.G. Noble. (2010). The effect of observer experience on English Breeding Bird Survey population trends. *Bird Study*, 57(2), 129-141. doi: 10.1080/00063650903440648.
- Esposito, L.A., T. Bloom, L. Caicedo-Quiroga, A.M. Alicea-Serrano, J.A. Sanchez-Ruiz, L.J. May-Collado, G.J. Binford, I. Agnarsson. (2015). Islands within island: diversification of tailless whip spiders (Amblypygi, Phrynus) in Caribbean caves. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 93, 107-117.
- Fachrul, M.F. (2012). *Metode Sampling Bioekologi* edisi pertama cetakan ketiga. Jakarta: Bumi Aksara. 198 h.
- Fleury, E.S. (2011). *Using public policy to affect human behavior on karst landscapes in the United States*. In *Karst Management*. van Beynen, P.E. ed. New York: Springer Science+Business Media B.V.
- Gomes, L.G.L., V.Oostra, V. Nijman, A.M. Cleef, M. Kappelle. (2008). Tolerance of frugivorous birds to habitat disturbance in a tropical cloud forest. *Biological Conservation*, 141: 860-871. Elsevier Ltd. Doi: 10.1016/j.biocon.2006.01.007.
- Husein, S., Srijono, H. Dyah. (2008). Morfotektonik pembentukan karst Maros, Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Indonesian Scientific Karst Forum I*. 19-20 Agustus 2008. Goenoeng Sewoe Karst Forum. Yogyakarta.
- Indriyanto. (2008). *Pengantar Budi Daya Hutan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara. 234 h.
- IUCN. (2017). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. <http://www.iucnredlist.org>. Diakses tanggal 15 Juni 2017.
- Jiguet, F. (2009) Method learning caused a first-time observer effect in a newly started breeding bird survey. *Bird Study*, 56(2), 253-258. doi: 10.1080/00063650902791991.
- Johnsgard, P. (2009). *Birds of the Great Plains: Family Accipitridae (Hawks, Eagles, and Harriers) Revised ed*. Lincoln: University of Nebraska.
- Kitamura, S., S. Thong-Aree, S. Madsri, P. Poonswad. (2011). Characteristics of Hornbill-dispersed fruits in lowland dipterocarp forest of Southern Thailand. *The Raffles Bulletin of Zoology 2011 Supplement*, 24, 137-147.
- Kmecl, P., J. Figelj, P. Tout. (2014). The birds of dry meadows above the karst edge. In Buzan, E.V. dan Pallavicini, A. eds. *Biodiversity and Conservation of Karst Ecosystems Part 1*, Chapter 5, 46-63. Koper: Padova University Press.
- Kruger, O., M.D. Sorenson, N.B. Davies. (2009). Does coevolution promote species richness in parasitic cuckoos? *Proceedings of the Royal Society B* 276, 3871-3879.
- Maas, B. (2009). *Six Years of Habitat Modification in A Tropical Forest Margin of Indonesia Do Not Affect Bird Diversity But Endemik Forest Species*. Thesis. Vienna: Faculty of Life Science. University of Vienna.
- Martin, T.E., G.A. Blackburn. (2010). Impacts of tropical disturbance upon avifauna on a small island with high endemism: implications for conservation. *Conservation Society*, 8(2), 127-139.
- Martin, T. E., G.A. Blackburn. (2012). Habitat associations of an insular Wallacean avifauna: a multi-scale approach for biodiversity proxies. *Ecological Indicators*, 23, 491-500.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2012 Tentang Penetapan Bentang Alam Karst*. Jakarta: Biro Hukum dan Humas Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Pinho, J. B., M.A. Marini. (2013). Birds' nesting parameter in four forest types in the Pantanal wetland. *Brazilian Journal of Biology*, 74(4), 890-898.

- Presiden Republik Indonesia. (1999). *Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999*. Departemen Kehutanan.
- Qin, X., R. Zang, F. Xing. (2012). A study on the flora and vegetation of Cat Dua Island, Northeastern Vietnam. *Pakistan Journal of Botany*, 44(4), 1229-1232.
- Rajashekara, S., M.G. Venkatesha. (2013). A method for assessing threats to terrestrial bird communities in urban landscapes. In Jayapal, R., Babu, S., Quadros, G., Arun, P.R., Pramod, P., Kumara, H.N., Azeez, P.A. eds. *Proceedings of the Second International Conference on Indian Ornithology*. 19-23 November 2013. Salim Ali Centre for Ornithology and Natural history, Coimbatore, India.
- Santoso, S. (2013). *Menguasai SPSS 21 di Era Informasi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Schulze, C.H., Riedl, I. (2008). Bird assemblages of forested and human-modified countryside habitats in the Pacific lowlands of southern Costa Rica. *Stapfia*, 88(80), 395-408.
- Shu, X., Z. Lu, G. Yan, Y. Meng, Z. Li, F. Zhou. (2013). Survey of the use of birds of various karst wetlands in southwestern Guangxi, southern China. *Chinese Birds*, 4(4), 291-305. doi: 10.5122/cbirds.2013.0029.
- Sodhi, N., D.S. Wilcove, T.M. Lee, C.H. Sekercioglu, R. Subaraj, H. Bernard, D.L. Yong, S.L.H. Lim, D.M. Prawiradilaga, B.W. Brook. (2010). Deforestation and avian extinction on tropical landbridge islands. *Conservation Biology*, 24(5), 1290-1298.
- Struebig, M.J., T. Kingston, A. Zubaid, S.C. Le Comber, A. Mohd-Adnan, A. Turner, J. Kelly, M. Bozek, S.J. Rossiter. (2009). Conservation importance of limestone karst outcrop for paleotropical bats in fragmented landscape. *Biological Conservation*, 142, 2089-2096. doi:10.1016/j.biocon.2009.04.005.
- van Beynen, P.E. (2011). Introduction. In *Karst Management*. van Beynen, P.E. ed. New York: Springer Science+Business Media B.V.
- van Beynen, P.E., K.M. van Beynen. (2011). Human disturbance of karst environments. In *Karst Management*. van Beynen, P.E. ed. New York: Springer Science+Business Media B.V.
- Volpato, G. H., E. V. Lopes, L. B. Mendonça, R. Boçon, M. V. Bisheimer, P. P. Serafini, L. dos Anjos. (2009). The use of the Point Count Method for Bird Survey in the Atlantic Forest. *Zoologia (Curitiba, Impresso)* 26(1), 74-78. Sociedade Brasileira de Zoologia. Curitiba. Brazil.
- Williams, P. (2008). *World Heritage Caves and Karst: A Thematic study*. IUCN Programme on Protected Area. Gland. Switzerland. 57p.
- Yue, Y., K. Wang, B. Zhang, Z. Chen, Q. Jiao, B. Liu, H. Chen. (2010). Exploring the relationship between vegetation spectra and eco-geo-environmental conditions in karst region, Southwest China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160, 157-168.