

LAJU METABOLISME BASAL DAN EKOLOGI BEBERAPA SUKU BURUNG PASSERINE DI INDONESIA

(Basal Metabolic Rate and Ecology of Some Passerine Birds in Indonesia)

ASEP S. ADHIKERANA DAN DEWI M. PRAWIRADILAGA *)

ABSTRACT

Although the value of basal metabolic rate (BMR) is believed to be used as a basic reference in comparing several biological aspects of birds such as morphology, phylogeny, and ecology, its relationships with these aspects is hardly discussed. The paper is aimed to **analyse** relationships **between** the value of BMR and ecological aspects of some families of passerine birds in Indonesia which include nest type, **primary** food, **primary** habitat, stratification of living site and foraging behavior. The results indicate that nest type, **primary** food and foraging behavior have a close relationship with the value of BMR of twenty five families of passerine birds; whereas the stratification of living site separate these birds families into two groups: arboreal and terrestrial groups. However, further research is still needed to verify these results.

PENDAHULUAN

Penelitian untuk mengungkapkan **peranan** karakter morfologi burung dalam ekologi burung telah **banyak** dilakukan, misalnya pada jenis-jenis marga *Parus* (Perrins, 1979). Tetapi **berat badan** burung yang merupakan **salah** satu karakter morfologi **lebih** sering dikaitkan dengan aspek fisiologi, khususnya laju metabolisme basal sebab **jumlah** energi yang dibutuhkan seekor **hewan** **diketahui** berhubungan erat dengan **berat badan** **hewan** tersebut (King dan Farner, 1961).

Laju metabolisme basal, selanjutnya **disingkat** LMB, adalah laju produksi **panas** tubuh yang minimum dari **seekor hewan** di dalam lingkungan bersuhu **netral**, atau 'thermoneutral', **tanpa** kegiatan pencernaan makanan (King dan Farner, 1961). **Walau** pun hubungan antara **berat badan** dan **nilai** LMB berbagai jenis burung telah **banyak** diungkapkan (lihat Calder dan King, 1974), nilai LMB untuk burung-burung daerah **tropis** jarang **sekali** diungkapkan. Adanya keragaman nilai LMB **baik** pada **tingkatan ordo, suku, marga** maupun jenis, serta adanya perbedaan nyata antara burung-burung 'passerine' dan 'bukan passerine' telah pula terungkap (King dan Farner, 1961).

Calder dan King (1974) berpendapat bahwa **nilai** LMB dapat **dijadikan** dasar acuan untuk membandingkan beberapa aspek biologi burung seperti morfologi, **filogeni**, ekologi atau aspek-aspek **lainnya**. Tetapi jarang sekali yang **melihat** kemungkinan adanya hubungan antara nilai LMB dengan aspek-aspek biologi tersebut. **Tulisan ini** mencoba **menganalisis** hubungan antara nilai LMB dengan aspek ekologi beberapa suku burung 'passerine' di Indonesia.

*) Staf Peneliti Balitbang Zoologi, Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor.

METODOLOGI

Nilai LMB yang digunakan dalam analisis adalah nilai perkiraan yang diperoleh dari persamaan korelasi eksponensial antara LMB dengan berat badan yang diusulkan Calder dan King (1974) untuk burung-burung 'passerine' sebagai berikut:

$$H = 129.W^{0.724}$$
$$\log H = \log 129 + 0.724 \log W$$

dimana H adalah nilai LMB dalam satuan Kkal/hari dan W adalah berat badan dalam satuan gram. Data berat badan diperoleh dari 1216 spesimen burung, terdiri dari 109 jenis dan 25 suku, yang tersimpan dalam koleksi Museum Zoologi Bogor (sekarang BALITBANG ZOOLOGI). Untuk mengurangi pengaruh kesamaan filogenetik antar jenis (Bennett dan Harvey, 1987), analisis didasarkan atas kelompok suku sehingga jumlah jenis menjadi jumlah contoh dan rata-rata nilai berat badan per jenis menjadi patokan.

Lima aspek ekologi dijadikan kriteria dan pemilihan kriteria ini didasarkan pada data tersedia yang diperoleh dari berbagai pustaka (Lack, 1968; Smythies, 1968; King dkk., 1975; Gruson, 1976; MacKinnon, 1988). Kelima aspek tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tipe Sarang

- a. A - diatas permukaan tanah
- b. G - pada permukaan tanah atau dekat permukaan tanah (< 1 m)
- c. H - di dalam lubang pohon atau lubang pada permukaan tanah

2. Makanan Utama

- a. IN - serangga saja
- b. FR - buah-buahan dan atau biji-bijian
- c. FN - serangga dan buah-buahan
- d. NE - nektar/madu bunga
- e. OM - pemakan segala

3. Habitat Utama

- a. FT - hutan primer
- b. WO - hutan terbuka atau dataran rendah
- c. LD - kebun, sawah, pemukiman atau daerah terbuka lainnya
- d. FW - pinggir sungai, danau atau hutan bakau

4. Stratifikasi Cara Hidup

- a. AR - arboreal
- b. AE - aerial
- c. TR - terrestrial

5. Cara Memangsa

- a. AA - menangkap mangsa yang terbang sambil terbang (disini termasuk pemakan madu bunga)

- b. PA - menangkap mangsa yang terbang dari tempat bertengger
- c. PP - menangkap mangsa yang diam dari tempat bertengger (termasuk pemakan buah-buahan)
- d. GG - menangkap mangsa pada permukaan tanah
- e. GW - menangkap mangsa pada permukaan air

Pada Lampiran 1 tersaji data aspek ekologi untuk setiap suku burung. Indeks kesamaan antar suku dihitung berdasarkan data pada Lampiran 1 dengan menggunakan koefisien kesamaan sederhana dari Sokal dan Michener (dikutip dari Dunn dan Everitt, 1982). Pengelompokan suku dilakukan berdasarkan nilai indeks kesamaan tersebut dengan menggunakan analisis koordinat utama (Lawley dan Maxwell, 1963) dan analisis dilakukan dengan bantuan komputer dan 'Multivariate Statistical Package' (MVSP). Analisis keragaman (Anova) dan uji t dilakukan dengan menggunakan MINITAB (Ryan dkk., 1976).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pertama dilakukan untuk melihat perbedaan nilai LMB pada setiap kriteria aspek ekologi. Tiga aspek ekologi yang unsur-unsurnya menunjukkan perbedaan nilai-nilai LMB (Tabel 1) adalah tipe sarang, makanan utama dan cara memangsa. Burung yang bersarang di dalam lubang pohon atau dalam lubang pada permukaan tanah mempunyai nilai LMB (rata-rata 3.436,78 Kkal/hari) lebih besar dari pada burung yang bersarang di atas permukaan tanah (rata-rata 1.393,06 Kkal/hari) dan juga lebih besar dari pada burung yang bersarang pada permukaan tanah (rata-rata 1.704,59 Kkal/hari). Hanya dua suku burung yang bersarang dalam lubang pohon atau tanah yaitu Sittidae dan Sturnidae.

Hal ini sesuai dengan dugaan bahwa pemilikan nilai LMB yang tinggi tidak akan menguntungkan pada saat berbiak (Calder, 1984). Bila bersarang di dalam lubang pohon, atau lubang pada permukaan tanah, burung akan dapat mengurangi kebutuhan energinya selama berbiak, sebab jika sebelumnya harus membuat sarang, burung tersebut akan membutuhkan energi lebih banyak padahal kebutuhan energi bagi tubuhnya sendiri sudah cukup tinggi, belum lagi untuk kegiatan lainnya seperti mencari makan, membentuk teritori atau memikat betina yang juga membutuhkan energi tidak sedikit.

Burung pemakan buah-buahan dan serangga mempunyai nilai LMB (rata-rata 2.894,89 Kkal/hari) lebih besar dari pada pemakan serangga saja (rata-rata 1452,67 Kkal/hari), pemakan buah-buahan/biji-bijian (rata-rata 1.018,30 Kkal/hari), dan pemakan madu bunga (rata-rata 744,73 Kkal/hari). Menurut Calder (1984) pemilikan nilai LMB yang rendah akan menguntungkan pada saat kekurangan makanan. Apakah karena ketersediaan madu bunga yang jarang yang menyebabkan burung pemakan madu bunga memiliki nilai LMB rendah, dan apakah ketersediaan serangga dan buah-buahan selalu melimpah sehingga burung pemakan serangga dan buah-buahan dan pemakan serangga saja mampu memiliki nilai LMB yang tinggi? Untuk menguji kesimpulan tersebut masih diperlukan bukti lebih lanjut. Sementara itu

Bennett dan Harvey (1987) tidak menemukan perbedaan serupa pada burung yang 'non-passerine'.

Tabel 1. Perbedaan nyata nilai LMB antar unsur kriteria aspek ekologi. Tanda " " menunjukkan suku burung yang termasuk ke dalam unsur tersebut mempunyai nilai LMB lebih besar dari pada suku-suku lain di dalam unsur lainnya.

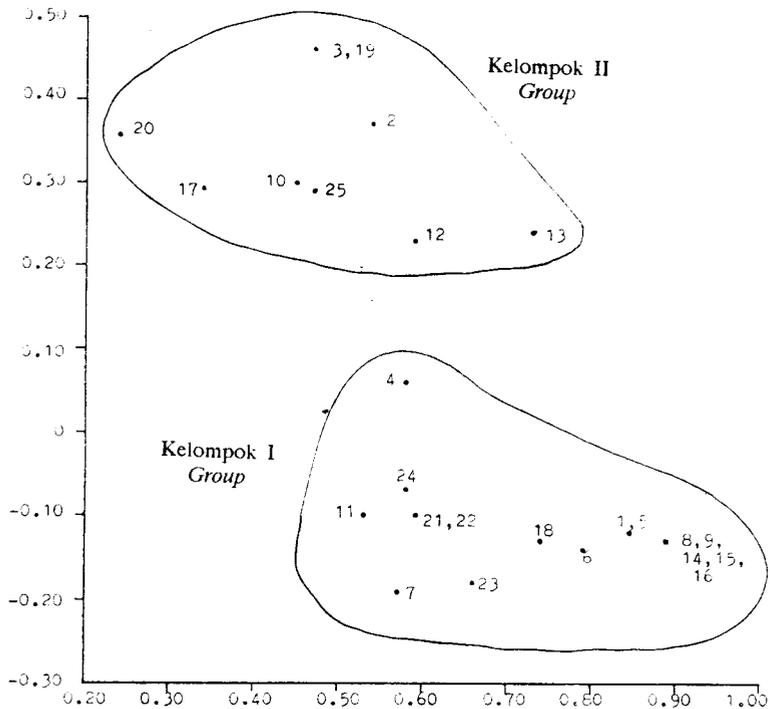
Table 1. Significant difference between basal metabolic rates (BHR) of some ecological parameters. The ' > ' sign indicates that the bird family has higher BHR value for the ecological parameter than other families.

Perbandingan	Nilai uji t Value of t test	d.b d.f.	P Probability
Tipe sarang (<i>Nest type</i>) :			
H > A	2.85	90	< 0.01
H > G	2.58	20	< 0.05
Makanan Utama (<i>Main food</i>) :			
IN > FR	2.39	90	< 0.05
IN > NE	2.73	78	< 0.01
FN > IN	3.21	74	< 0.01
FN > FR	3.21	26	< 0.01
FN > NE	2.52	14	< 0.05
Cara Memangsa (<i>Method of predation</i>) :			
AA > PA	2.19	50	< 0.05
AA > PP	3.06	32	< 0.05
GG > PA	2.10	70	< 0.05
GG > PP	2.16	52	< 0.05

Burung-burung yang menangkap mangsa terbang sambil terbang mempunyai nilai LMB (rata-rata 1.873,97 Kkal/hari) yang lebih besar dari pada penangkap mangsa dari tempat bertengger (rata-rata PA = 1.246,14 Kkal/hari, rata-rata PP = 969,51 Kkal/hari). Sementara itu burung yang mencari makan pada permukaan tanah juga memiliki nilai LMB (rata-rata 2.092,20 Kkal/hari) yang lebih besar dari pada penangkap mangsa dari tempat bertengger. Burung pencari makan pada permukaan tanah mungkin tidak perlu menghemat energi sebab makanan lebih mudah diperoleh. Burung pengejar mangsa yang terbang mungkin lebih sering berhasil mendapatkan makanan dibandingkan burung yang hanya mencari mangsa dari tempat bertengger, sehingga tidak perlu menghemat energi. Sementara pencari makan dari tempat bertengger harus hati-hati menggunakan energi tubuhnya karena keberhasilan mencari makan agak terbatas. Sekali lagi hal ini masih merupakan hipotesis dan untuk membuktikan kebenarannya diperlukan penelitian lebih lanjut.

Hipotesis-hipotesis yang diajukan diatas hanya berdasarkan masing-masing kriteria aspek ekologi, sehingga hipotesis-hipotesis tersebut agak rancu sebab aspek-aspek ekologi tidak berperan sendiri-sendiri melainkan berkaitan satu dengan lainnya. Oleh karena itu analisis berikut dilakukan untuk melihat aspek ekologi secara utuh dalam hubungannya dengan nilai LMB. Dalam analisis koordinat utama berdasarkan indeks kesamaan antar suku didapat nilai-nilai koordinat pertama dan kedua untuk setiap suku secara matematis. Nilai-nilai koordinat tersebut disajikan pada Lampiran 2.

Hasil analisis menunjukkan pengelompokan ke 25 suku ke dalam dua kelompok (Gambar 1). Kelompok pertama terdiri dari suku-suku Pittidae, Alaudidae, Corvidae, Timaliidae, Turdidae, Motacillidae, Laniidae, Sturnidae, dan Ploceidae. Kelompok kedua terdiri dari suku-suku Eurylaimidae, Hirundinidae, Campephagidae, Chloropsideae, Pycnonotidae, Dicuridae, Oriolidae, Sittidae, Sylviidae, Muscicapidae, Pachycephalidae, Artamidae, Meliphagidae, Nectariniidae, Dicaeidae dan Zosteropidae.



Gambar 1. Pengelompokan suku-suku burung berdasarkan dua koordinat utama (Kelompok I: rata-rata LMB = 1.259,59 Kkal/hari, jumlah contoh 66 jenis. Kelompok II: rata-rata LMB = 1.831,91 Kkal/hari, jumlah contoh 43 jenis). Nomor pada gambar adalah nomor-nomor suku burung.
 Figure 1. Grouping of bird families according to two main coordinates (Group I: average tot BMR = 1.259,59 Kkal/day, number of samples: 66 species; Group II: average BMR = 1.821,91 Kkal/day, number of samples: 43 species). The number in the figure are the number of bird families.

Bila dilihat data pada Lampiran 1, ternyata adanya pengelompokan suku tersebut disebabkan oleh salah satu aspek ekologi yaitu stratifikasi cara hidup. Kelompok pertama adalah suku-suku burung yang hidupnya 'arboreal' (termasuk satu suku yang 'aerial', rata-rata LMB = 1.259,59 Kkal/hari, jumlah contoh 66 jenis) dan kelompok kedua adalah suku-suku yang 'terrestrial' (rata-rata LMB = 1.831,91 Kkal/hari, jumlah contoh 43 jenis). Dari analisis pertama, stratifikasi cara hidup tidak menyebabkan

perbedaan nilai LMB padahal aspek ini justru menjadi pembeda utama antar suku burung.

Kelompok 'terrestrial' ternyata memiliki nilai LMB yang lebih besar dari kelompok 'arboreal' ($t = 1.98$, $db = 107$, $P =$). Salah satu kemungkinan yang menyebabkan kelompok 'arboreal' memiliki nilai LMB yang rendah adalah sebagai hasil adaptasi terhadap suhu udara yang lebih rendah di atas permukaan tanah, walaupun perbedaan suhu dengan permukaan tanah sangat kecil. Nilai LMB yang rendah akan lebih menguntungkan pada saat adanya penurunan sumber makanan atau pada saat penimbunan energi untuk pembiakan (Calder, 1984). Dengan memiliki LMB yang rendah kesempatan untuk bertahan hidup dan berbiak dengan baik akan menjadi lebih tinggi dari pada pemilikan LMB yang tinggi.

Untuk menguatkan kesimpulan tersebut masih diperlukan penelitian lain yang mengungkapkan nilai nyata LMB secara laboratorium, karena nilai LMB burung daerah tropis berbeda dengan burung bukan tropis (Weathers, 1979; Hails, 1983), sehingga persamaan korelasi eksponensial antara berat badan dan nilai LMB mungkin berbeda dengan persamaan yang digunakan dalam penelitian ini. Disamping itu, nilai LMB juga berkaitan dengan pola warna bulu; burung-burung yang memiliki bulu berwarna gelap akan mempunyai nilai LMB lebih rendah daripada burung yang bulunya berwarna cerah (Weathers, 1979; Hails, 1983).

KESIMPULAN

Tipe sarang, makanan utama dan cara memangsa diduga berhubungan erat dengan laju metabolisme dari berbagai jenis dan atau suku burung "passerine". Tetapi stratifikasi cara hidup mungkin lebih berperan sebagai pembeda ke 25 suku burung yang dianalisis. Ke 25 suku burung tersebut terbagi dalam dua kelompok yang dibedakan oleh stratifikasinya yaitu kelompok 'arboreal' dan 'terrestrial'. Perbedaan nilai LMB antara kedua kelompok ini diduga disebabkan oleh perbedaan adaptasinya terhadap lingkungan hidup (suhu udara) yang berbeda. Meski demikian masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menguatkan kesimpulan-kesimpulan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- BENNETT, P.M. AND P.H. HARVEY. 1987. Active and resting metabolism in birds: allometry, phylogeny and ecology. *J. Zool. Lon.* 213: 327-363.
- CALDER, W.A. 1984. Size, function and Life History. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts.
- CALDER, W.A AND J.R. KING. 1974. Thermal and caloric relations of birds. *In: Avian Biology Vol. IV* (editors: D.S. Farner and J.R. King). Academic Press, New York. PP. 259-413.
- DUNN, G. AND B.S. EVERITT. 1982. *An Introduction to Mathematical Taxonomy*. Cambridge Univ. Press, London.
- GRUSON, E.S. 1976. *A Checklist of the Birds of the World*. Collins, London.
- HAILS, C.J. 1983. The metabolic rate of tropical birds. *Condor* 85: 61-65.

- KING, B., E.C. DICKINSON AND M. WOODCOCK. 1975. *A Field Guide to the Birds of South East Asia*. Collins, London.
- KING, J.R. AND D.S. FARNER. 1961. Energy metabolism, thermoregulation and body temperature. *In: Biology and Comparative Physiology of Birds* (editor: A.J. Marshall). Academic Press, New York. PP. 215-288.
- LACK, D. 1968. *Ecological Adaptations for Breeding in Birds*. Methuen & Co., London.
- MACKINNON, J. 1988. *Field Guide to the Birds of Java and Bali*. Gadjah-Mada Univ. Press, Jogjakarta.
- PERRINS, C.M. 1979. *British Tits*. Collins, London.
- RYAN, T.A., B.L. JOINER AND B.F. RYAN. 1976. *Minitab Student Handbook*. Duxbury Press, Massachusetts.
- SMYTHIES, B.E. 1968. *The birds of Borneo*. Oliver & Boyd, London.
- WEATHERS, W.W. 1979. Climatic adaptation in avian standard metabolism rate. *Oecologia* 42: 81-89.