

REVIEW:

Penelitian Biodiversitas Serangga di Indonesia: Kumbang Tinja (Coleoptera: Scarabaeidae) dan Peran Ekosistemnya

Research on insect biodiversity in Indonesia: Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) and its role in ecosystem

SHAHABUDDIN^{1,2,*}, PURNAMA HIDAYAT³, WORO ANGGRAITONINGSIH NOERDJITO⁴, SYAFRIDA MANUWOTO³

¹ Mahasiswa Program Doktor Entomologi, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor 16144

² Fakultas Pertanian Universitas Tadulako (UNTAD), Palu 94118.

³ Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor 16144

⁴ Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong-Bogor 16911

Diterima: 30 Nopember 2004. Disetujui: 17 Februari 2005.

ABSTRACT

Research on insect biodiversity in Indonesia which is known as megabiodiversity still not yet a lot of done. Dung beetles represent one of insect group owning very important ecological role and enough susceptible to condition change of an ecosystem so that is often made as one of bioindicator. Although it was estimated that there is about 1000 to 2000 species of dung beetle in Indo-Australia archipelago but the exact species number of Indonesia's dung beetles not yet been known, since there are more than 17,000 islands in the country and different islands possess a lot of endemic species. The lack of entomologist especially taxonomist and the limited of identification key available also become the problems of study on dung beetles biodiversity as well as another group of insect in Indonesia. Therefore, we need some effort expected to solve these problem in order to accelerate the research of insect biodiversity in Indonesia.

© 2005 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Keywords: biodiversity, insects, dung beetles, Scarabaeidae.

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang memiliki kekayaan jenis flora dan fauna yang sangat tinggi (*mega biodiversity*). Hal ini disebabkan karena Indonesia terletak di kawasan tropik yang mempunyai iklim yang stabil dan secara geografi adalah negara kepulauan yang terletak diantara dua benua yaitu Asia dan Australia (Primack *et al.*, 1998). Salah satu keanekaragaman hayati yang dapat dibanggakan Indonesia adalah serangga, dengan jumlah 250.000 jenis atau sekitar 15% dari jumlah jenis biota utama yang diketahui di Indonesia (Bappenas, 1993).

Diantara kelompok serangga tersebut, kumbang (Coleoptera) merupakan kelompok terbesar karena menyusun sekitar 40% dari seluruh jenis serangga dan sudah lebih dari 350.000 jenis yang diketahui namanya (Borror *et al.*, 1989). Indonesia diperkirakan memiliki sekitar 10% jenis kumbang dari seluruh kumbang yang ada di dunia (Noerdjito, 2003). Khusus di Sulawesi, diperkirakan terdapat 6000 jenis kumbang setelah Hammond berhasil mengoleksi 4500 jenis kumbang dari hutan dataran rendah di Sulawesi Utara (Watt *et al.*, 1997).

Kumbang tinja (*dung beetles*) merupakan anggota kelompok Coleoptera dari suku Scarabaeidae yang lebih dikenal sebagai *scarab*. Kumbang-kumbang ini mudah

dikenali dengan bentuk tubuhnya yang cembung, bulat telur atau memanjang dengan tungkai bertarsi 5 ruas dan sungut 8-11 ruas dan berlembar. Tiga sampai tujuh ruas terakhir antena umumnya meluas menjadi struktur-struktur seperti lempeng yang dibentangkan sangat lebar atau bersatu membentuk satu gada ujung yang padat. Tibia tungkai depan membesar dengan tepi luar bergeligi atau berlekuk. Pada kelompok kumbang pemakan tinja bentuk kaki ini khas sebagai kaki penggali (Borror *et al.*, 1989).

Semua kumbang tinja adalah *scarab* tetapi tidak semua *scarab* merupakan kumbang tinja. Dari berbagai spesies kumbang yang sering ditemukan pada kotoran hewan, yang termasuk kumbang tinja sejati adalah dari superfamili Scarabaeoidea famili Scarabaeidae, Aphodiidae dan Geotrupidae (Cambefort 1991). Di Indonesia diperkirakan terdapat lebih dari 1000 jenis kumbang *scarab* (Noerdjito, 2003).

KERAGAMAN FUNGSIONAL DAN STRATEGI PEMANFAATAN TINJA

Selain beragam dari segi morfologi, kumbang tinja juga memiliki keragaman dalam strategi pemanfaatan sumberdaya. Secara garis besar kumbang tinja dapat digolongkan dalam empat kelompok fungsional (*guild*), yaitu, (i) kelompok telekoprid atau *dwellers* (penetap), dan kelompok *nester* (pembuat sarang) yang terdiri atas (ii) kelompok parakoprid atau *tunnelers* (pembuat terowongan), dan (iii) kelompok endokoprid atau *rollers* (pengguling

* Alamat korespondensi:

Kampus Bumi Tadulako, Tondo, Palu 94118, Indonesia
Tel. +62-451-429738. Fax.: +62-451-429738.
e-mail: shahabuddin_slh@yahoo.com

kotoran) serta (iv) kelompok kleptokoprid (Doubé, 1990; Westerwalbesloh *et al.*, 2004).

Kelompok *dweller*s yang banyak ditemukan di daerah *temperate*, memakan langsung kotoran yang ditemukannya dan umumnya meletakkan telur di kotoran tersebut tanpa membentuk sarang. Kelompok *tunnelers* yang didominasi oleh Scarabaeinae dan Geotrupinae, menggali terowongan di bawah kotoran yang ditemukannya, membawa kotoran ke tempat tersebut dan memanfaatkannya sebagai makanan dan tempat berbiak. Kelompok *rollers* memiliki kemampuan untuk membuat bola tinja sebagai suatu sumber daya yang dapat dipindahkan, dibawa ketempat lain sebelum ditanamkan ke dalam tanah. Kelompok kleptoparasit menggunakan kotoran yang telah dimonopoli oleh jenis telekoprid atau parakoprid (Hanski dan Cambefort, 1991; Westerwalbesloh *et al.*, 2004).

PERAN KUMBANG TINJA DALAM EKOSISTEM

Dengan perilaku makan dan reproduksi yang dilakukan di sekitar tinja, maka kumbang tinja sangat membantu menyebarkan dan menguraikan tinja sehingga tidak menumpuk di suatu tempat. Aktivitas ini secara umum berpengaruh terhadap struktur tanah dan siklus hara sehingga juga berpengaruh terhadap tumbuhan disekitarnya. Dengan membenamkan tinja, kumbang dapat memperbaiki kesuburan dan aerasi tanah, serta meningkatkan laju siklus nutrisi (Andresen, 2001). Dekomposisi tinja pada permukaan tanah, oleh kumbang tinja menyebabkan penurunan pH tanah setelah 9 minggu dan meningkatkan kadar nitrogen, yodium, fosfor, magnesium, dan kalsium sampai 42-56 hari setelah peletakan tinja (Omaliiko, 1984). Holter (1977) mencatat peningkatan 11,5% materi organik tanah di bawah tumpukan tinja setelah ditanamkan oleh kumbang tinja (*Aphodius rufipes*). Bornemissza dan Williams (1970) juga melaporkan bahwa pembenaman tinja baik oleh kumbang maupun dengan tangan, menyebabkan peningkatan penyerapan nitrogen, kalium, dan sulfur dibandingkan dengan tinja yang dibiarkan tetap di atas permukaan tanah. Kumbang tinja juga sangat berperan dalam mencegah pencemaran terhadap padang rumput. Tinja sapi yang dibiarkan dipermukaan tanah dapat mematikan atau memperlambat pertumbuhan tanaman rumput, serta menyebabkan tanaman di sekitarnya kurang disukai ternak sapi (Gittings *et al.*, 1994).

Di Australia kumbang tinja merupakan agen pengendali hayati yang sangat efektif dalam mengontrol populasi lalat yang banyak berkumpul di kotoran sapi. Dengan menghilangkan kotoran ternak secara cepat dari permukaan tanah maka kumbang tinja mengurangi peluang perkembangbiakan vektor berbagai jenis penyakit tersebut. Populasi lalat pada tumpukan kotoran sapi yang didatangi oleh *Onthophagus gazella* menurun 95% dibandingkan kotoran sapi tanpa serangga tersebut (Thomas, 2001).

Kumbang tinja juga merupakan agen pengendali hayati yang efektif untuk parasit pada saluran pencernaan hewan ternak. Hal ini karena umumnya telur-telur parasit tersebut terikut dalam kotoran sapi dan berkembang sampai menjadi stadium infeksi dalam kotoran dan berpindah ke rerumputan yang kemudian termakan oleh ternak. Dengan memakan telur parasit pada kotoran maka siklus hidup parasit tersebut terputus (Thomas, 2001).

Peran vital lainnya dari kumbang tinja dalam ekosistem adalah sebagai agen penyebar biji tumbuhan dengan jalan membenamkan biji yang terdapat pada kotoran hewan ke dalam tanah sehingga mendukung terjadinya

perkecambahan biji. Biji yang tidak ditanamkan oleh kumbang tinja sangat rawan terhadap predasi oleh tikus dan hewan pengerat lainnya (Andresen, 2001; 2002). Kumbang tinja berperan dalam menjaga penyebaran 'bank biji', sehingga turut menjaga kemampuan regenerasi hutan (Estrada *et al.*, 1999). Kumbang tinja juga dilaporkan membantu penyerbukan tumbuhan tertentu seperti *Orchidantha inouei* (Labiatae, Zingiberales). Tumbuhan ini mengeluarkan bau mirip kotoran hewan sehingga menarik kedatangan kumbang tinja (Sakai dan Inoue, 1999). Kumbang tinja juga memiliki kemampuan untuk mensintesis senyawa antimikroba, terbukti dari kemampuannya untuk tetap hidup dan berkembang biak pada kotoran hewan yang dipenuhi berbagai jenis mikroba (jamur dan bakteri) serta nematoda parasit (Vulinuc, 2000). Dengan demikian salah satu potensi kumbang tinja yang belum terungkap adalah sebagai sumber senyawa antimikroba.

Mengingat perannya yang sangat kompleks dan vital dalam ekosistem dan berpengaruh secara langsung terhadap kehidupan manusia, maka erosi keragaman jenis kumbang tinja akibat kegiatan manusia yang tidak mempertimbangkan kelestarian ekosistem akan menyebabkan kerugian yang luas.

DISTRIBUSI DAN RESPON TERHADAP KERUSAKAN HABITAT

Distribusi dan seleksi habitat kumbang tinja terjadi dalam dua skala ruang, yaitu: pada level mikrohabitat (kotoran dan lingkungan sekitarnya) dan level makrohabitat yang lebih luas, mencakup tipe tanah, tipe vegetasi, dan jenis mamalia (Hanski dan Cambefort, 1991). Pada tingkat makrohabitat distribusi kumbang tinja sangat dipengaruhi oleh tipe tanah dan tipe vegetasi (Hanski dan Cambefort, 1991). Perbedaan kondisi makrohabitat seperti perbedaan tipe vegetasi akan mempengaruhi kondisi mikrohabitat (kotoran hewan) dan faktor-faktor lain disekitarnya seperti ruang perkembangbiakan di dalam tanah. Faktor fisik lingkungan seperti temperatur, kelembaban dan persistensi kotoran juga dipengaruhi oleh makrohabitat. Penyebaran kumbang tinja juga cenderung seragam dan mengelompok tetapi tidak acak karena mengikuti perilaku sosial mamalia yang ada.

Tipe lanskap juga mempengaruhi struktur komunitas yang mengkolonisasi kotoran hewan. Pada lahan yang sempit, tekanan yang tinggi oleh mamalia herbivora menyebabkan penurunan potensi habitat dari kelompok kumbang tinja pembuat sarang (*dwelling*). Perumputan oleh herbivora mempengaruhi ketinggian dan kerapatan vegetasi serta kelembaban relatif mikrohabitat. Pada area yang dikelola dengan baik masih banyak tersedia ruang untuk herbivora sehingga tidak terjadi konsentrasi mamalia, tetapi pada lahan pertanian dimana lanskap mengalami fragmentasi ke dalam beberapa padang rumput, akan terjadi pengelompokan mamalia herbivora yang tidak hanya meningkatkan konsentrasi kotoran tetapi juga meningkatkan peluang rusaknya kotoran dan vegetasi yang ada (Jankielson *et al.*, 2001).

Lebih jauh Andresen (2003), melaporkan terjadinya penurunan secara signifikan jumlah spesies dan ukuran kumbang tinja seiring dengan penurunan luas fragmen hutan dan hal ini menyebabkan jumlah kotoran yang dipindahkan dan biji yang ditanamkan oleh kumbang tinja lebih rendah pada fragmen hutan dibandingkan dengan pada hutan yang masih utuh. Menurunnya kelimpahan

kumbang tinja pada habitat yang sudah rusak (hutan sekunder) dibandingkan dengan yang dikoleksi pada hutan primer juga dilaporkan oleh Shahabuddin *et al.* (2002) dan Boonrotpong *et al.* (2004).

Dampak aktifitas manusia terhadap biodiversitas telah dianalisis dengan menggunakan kelompok taksa indikator (McGeoch dan Chown, 1998). Diantara organisme tersebut kumbang tinja dan kumbang bangkai telah digunakan untuk menganalisis efek fragmentasi hutan hujan tropis terhadap komunitas serangga (Favila dan Halffter 1997; Davis *et al.*, 2001). Kumbang tinja tersebar luas pada berbagai ekosistem (*ubiquitous*), spesiesnya beragam, mudah dicuplik dan memiliki peran yang penting secara ekologis sehingga merupakan salah satu indikator yang baik terhadap kerusakan hutan tropis yang diakibatkan oleh aktifitas manusia (Nummelin dan Hanski 1989; Klein 1989; Davis dan Sutton, 1998; Lawton *et al.*, 1998; Davis *et al.*, 2001; McGeoch *et al.*, 2002).

Klein (1989) menunjukkan vitalnya peran kumbang tinja (Coleoptera: Scarabinae) terhadap dekomposisi kotoran hewan dengan membandingkan laju dekomposisi kotoran hewan pada habitat yang berbeda (hutan alami, hutan terfragmentasi dan padang rumput (bekas tebanan hutan) di Amazon tengah. Dari studi tersebut terungkap bahwa laju penguraian kotoran hewan menurun sekitar 60% dari hutan alami ke padang rumput. Meskipun kelimpahan kumbang tinja pada ketiga habitat tersebut tidak berbeda nyata, namun terjadi penurunan sekitar 80% jumlah jenis kumbang tinja pada padang rumput. Hal ini menegaskan bahwa setiap jenis kumbang tinja memegang peran fungsional yang melengkapi atau berbeda dengan peran jenis lain yang berarti semakin tinggi biodiversitas kumbang tinja (dan serangga) maka kestabilan ekosistem hutan semakin mantap. Hal ini sesuai dengan *rivet hypothesis* bahwa setiap jenis memegang peran yang signifikan dalam proses yang terjadi pada suatu ekosistem, pengurangan biodiversitas dalam jumlah sedikit saja sudah dapat menurunkan laju proses-proses tersebut (Speight *et al.*, 1999). Jankielsohn *et al.* (2001) melaporkan bahwa meskipun kelimpahan kumbang tinja tidak terpengaruh perubahan habitat alami menjadi lahan pertanian, tetapi biomassa kumbang tinja pada habitat alami secara signifikan lebih tinggi dibandingkan habitat yang telah rusak. Jenis kumbang tinja berukuran besar lebih sensitif terhadap perubahan habitat dibandingkan dengan yang berukuran lebih kecil.

POLA KEKAYAAN JENIS

Kekayaan jenis kumbang tinja dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan terutama oleh tipe vegetasi, tipe tanah, dan jenis kotoran (Doubé, 1991; Davis *et al.*, 2001); Faktor lainnya seperti titik lintang (Hanski dan Cambefort, 1991), ketinggian tempat (Lobo dan Halffter, 2000), ukuran kotoran hewan (Erroussi *et al.*, 2004), dan musim (Hanski dan Krikken 1991) turut menentukan keragaman spesies kumbang tinja. Lumaret dan Kirk (1991) melaporkan terjadinya perubahan kelimpahan relatif spesies kumbang tinja mengikuti tipe vegetasi yang ada di wilayah temperata, tetapi kelimpahan dari kelompok fungsional yang berbeda relatif tetap. Dilaporkan juga terjadinya penurunan keragaman spesies kumbang tinja mengikuti peningkatan penutupan tajuk tumbuhan (*vegetation cover*) dan hal ini mengindikasikan adanya pengaruh intensitas cahaya. Meskipun demikian hasil studi pada beberapa wilayah

Tropis tidak menunjukkan adanya perbedaan keragaman kumbang tinja pada tingkat penutupan tajuk yang berbeda.

Doubé (1983) menjelaskan bahwa bentuk kanopi tumbuhan dan tipe tanah sangat berpengaruh terhadap spesies dan keaktifan kumbang tinja. Di daerah yang bersemak, populasi serta spesies kumbang tinja jauh lebih banyak, jika dibandingkan dengan daerah padang rumput. Hal ini disebabkan di daerah bersemak lebih sesuai untuk aktifitas terbang. Sementara itu pada daerah yang bersemak yang bertanah liat lempung populasi dan spesies-spesies kumbang jauh lebih banyak dari pada yang dijumpai di tanah liat berpasir. Hal ini diakibatkan karena kemampuan tanah liat lempung untuk mengikat dan menahan air yang merupakan kebutuhan kumbang tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanah liat berpasir. Tipe tanah juga berpengaruh terhadap kelompok kumbang tinja yang ada. Pada tanah yang gembur lebih banyak ditemukan kelompok endokoprid dibandingkan kelompok dweller (Hanski dan Cambefort, 1991).

Seperti jenis organisme lainnya, kekayaan jenis kumbang tinja berkurang mengikuti penurunan latitude kecuali pada kelompok *dwellers*, kelimpahannya tetap mengikuti pola umum ini karena daya kompetisinya yang lebih rendah dibanding dengan kelompok *tunelers* dan *rollers*. Hal ini karena di wilayah tropik kotoran umumnya lebih cepat kering dibandingkan di temperet, sehingga *dwellers* lebih inferior di kawasan tropik. Secara umum di kawasan tropik kekayaan jenis dari kelompok fungsional yang berbeda dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti musim (*rollers* lebih banyak pada awal musim hujan), tipe tanah (*rollers* lebih banyak pada tanah yang gembur dan mudah digali), dan tipe kotoran (*rollers* banyak yang spesialis pada kotoran omnivora) (Hanski dan Cambefort, 1991).

Hasil studi Hanski dan Krikken (1991) menunjukkan adanya penurunan kelimpahan kumbang tinja, walaupun tidak terlalu nyata mengikuti peningkatan ketinggian tempat di Sulawesi Utara. Sampai pada ketinggian 800 m dpl ditemukan sekitar 18 spesies dan sampai pada ketinggian 1.150 m dpl tetap ditemukan lebih dari 10 spesies. Fenomena yang sama juga ditemukan di dataran rendah Sarawak. Tetapi di Gunung Mulu Sarawak terjadi penurunan jumlah spesies mulai pada ketinggian diatas 300 m, pada ketinggian 800 m hanya ditemukan 5-10 spesies dan pada ketinggian 1.150 m kurang dari 5 spesies yang ditemukan.

Kelimpahan dan kekayaan jenis kumbang tinja juga dipengaruhi keberadaan jenis mamalia, sebagai asal sumber daya tinja. Semakin besar ukuran mamalia yang dihasilkan, maka jenis kumbang yang ada cenderung semakin banyak juga dengan ukuran yang lebih besar pula. Kumbang tinja yang besar membutuhkan sumberdaya yang lebih besar untuk aktifitas makan dan reproduksi tetapi tidak berarti bahwa kumbang tinja yang lebih kecil akan terbatas keberadaannya pada kotoran hewan yang berukuran kecil (Erroussi *et al.*, 2004). Namun demikian terdapat pengecualian, di Sulawesi Utara yang memiliki herbivora besar seperti anoa, tidak ditemukan jenis kumbang berukuran besar seperti *Catarsius* dan *Synopsis*, meskipun terdapat banyak jenis dari marga *Copris* yang ukurannya lebih besar dari jenis kongenerik di pulau Kalimantan (Hanski dan Cambefort, 1991).

Selain ukuran mamalia, jenis makanan mamalia juga menentukan spesies kumbang tinja yang mungkin ada. Jenis makanan utama yang dikonsumsi oleh kumbang tinja adalah kotoran hewan mamalia herbivora dan omnivora. Spesies kumbang tinja yang terdapat pada kotoran

mamalia herbivora lebih banyak dibandingkan dengan yang ditemukan pada kotoran mamalia omnivora. Meskipun demikian beberapa jenis kumbang tinja dapat ditemukan pada kotoran mamalia herbivora dan omnivora (Hanski dan Camberfort, 2001).

Kotoran mamalia herbivora yang paling banyak dikunjungi oleh kumbang tinja adalah kotoran gajah dan kotoran sapi (Doube, 1991; Hanski dan Camberfort, 1991; Jankielsohn *et al.*, 2001; Erroussi *et al.*, 2004). Kotoran mamalia herbivora lainnya yang dapat menarik kedatangan kumbang tinja adalah kotoran kerbau (Westerwalbesloh *et al.*, 2004), kotoran monyet (Andresen, 2002, 2003) serta kotoran domba dan kambing (Erroussi *et al.*, 2004). Dengan menggunakan umpan kotoran sapi Jankielson *et al.*, 2001 berhasil mengoleksi 83 spesies dari 26 genus kumbang tinja pada berbagai tipe habitat (hutan alami dan hutan yang telah rusak) di Afrika Selatan. Dengan jenis umpan yang sama Shahabuddin *et al.* (2002) menemukan paling tidak ada 18 spesies kumbang tinja yang dikoleksi di dataran tinggi (1100 - 1200 m dpl) Taman Nasional Lore Lindu Sulawesi Tengah.

PENELITIAN KUMBANG TINJA DI INDONESIA

Studi tentang kumbang tinja di Indonesia dan Asia Tenggara masih sedikit. Salah satu yang agak detail dilakukan di Sulawesi Utara pada ekspedisi Wallacea tahun 1985 dan baru dipublikasikan oleh Hanski dan Niemela (1990). Selanjutnya Hanski dan Kriken (1991) menemukan 50 jenis kumbang tinja dan kumbang bangkai di Taman Nasional Dumoga-Bone, Sulawesi Utara. Dari 50 jenis kumbang tersebut 39 jenis termasuk dalam suku Scarabaeidae, 77% diantaranya dari marga *Onthophagus*. Sisanya termasuk dalam suku Aphodiidae (4 jenis), Geotrupidae (2 jenis), Hybosoridae (1 jenis), dan Silphidae (4 jenis). Moniaga (1991) juga melaporkan ada 5 jenis kumbang tinja dari marga *Onthophagus*, *Aphodius* dan *Hister* di salah satu kompleks peternakan di Minahasa, Sulawesi Utara.

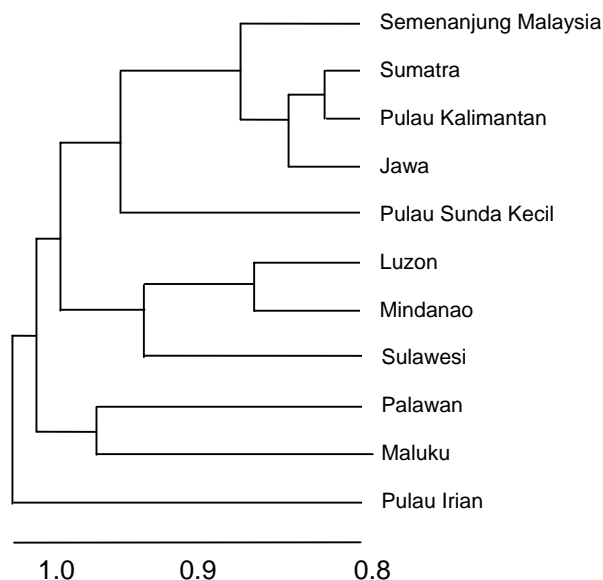
Dari Taman Nasional Gunung Halimun, Jawa Barat berhasil dikoleksi sekitar 50 jenis kumbang tinja dari subsuku Scarabinae/Coprinae (Noerdjito, 2003). Selanjutnya Shahabuddin *et al.*, (2002) melaporkan paling tidak terdapat 18 jenis kumbang tinja dari marga *Onthophagus*, *Copris*, dan *Gymnopleurus* yang dikoleksi di dataran tinggi (1100-1200 m dpl) Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah dengan umpan kotoran sapi. Keragaman jenis kumbang tinja tersebut dipengaruhi oleh tata guna lahan wilayah di sekitarnya. Terdapat indikasi bahwa sejumlah jenis kumbang tinja dari marga *Onthophagus* relatif toleran terhadap kerusakan habitat, sehingga berpotensi sebagai salah satu jenis indikator. Namun hal masih perlu dilengkapi dengan penelitian sejenis pada hutan hujan tropik di dataran rendah untuk mengetahui peran relatif berbagai jenis kumbang tinja dalam dekomposisi kotoran hewan.

BIOGEOGRAFI KUMBANG TINJA

Walaupun pengetahuan tentang biogeografi dan distribusi kumbang tinja di Asia agak memadai, namun data biologi dan ekologi populasi yang tersedia masih terbatas. Data yang tersedia merupakan hasil koleksi 10 tahun terakhir dan diketahui terdapat sekitar 450 jenis Scarabaeidae dan umumnya merupakan anggota *Onthophagus* (324

jenis). Banyak pulau-pulau kecil yang memiliki jenis endemik namun karena belum pernah diteliti maka masih banyak jenis yang belum dideskripsikan. Diperkirakan terdapat sekitar 1000-2000 jenis kumbang tinja di kepulauan Indo-Australia (Hanski dan Camberfort, 1991).

Kesamaan kumbang tinja di antara pulau relatif rendah. Hasil analisis dendrogram memperlihatkan terdapat tiga cluster utama, yaitu pulau Sunda besar, pulau Filipina dan Wallaceae (Sulawesi dan pulau-pulau Sunda kecil) (Gambar 1.). Proporsi jenis endemik terendah pada Semenanjung Malaysia (11%) dan tertinggi pada pulau Irian (New Guinea) (83%). Sulawesi memiliki endemisitas paling tinggi, dari sekitar 1000-2000 jenis kumbang tinja yang diperkirakan terdapat di kepulauan Indo-Australia, sekitar 75 jenis terdapat di Sulawesi dan 75% diantaranya endemik Sulawesi. Adanya ribuan pulau pada kepulauan Indo-Australia dengan variasi ukuran dan tingkat isolasi, sangat menarik dari tinjauan biogeografi. Pada kasus kumbang tinja hal ini semakin kompleks dengan adanya penurunan berbagai mamalia besar pada pulau-pulau dari barat ke timur yang mengakibatkan penurunan jumlah jenis kumbang tinja, misalnya di Jawa (18 marga), Bali (9), Lombok (5), Sumbawa(6), Flores (5), Timor (3), dan Wetar (3).



Gambar 1. Dendrogram kesamaan komunitas kumbang tinja Scarabaeidae di antara pulau-pulau utama pada kepulauan Indo-Australia (Hanski dan Kriken, 1991)

PERMASALAHAN STUDI KUMBANG TINJA DI INDONESIA

Berdasarkan hasil studi yang telah dikemukakan, tampak bahwa kumbang tinja ini banyak menarik minat para peneliti terutama dari aspek taksonomi dan ekologi. Meskipun demikian studi kumbang tinja oleh peneliti Indonesia masih belum banyak dilakukan, bahkan spesimen kumbang tinja yang ada di Museum Zoologi Bogor, LIPI juga belum sepenuhnya teridentifikasi dan diperkirakan masih memerlukan banyak waktu untuk mengidentifikasinya. Hal ini merupakan tantangan bagi para

peminat entomologi di Indonesia untuk melakukan studi yang tentunya harus dimulai dari aspek yang paling mendasar yaitu aspek taksonomi dan ekologi.

Permasalahan yang dihadapi peneliti Indonesia dalam studi taksonomi dan ekologi - yang merupakan dasar dalam studi biodiversitas - serangga adalah terbatasnya ilmuwan yang tertarik di bidang entomologi. Dari sekitar 1500 entomologis di Indonesia, hanya sekitar 2% yang merupakan taksonomis sedangkan sisanya bekerja di bidang pertanian dan sektor lain (Buchari, 2001). Permasalahan ini semakin kompleks jika dilihat dari terbatasnya kunci identifikasi serangga yang sesuai, tersedia, dan dapat digunakan.

Untuk serangga Indonesia umumnya digunakan kunci identifikasi serangga atau fauna yang berasal dari 'wilayah Australis' yang belum tentu cocok digunakan di Indonesia. Kunci yang lebih cocok namun masih bersifat umum adalah kunci identifikasi fauna untuk 'wilayah Asiatis (oriental)'. Namun untuk fauna Sulawesi dan kawasan Wallacea pada umumnya yang terletak diantara 'wilayah Australis dan Asiatis (oriental)' diperlukan kunci identifikasi yang lebih sesuai mengingat banyaknya jenis endemik. Untuk identifikasi kumbang tinja di Sulawesi dan Indonesia pada umumnya misalnya kunci yang cukup sesuai adalah yang dikompilasi oleh Balthasar (1963a,b,c), yang memuat kunci Scarabaeidae dan Aphodiidae untuk 'wilayah oriental dan palaertik', namun kunci identifikasi dalam bahasa Jerman ini belum diterjemahkan dalam bahasa Indonesia. Karenanya, kunci identifikasi yang dapat digunakan hanyalah yang dekat dengan wilayah Indonesia seperti Matthews (1972; 1974) untuk kumbang tinja Australia, serta Ochi dan Kon (1995 a,b; 1996), dan Ochi *et al.* (1996) untuk kumbang tinja di pulau Kalimantan (Borneo).

PEMECAHAN MASALAH

Studi biodiversitas kumbang tinja dan serangga pada umumnya di Indonesia tetap harus berjalan, meskipun terdapat banyak permasalahan. Penelitian biodiversitas tidak harus tersendat hanya karena terbatasnya jumlah taksonomis. Studi biodiversitas dapat dilakukan dengan melibatkan orang-orang yang telah mengikuti pelatihan biodiversitas atau teknisi biodiversitas (Cranston dan Hillman, 1992). Karenanya untuk mengakselerasi penelitian biodiversitas serangga di Indonesia, selain diperlukan upaya untuk memperbanyak ketersediaan kunci identifikasi serangga yang sesuai untuk wilayah Indonesia, juga perlu dilakukan pelatihan-pelatihan biodiversitas serangga sehingga dihasilkan teknisi biodiversitas atau parataksonomis yang dapat bersinergi dengan taksonomis atau entomologis Indonesia yang jumlahnya masih terbatas. Untuk hal yang terakhir ini Pusat Penelitian Biologi (Puslitbio)-LIPI bekerjasama dengan lembaga dalam dan luar negeri telah melakukan pelatihan bagi para taksonomis dan pada Januari, 2005 dilakukan *IBOY/DIWPA 8th International Field Biology Course* dengan penekanan pada taksonomi dan ekologi Coleoptera.

Hal penting berikutnya yang perlu dilakukan adalah mengupayakan agar studi yang dilakukan oleh parataksonomis dan peneliti biodiversitas serangga tetap memenuhi kaidah ilmiah, yaitu falsifiabilitas dan reproduksibilitas (Schuh, 2000; Krell, 2004). Untuk memenuhi persyaratan ilmiah tersebut dan sekaligus terhindar dari aktifitas yang bersifat *pre-scientific*, perlu diperhatikan beberapa hal berikut (Krell, 2004):

- Dihindari penggunaan kata jenis (spesies) jika penyortiran dan identifikasi yang dilakukan hanya pada berdasarkan karakter morfologi semata. Istilah jenis digunakan hanya untuk spesimen yang telah disortir dengan standar taksonomi yang tinggi, dengan mempertimbangkan karakter morfologi, distribusi, ekologi, bio-molekular, dan lain-lain.
- Disebutkan dengan jelas kualitas penyortiran setiap kelompok taksa. Perlu disebutkan nama spesialis yang telah mengecek spesimen tersebut. Jika identifikasi dilakukan sendiri perlu disebutkan literatur yang digunakan untuk identifikasi dan kesesuaiannya dengan wilayah penelitian, sehingga jelas dasar identifikasi karena tidak semua kunci identifikasi dapat digunakan.
- Dialokasikan waktu yang lebih banyak untuk penyortiran atau identifikasi, sekurang-kurangnya 2/3 dari total waktu yang disediakan untuk proyek biodiversitas.
- Contoh spesimen perlu dikirim ke institusi terkait misalnya Museum Zoologicum Bogoriense, dan disebutkan nama institusi tempat penyimpanan material spesimen, karena beberapa kelompok taksa hanya dapat diidentifikasi jika telah disorting dengan hati-hati, seperti Coleoptera. Hal ini untuk memenuhi persyaratan '*inter-subjective testability*'. Penyimpanan spesimen ini penting, karena setelah studi berakhir masih dapat dilakukan pengecekan kembali terhadap spesimen tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Andresen, E. 2001. Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Mycropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 17: 61-78.
- Andresen, E. 2002. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. *Ecological Entomology* 27: 257-270.
- Andresen, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26(1): 87-97.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 1993. *Biodiversity Action Plan for Indonesia*, Jakarta: BAPPENAS.
- Balthasar, V. 1963a. Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der palaearktischen und orientalischen Region. *Verlag der Tschechoslawakischen Akademie der Wissenschaften. Czechoslovakia* Prag 1: 1-391
- Balthasar, V. 1963b. Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der palaearktischen und orientalischen Region. *Verlag der Tschechoslawakischen Akademie der Wissenschaften. Czechoslovakia* Prag 2: 1-628
- Balthasar, V. 1963c. Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der palaearktischen und orientalischen Region. *Verlag der Tschechoslawakischen Akademie der Wissenschaften. Czechoslovakia. Prag* 3: 1-652.
- Boonrotpong, S., S. Sothibandhu, and C. Pholpunthin. 2004. Species composition of dung beetles in the primary and secondary forests at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary. *Science Asia* 30: 59-65
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, and N.F. Johnson. 1989. *An Introduction to the Study of Insects*. 7th edition. New York: Saunders College Publishing.
- Bornemissza, G.F. and C.H. Williams. 1970. An effect of dung beetle activity on plant yield. *Paedobiologia* 10: 1-7.
- Buchori, D. 2001. Challenges for insects conservation in the tropics: A case study on Indonesia. *Antenna, Bulletin of the Royal Entomological Society* 25 (1): 35-40.
- Cambefort I. 1991. From saprophagy to coprophagy. In: Hanski I, Cambefort Y, editor. *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, pp. 23 - 35.
- Cranston, P. and T. Hillman. 1992. Rapid assessment of biodiversity using 'biological diversity technicians'. *Australian Biologist* 5: 144-154.
- Davis, A.J. and S.L. Sutton. 1998. The effects of rainforest canopy loss on arboreal dung beetles in Borneo: implications for the measurement of biodiversity in derived tropical ecosystems. *Diversity Distribution* 4: 167-173.

- Davis, A.J., J.D. Holloway, H. Huijbregts, J. Krikken, A.H. Kirk-Spriggs, and S. Sutton. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of Northern Borneo. *Journal of Applied Ecology* 38: 593-616.
- Doube B.M. 1983. Habitat preference of some bovine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in Hluhluwe Game Reserve, South Africa. *Bulletin Entomological Research* 73 (3): 357-371.
- Doube, B.M. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecological Entomology* 15: 371-383.
- Doube B.M. 1991. Dung beetles of Southern Afrika. In: Hanski, I. and Y. Cambefort (eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton: Princeton University Press.
- Errouissi, F., S. Haloti, P.J. Robert, A.J. Idrissi, and J.P. Lumaret. 2004. Effect of the attractiveness for dung beetles of dung pat origin and size along climatic gradient. *Environmental Entomology* 33 (1): 45-53.
- Estrada, A., A. Anzures, and R. Coates-Estrada. 1999. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*), and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology* 48: 253-262.
- Favila M.E. dan Halffter G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoologica Mexicana* 72: 1-25.
- Gittings, T., P.S. Giller, and G. Stakelum. 1994. Dung decomposition in contrasting temperate pastures in relation to dung beetle and earthworm activity. *Pedobiologia* 38: 455-474.
- Hanski, I. and J. Niemela. 1990. Elevational distributions of dung and carrion beetles in northern Sulawesi. In: Knight, W.J. and J.D. Holloway (eds.). *Insects and the Rain Forests of South East Asia (Wallacea)*. London: The Royal Entomological Society.
- Hanski, I. and J. Krikken. 1991. Dung beetles in tropical forests in South-East Asia. In: Hanski, I. and Y. Cambefort (eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton: Princeton University Press.
- Hanski, I. and Y. Cambefort (eds.). 1991 *Dung Beetle Ecology*. Princeton: Princeton University Press.
- Holter, P. 1977. An experiment on dung removal by *Aphodius* larvae (Scarabaeidae) and earthworms. *Oikos* 28: 130-136.
- Jankielsohn, A., C.H. Scholtz, and S.V.D.M. Louw. 2001. Effect of habitat transformation on dung beetle assemblages: A comparison between a south african nature reserve and neighboring farms. *Ecological Entomology* 30 (3): 474-483.
- Krell, F.K. 2004. Parataxonomy vs. taxonomy in biodiversity studies-pitfalls and applicability of 'morphospecies' sorting. *Biodiversity and Conservation* 13: 795-812.
- Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725.
- Lawton, J.H., D.E. Bignell, B. Bolton, G.F. Bloemers, P. Eggleton, P.H. Hammond, M.E. Hodda, R.D. Holt, T.B. Larsen, N.A. Mawdsley, N.E. Stork, D. Srivastava, and A.D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-76.
- Lobo, J.M., and G. Halffter. 2000. Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea): a comparative study. *Annals of the Entomological Society of America* 93(1): 115-126.
- Lumaret J.P. dan A.A. Kirk. 1991. South temperate dung beetles. In: Hanski, I. and Y. Cambefort (eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton: Princeton University Press.
- Matthews, E.G. 1972. A revision of the scarabaeine dung beetles of Australia. I. Tribe Onthophagini. *Australian Journal of Zoology, Supplementary Series* 9: 1-330.
- Matthews, E.G. 1974. A revision of the scarabaeine dung beetles of Australia. II. Tribe Scarabeini. *Australian Journal of Zoology, Supplementary Series* 24: 1-211.
- McGeoch M.A. and Chown S.L. 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 46-47.
- McGeoch, M., B.J. van Rensburg, and A. Botes. 2002 The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 39: 661-672.
- Noerdjito, W.A. 2003. Keragaman kumbang (Coleoptera). Dalam: Amir, M. dan S. Kahono. (ed.). *Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Bagian Barat*. Bogor: JICA Biodiversity Conservation Project.
- Nummelin, M. and I. Hanski. 1989. Dung beetles of the Kibale Forest, Uganda: a comparison between virgin and managed forests. *Journal of Tropical Ecology* 5:349-352.
- Ochi, T., and M. Kon. 1995a. Dung beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea) Collected from Sabah, Borneo (I). *Elytra* 22 (2): 281-298.
- Ochi, T., and M. Kon 1995b. Dung beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea) Collected from Sabah, Borneo (II). *Elytra* 23 (1): 43-60.
- Ochi, T., and M. Kon 1996c. Studies on the Coprophagous Scarab Beetles from East Asia. IV-V (Coleoptera, Scarabaeidae). *Giornale Italiano di Entomologia* 8: 17-35.
- Ochi, T., M. Kon, and T. Kikuta. 1996. Studies on the suku Scarabaeidae (Coleoptera) from Borneo. I. Identification keys to subspecies, tribes, and genera. *Giornale Italiano di Entomologia* 8(42): 37-54.
- Omaliiko, C.P.E. 1984. Dung decomposition and its effects on the soil component of a tropical grassland ecosystem. *Tropical Ecology* 25: 214-220.
- Primack, R.B., J. Supriatna, M. Indrawan, dan P. Kramadibrata, 1998. *Biologi Konservasi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Sakai, S dan T Inoue. 1999. A new pollination system: dung-beetle pollination discovered in *Orchidantha inouei* (Labiataceae, Zingiberales) in Sarawak, Malaysia. *American Journal of Botany* 86: 56-61.
- Schuh, R.T. 2000. *Biological Systematics, Principles and Applications*. Ithaca NY: Cornell University Press.
- Shahabuddin, C.H., Schulze, T. Tschamtkke. 2002. Effects of land use on diversity and structure of dung beetle communities at the rain forest margin in Central Sulawesi. *International Symposium on Land Use, Nature Conservation, and the Stability of Rainforest Margins in Southeast Asia*, Bogor, Indonesia, 30 September-3 October 2002.
- Speight, M.R., M.D. Hunter, and A.D. Watt. 1999. *Ecology of Insects: Concepts and Applications*. London: Blackwell Science.
- Thomas, M.L. 2001. *Dung Beetle Benefits in the Pasture Ecosystem*. NCAT Agriculture Intern. www.attra.org/attra-pub/PDF/dungbeetle.pdf.
- Vulinuc, K. 2000. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia. *Florida Entomologist* 83 (3): 229-241.
- Watt, A.D., N.E. Stork., P. Eggleton, D. Srivastata, B. Bolton, T.B. Larsen, M.J.D. Brendel, and D.E. Bignell. 1997. Impact of forest loss and regeneration on insect abundance and diversity In: Watt A.D., N.E. Stork, and M.D. Hunter (eds.). *Forests and Insects*. London: Chapman and Hall.
- Westerwalbesloh, S.K., F.K. Krell, and K.E. Linsenmair, 2004. Diel separation of Afrotropical dung beetle guilds-avoiding competition and neglecting resource (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Journal of Natural History* (article in press).