Komunitas Keong di Goa Karst Maros dan Pangkep Sulawesi Selatan (Mollusc Communities at Maros and Pangkep Karst Caves, South Sulawesi)

Heryanto

Lab. Moluska , Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Gedung Widiasatwaloka, Jl. Raya Jakarta Bogor Km. 46
Cibinong Science Center, Cibinong 16911-Indonesia
Email: heryantomzb@yahoo.com

Memasukkan: April 2019, **Diterima:** Oktober 2020

ABSTRACT

This paper examines snail life in four environmental categories consisting of 14 karst caves in Maros - Pangkajene. With the method of "purposive sampling", it was collected 68 species of land snails from 16 families. Data analysis using the Shannon-Wiener index and cluster analysis. The results analysis was indicated that four groups of caves that are identical to the four categories of environmental caves. This study indicates that the diversity of snails and the number of species follow the condition of habitat vegetation: the denser the vegetation in a habitat, the higher the diversity index and the number of species of snails in that place.

Keywords: cave, index, fauna, analysis, diversity

ABSTRAK

Makalah ini meneliti kehidupan keong di empat kategori lingkungan yang terdiri dari 14 goa karst di Maros – Pangkajene. Dengan metode “purposive sampling” di terkumpul 68 jenis keong darat dari 16 suku. Analisis data menggunakan indeks Shannon-Wiener dan kuluster analisis. Hasil analisis terindikasi ada empat kelompok goa yang identik dengan empat kategori lingkungan goa. Penelitian ini mengindikasikan bahwa keanekaragaman keong dan jumlah spesimen mengikuti kondisi vegetasi habitat: semakin lebat vegetasi di suatu habitat maka semakin tinggi indeks keragaman jumlah jenis keong di tempat tersebut.

Kata Kunci : goa, indeks, fauna, analisis, keanekaragaman

PENDAHULUAN

Karst yang umum disebut batu kapur adalah bentang alam yang terbuat dari batuan yang dapat larut dalam air dan di dalamnya mempunyai goa-goa dan sistem air bawah tanah yang luas. Bentangan karst di Kabupaten Maros dan Kabupaten Pangkajene yang menempati wilayah seluas 20.000 m² merupakan kawasan karst nomer dua terbesar dan terindah di dunia (Ahmad & Hamzah 2016). Bukit-bukit karst di kawasan itu yang tinggi menjulang membentuk menara, merupakan pameran keindahan alam yang membuat kagum Alfred Russel Wallace dalam perjalanannya (1856-1857), karena tidak dijumpai hal yang sama di wilayah lain di Nusantara. Di segi keindahannya, lingkungan karst di Sulawesi Selatan itu hanya bisa disaingi oleh karst di China Selatan. Serangkaian proses geologis di Sulawesi Selatan telah membentuk wilayah karst Maros-Pangkajene menjadi dataran karst yang berawa-rawa di sekelilingnya. Lingkungan karst ini mempunyai dimensi tebal

800 m dengan lebar setidaknya 80km (Husein *et al.* 2008). Wilayah karst ini terbentuk sekitar pada zaman Eosen Akhir sampai Miosen Tengah (40 Juta hingga 15 juta tahun yang lalu) (Taslim 2017).

Selain potensi pariwisata karena keindahannya, kawasan karst seperti Maros-Pangkajene juga mempunyai potensi lain seperti sumber kapur dan marmer, berperan dalam tata-kelola air, sumber inspirasi budaya, berperan dalam pertanian di sekitarnya, potensi kehutanan baik kayu dan bukan kayu, serta potensi sumberdaya hayati lainnya. Hasil inventarisasi LIPI pada tahun 2012, secara detil mengemukakan 170 jenis binatang di kawasan goa karst di Maros (Achmadi *et al.* 2012; Hadiaty 2012; Heryanto 2012a,b; Lupiyaningdyah 2012, Marwoto & Isnaningasih 2012; Nugroho 2012; Rahmadi 2012; Suhardjono 2012; Suyanto & Wiantoro 2012; & Wowor & Rahmadi 2012). Berdasarkan laporan tahun 2016, di kawasan karst Maros-Pangkep dinyatakan telah dihuni oleh 709 jenis flora dan 1449 jenis fauna (Ahmad & Hamzah 2016).

Walaupun begitu, mengingat kawasan karst Maros-Pangkep amat luas yang belum semuanya terungkap, maka kemungkinan untuk menemukan jenis baru serta potensi lainnya amatlah besar. Potensi bagi pendidikan geografi, biologi, speleologi, arkeologi (Atika 2018, Ikhsan 2016) juga masih amat besar.

Besarnya sumberdaya yang ada di karst Maros-Pangkep berpotensi menimbulkan benturan-benturan berbagai kepentingan misalnya antara usaha konservasi flora-fauna dengan penambangan batu kapur dan marmer. Penambangan memberikan penghasilan bagi orang-orang yang berusaha di dalamnya, namun penambangan akan menyebabkan kehancuran karst, merusak tata-kelola air, menurunkan potensi kehutanan, selain polusi udara dan suara. Selain itu karst adalah kawasan yang rentan terhadap perubahan yang tidak bisa pulih kembali. Sekali lingkungan karst berubah atau rusak, biota yang hidup di dalamnya akan berkurang, hilang atau berganti; padahal Vermeullen & Whitten (1999) memperkirakan bahwa kawasan karst mampu mendukung jenis 2-5 kali lebih banyak jenis daripada kawasan non-kapur. Pengelolaan wilayah karst Maros-Pangkep sekarang ini masih belum terintegrasi antara kepentingan ekonomi dan kepentingan perlindungan (Duli *et al.* 2019) sehingga dapat membahayakan kepentingan perlindungan.

Salah satu yang akan terkena dampak kerusakan atau perubahan karst adalah keong. Banyak jenis keong yang hidup di lingkungan karst (Heryanto 2008; 2012; Marwoto 2007; 2008; Marwoto & Isnaningsih 2012; Nurinsiyah 2015 & Nurinsiyah *et al.* 2016) karena kapur diperlukan keong untuk pembentukan cangkangnya. Oleh karena itu, keberadaan batu kapur berbanding lurus dengan kepadatan keong darat (Burch 1955; Hotopp 2002). Kerusakan lingkungan akan amat berpengaruh terhadap keong yang berukuran kecil dan mikro (panjang <1 cm ;Heryanto 2011) karena lebih banyak keong yang berukuran kecil dan mikro daripada keong yang berukuran besar. Tulisan ini membahas keanekaragaman keong darat di kompleks karst Maros – Pangkajene terkait dengan kondisi vegetasi yang tumbuh di atasnya berdasarkan kriteria dari Anonymous (2008).

BAHAN DAN CARAKERJA

Penelitian dilaksanakan selama 20 hari dari 27 April 2017 - 16 Mei 2017, di 14 lokasi pengambilan sampel di sekitar goa karst di Kabupaten Maros dan Kabupaten Pangkajene (lihat Peta 1). Dari semua goa yang didatangi, Goa Radio, Goa Pakue 1 dan Pakue 2, dan Goa Mattampa tidak dikunjungi untuk pengambilan sampel moluska karena akses yang sulit. Sedangkan pengambilan sampel di Goa Lancina diperluas sampai ke ceruk di sekitarnya.

Dilihat dari keadaan lingkungan di sekitar goa-goa tersebut berupa keberadaan vegetasi dan penggunaan lingkungan (Anonymous 2008), terdapat empat kategori goa yang telah terdeteksi. Keempat kategori tersebut adalah:

A. Kategori lingkungan goa yang Bervegetasi lebat

Lingkungan goa yang seperti ini umumnya masih bervegetasi besar dengan daun-daun lebat dengan sehingga suhu di tempat tersebut relatif dingin serta serasah di bagian lantai tebal. Goa-goa yang mempunyai lingkungan yang seperti itu adalah Goa Laki dan Sinyara - Kalang. Goa Laki berada di ketinggian dengan dinding karst

Gambar 1. Peta daerah Pangkajene dan Maros dengan titik merah sebagai posisi goa Lancina, 2. Laki/ceruk, 3. Barombong, 4. Pising-Pising, 5. Taulamuru, 6. Kelelawar, 7. Kunang-Kunang, 8. Bendungan, 9. Sinyara-Kallang, 10. Saripah 1, 11. Saripah 2, 12. Babalian, 13. Langoro, 14. Balatoa. Inset adalah lokasi Pangkajene dan Maros di Provinsi Sulawesi Selatan.

yang curam sehingga sukar orang untuk mencapainya, dan oleh karenanya tidak banyak dikunjungi. Goa Sinyara dan Goa Kalang adalah dua goa yang berdekatan. Goa Sinyara adalah goa sungai yang dari dalamnya keluar sungai kecil. Kedua lingkungan goa dijadikan kandang sapi dan cukup jauh dari pemukiman penduduk.

B. Kategori lingkungan goa yang bervegetasi cukup lebat

Lingkungan goa yang termasuk dalam kategori ini adalah lingkungan Goa Saripah 1 dan 2, serta Goa Taulamuru. Goa tersebut lingkungannya hampir sama dengan lingkungan di sekitar goa-goa yang masuk dalam kategori A yaitu dengan kondisi yang lebih rendah, di sekitarnya masih bervegetasi dengan pohon berukuran besar dan dengan daun-daun lebat, dengan suhu di tempat tersebut relatif dingin serta serasah yang tebal. Goa Saripah 1 yang bertetangga dengan Goa Saripah 2 cukup banyak dikunjungi orang karena menjadi tempat wisata, bahkan menjadi tempat berkemah di depannya. Goa Saripah 1 telah menjadi objek dilindungi UU no 11 tahun 2010 oleh karena itu Goa ini telah dipagari dengan pagar besi oleh Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kab. Maros. Terdapat pohon-pohon besar di sekeliling kedua goa ini. Di depan Goa Saripah 2 terdapat semak-semak pendek yang tumbuh di atas batu besar. Goa Taulamuru berada satu dataran yang rata dengan pemukiman, tetapi lingkungannya dijadikan kandang sapi sehingga tidak banyak dikunjungi orang.

C. Kategori lingkungan goa yang bervegetasi kurang lebat.

Kelompok ketiga dari goa ini terdiri dari Goa Lancina dan Balatoa. Ke dua goa ini terletak relatif berjauhan, Goa Balatoa berada di di kaki Gunung Bulusaraung di tempat yang berudara sejuk karena terletak pada ketinggian 950 m dpl, sedangkan Goa Lancina berada di dataran rendah dekat pantai dengan suhu yang relatif panas. Goa Balatoa adalah goa vertikal yang mulutnya berada di tengah kebun bambu sedangkan Goa Lancina adalah goa horizontal yang terletak di tengah-tengah sawah.

Karena berada di bawah jurang yang curam

Goa Balatoa hampir tidak pernah dikunjungi orang sehingga lingkungan di sekitarnya relatif terjaga. Berbeda dengan Goa Lancina yang berada di dekat pemukiman dan akses yang gampang, terlihat bahwa goa ini telah banyak dikunjungi karena banyak sampah yang berserakan. Bekas-bekas vandalisme masih terlihat nyata di Goa Lancina, sisa makanan dan bekas perapian dapat di goa ini.

D. Kategori lingkungan goa yang kurang bervegetasi

Goa-goa yang berada di dalam kelompok ini adalah goa-goa yang sudah mendapatkan perlakuan oleh tangan manusia atau telah berubah wujud tidak sesuai alami. Goa-goa yang termasuk dalam kelompok ini adalah Goa Barombong, Goa Pising-pising, Goa Langoro, Goa Babalian, Goa Bendung, Goa Kunang-kunang, serta Goa Kelelawar.

Goa Barombong pernah menjadi tambang marmer; bongkahan-bongkahan marmer tergeletak berserakan. Pemotongan marmer menyisakan permukaan marmer yang amat rata dan licin sehingga tidak ada vegetasi tumbuh di permukaan licin seperti itu. Sekitar goa yang berupa padang rumput penggembalaan hanya di tumbuh vegetasi semak *Lantana*.

Goa Kunang-kunang dan Goa Bendungan lokasinya berdekatan, sehingga lingkungannya hampir sama. Keduanya banyak didatangi orang karena telah menjadi tempat rekreasi selain menjadi tempat pemukiman dan kebun. Goa Babalian berada di bukit karst kecil di belakang instalasi perkantoran pemerintah. Pohon-pohon besar dan tinggi banyak berada di sekitar Goa Babalian. Lingkungan goa ini juga cukup terpelihara karena berada di dan mempunyai pagar yang cukup kokoh. Goa Pising-Pising berada di puncak sebuah bukit karst kecil. Vegetasi tinggi di sekeliling goa cukup lebat walaupun lapisan serasah di atas permukaan karst amat tipis disamping tingginya suhu di tempat tersebut. Goa Langoro adalah goa vulkanik yang lingkungannya mirip dengan lingkungan Goa Laki dengan serasah tebal di lantai hutan serta bersuhu rendah. Goa Kelelawar adalah goa horizontal yang terletak pada dinding karst dengan ketinggian 20 m dari ketinggian dataran rendah sekitarnya.

Sampling dilaksanakan dengan metode “purposive sampling” yaitu dengan cara menelusuri tempat-tempat hidup keong darat di dalam wilayah penelitian karst, seperti ceruk, celah, lubang di dinding karst, bagian-bagian pohon dan semak, serasah serta batang pohon busuk yang tergeletak. Untuk mendapatkan keong yang berukuran mikro (panjang cangkang <10 mm) maka diletakkan bingkai yang berukuran 33,33x33,33 cm² sebagai plot pengambilan contoh. Semua serasah yang berada di dalam bingkai tersebut dikeluarkan satu persatu sambil diamati bagian atas dan bawahnya. Semua keong yang ditemukan kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik. Keong yang masih hidup difoto untuk dokumentasi foto keong hidup. Ketika banyak contoh-contoh keong dalam plot berukuran kecil, untuk menghemat waktu, serasah di dalam bingkai dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label untuk dipilah dan diidentifikasi di Laboratorium Malakologi, Museum Zoologi Bogor di Cibinong, Bogor.

Di laboratorium, sampel yang berukuran kecil dan mikro diekstrak (dipisahkan) dari

serasah secara manual. Kemudian semua sampel, baik besar maupun kecil, dicuci dari semua lumpur dan kotoran lain yang menempel. Beberapa sampel berukuran mikro yang amat kotor dimasukkan ke dalam “*ultrasonic cleaner*” merek Sibata selama 3 jam. Sampel-sampel yang telah bersih dikering-anginkan pada suhu kamar dan kemudian dimasukkan ke dalam wadahnya yang baru. Contoh-contoh keong besar dan masih utuh dengan tubuhnya kemudian dirileksasi dalam air tawar selama 12 jam. Selanjutnya keong diawetkan dalam alkohol 70%. Label baru dibuatkan untuk disertakan dengan label yang lama. Penyortiran dilakukan pada tahap selanjutnya agar memudahkan dalam proses identifikasi. Penyortiran untuk contoh keong kecil dan mikro dilaksanakan dengan bantuan kaca pembesar dan mikroskop.

Contoh-contoh keong kemudian diidentifikasi sampai tingkat jenis dan dihitung jumlahnya. Semua contoh awetan disimpan di Laboratorium Malakologi, Museum Zoologi Bogor di Cibinong, Bogor.

Data laboratorium dianalisis menggunakan metode grafik dan perhitungan manual dengan pertolongan program Excel 2010 dari Microsoft

Gambar 2. Keadaan di sekitar goa sebagai contoh setiap kriteria . A. Goa Laki, B. Goa Saripah 2. C. Goa Lancina. D. Goa Barombong

Office. Untuk melakukan perbandingan antar lokasi (goa) digunakan perhitungan indeks Shannon-Wiener. Setelah data ditransformasikan dengan arcsinus + 0,5, dilanjutkan dengan analisis cluster (neighbour-joining) dari PAST 3.14 (Hammer *et al.* 2001) yang hasilnya dituangkan dalam bentuk grafik.

HASIL

Penelitian di goa-goa karst wilayah Maros dan Pangkep memperoleh 68 jenis keong dari 16 suku (Tabel 1). *Chamalycaeus kukhenthali* menempati urutan teratas untuk jumlah spesimen sebanyak 18,7 % dari jumlah seluruh spesimen (109 ekor) kemudian disusul oleh *A. suteri* sebanyak 13,8 % (80 ekor). Frekuensi kehadiran tertinggi dicapai oleh dua jenis yaitu *A. kemensis* dan *N. porcellanica* sebanyak 9 dari 14 lokasi. Posisi kedua ditempati oleh *N. semilactea* yang ditemukan di lima lokasi goa.

Dari 68 jenis keong yang ditemukan di sekitar goa, sebagian besar berasal dari famili Cyclophoridae yang umumnya berukuran kecil (Heryanto 2011). Keong-keong ini berjumlah 30,8 % dari jumlah seluruh jenis keong. Dari segi jumlah individu, famili Cyclophoridae berjumlah 21,4 % dari seluruh individu, sedikit lebih rendah dari famili Ariophantidae yang berjumlah 21,7 %.

Berdasarkan catatan, *L. fulica* berada di semua lokasi goa yang dikunjungi, walaupun tidak semua lokasi mempunyai sampel jenis ini, karena penelitian ini memprioritaskan jenis asli Indonesia untuk diambil sampelnya.

Indeks Shannon-Wiener untuk keong di berbagai goa karst di Kabupaten Maros dan Pangkajene berkisar antara 1,28 sampai dengan 2,87 yang berada di lingkungan Goa Langoro sampai dengan Goa Laki (Gambar 2).

Menggunakan analisis pengelompokan, telah teridentifikasi empat kelompok pada tingkat kesamaan goa pada tingkat indeks similaritas 0,02. Kelompok 1 terdiri dari Goa Laki dan Sinyara - Kalang, kelompok 2 terdiri dari Goa Saripah 1 dan 2 serta Goa Taulamuru, serta kelompok 3 yang terdiri dari Goa Lancina dan Balatoa. Kelompok 4 terdiri dari banyak goa yaitu Goa Pising-pising, Langoro, Kunang-kunang, Bendungan, Kelelawar, Barongbong,

serta Goa Babalian.

Keanekaragaman keong dan jumlah spesimen mengikuti kondisi vegetasi, karena kelompok goa tersebut mengikuti kategori

Tabel 1. Jenis-jenis keong yang diketemukan dalam lingkungan karst di Kabupaten Maros dan Pangkajene beserta jumlahnya dan frekuensi lokasi (biru= jumlah keong dan merah=frekuensi)

lingkungan goa. Kelompok goa tertinggi identik dengan kategori lingkungan goa yang bervegetasi lebat dan seterusnya.

PEMBAHASAN

Keong *C. kukhenthali* (109 ekor) menempati urutan teratas untuk jumlah spesimen dan disusul oleh *A. suteri* (80 ekor). Keduanya menyukai lingkungan yang bersuhu relatif dingin seperti di lereng G. Bulusaraung di dekat Goa Balatoa (*C. kukhenthali*: 92 ekor dan *A. suteri*: 80 ekor) walaupun keong yang pertama ditemukan juga di Goa Saripah 1, Goa Saripah 2, Goa Taulamuru. Kedua jenis ini ditemukan berada di tempat yang sama yaitu di pasir tanah kering yang terkumpul dalam ceruk batu dengan di lingkungan yang ditumbuhi pohon besar dan semak. Diperkirakan keong-keong tersebut hidup di bagian atas batu besar tersebut dan ketika mati cangkangnya berjatuh di atas batu dan terkumpul di ceruknya. Sampai sekarang

Gambar 3. Indeks Shannon-Wiener untuk keong di berbagai goa karst di Kabupaten Maros dan Pangkajene.

Gambar 4. Diagram pohon kemiripan antar goa

belum diketemukan dimana keong-keong itu hidup dan lalu berjatuh di atas batu besar tersebut ketika mati. Keong dapat berkembangbiak ketika mendapatkan lingkungan cocok seperti suhu yang rendah, kelembaban yang tinggi, dan makanan banyak (Heryanto 2012).

Dari 69 jenis keong yang ditemukan di sekitar goa, sebagian besar berasal dari famili Cyclophoridae yang umumnya berukuran kecil (Heryanto 2011). Berdasarkan Sarasin & Sarasin (1899), sebagian besar keong darat di daratan Sulawesi adalah dari famili ini. Selain itu, hampir semua dari keong-keong dari famili Cyclophoridae yang ditemukan adalah pemakan serasah dan daun sehingga mereka banyak diketemukan di tempat-tempat yang bervegetasi lebat seperti halnya yang ditemukan di tempat lain oleh Barrientos (2019), Nurinsiyah *et al.* (2016), Raheem *et al.* (2008), dan Craze & Mauremootoo (2002).

Keanekaragaman keong berkaitan erat dengan keadaan vegetasi. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin lebat vegetasi di suatu habitat maka semakin tinggi keanekaragaman keong terutama keong asli. Lebatnya hutan dapat diartikan sebagai belum terjadi perubahan dari kondisi aslinya karena begitu terjadi perubahan hutan maka keanekaragaman dan jumlah jenis keong lebih sedikit (Ogbeide *et al.* 2018, Morii 2019, Douglas *et al.* 2013). Hutan yang lebat tidak secara langsung mempengaruhi keberadaan keong, tetapi mempengaruhi kondisi hutan yang menjadi persyaratan hidup keong itu seperti suhu udara dan tanah, ketebalan serasah, kelembaban serasah, keasaman serasah, pH tanah, kelembaban udara (Nunes & Santos 2012, Barrientos 2019, Nurinsiyah *et al.* 2016, Barbato *et al.* 2020, McKinney *et al.* 2019, Wehner *et al.* 2019)

A. kemensis dan *N. porcellanica* ditemukan di sembilan lingkungan goa dari 14 lingkungan goa yang didatangi. Walaupun kedua jenis ini sering hidup di tempat yang sama mereka tidak pernah bersinggungan karena *A. kemensis* hidup di lantai hutan, sedangkan *N. porcellanica* hidup menempel pada daun-daun tumbuhan semak. Keong-keong genus *Allopeas* hidup dalam serasah dan tersebar luas di dunia sehingga disebut sebagai kosmopolitan (Miquel & Jaime 2018 dan Kerr & Curt 2018).

Tidak ditemukan keong di sekeliling Goa Balatoa yang bervegetasi bambu. Sebanyak 11 jenis keong didapatkan di lingkungan yang bervegetasi bukan bambu. Lingkungan bambu bukan tempat yang bagus untuk kehidupan keong darat karena mengandung bahan kiwiawi yang tidak disukai keong darat (Comla *et al.* 2018, Sun *et al.* 2011). Selain bambu, lingkungan bervegetasi *Lantana*, seperti di sekitar Goa Barombong, juga tidak ditemukan banyak keong. *Lantana* juga mengandung bahan kimiawi yang tidak disukai oleh keong (<https://home.guides.sfgate.com/snail-resistant-perennials-23541.html>) walaupun pembuktian di India tidak signifikan (Chauhan & Singh 2009).

Keong “invasif” *L. fulica* ditemukan di tempat yang cukup luas karena daerah sampling berdekatan dan atau bersinggungan dengan daerah pertanian. Selain sebagai pendatang, keong ini dikenal sebagai hama pertanian. Keong invasive dan menjadi hama lain yang diketemukan adalah *P. canaliculata* dengan habitat di air tawar.

KESIMPULAN

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa kehadiran keong di lingkungan karst berkaitan erat dengan vegetasi. Keberadaan vegetasi dapat mendukung kehidupan keong karena memerlukan suhu yang rendah, kelembaban tinggi, dan makanan yang cukup. Unsur vegetasi dan batuan karst saling melengkapi untuk pemenuhan kebutuhan hidup keong darat, sehingga ketiadaan salah satu faktor itu mengurangi jumlah jenis dan individu keong darat yang hidup di tempat tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Witjaksono, M.Sc., Kepala Puslit Biologi – LIPI, Dr. Hari Sutrisno, Kepala Bidang Zoologi, Puslit Biologi–LIPI. Bapak Mahendra Primajati, Flora & Fauna International – Indonesia Programme (FFI-IP), dan Dr. Cahyo Rahmadi, Pimpinan Indonesian Speleological Society (ISS) atas bantuan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan sepenuhnya. Terima kasih yang sama juga diberikan kepada

semua anggota tim penelitian dan pihak lain yang telah membantu selama penelitian dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, AS., A. Suyanto, & Kurnianingsih. 2012. Bab 4. Tikus dan Cecurut. *Dalam*: Suhardjono, Y.R. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 77-87.
- Anonimous. 2008. Resource Condition Monitoring – Native Vegetation Integrity Project. Literature Review: Vegetation Condition Assessment, Monitoring & Evaluation Version 4. Australian Department of Environment and Conservation. Pp:67.
- Ahmad, A. & AS. Hamzah. 2016. Database karst Sulawesi Selatan. Badan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Sulawesi Selatan. 120 hal.
- Atika. 2018. Mencari solusi “sengketa” warisan alam dan budaya di kawasan karst Maros-Pangkep. Sulawesi Selatan. http://arkenaskemdikbud.go.id/contents/read/article/r0f3ni_1522720806/mencari-solusi-%E280%9C-sengketa%E2%80%9D-warisan-alam-dan-budaya-di-kawasan-karst-Maros-Pangkep-Sulawesi-Selatan#gsc.tab=0. Diakses 16/04/2020.
- Barbato, D., A. Benocci & G. Manganelli. 2020. Does forest age affect soil biodiversity? Case study of land snails in Mediterranean secondary forests. *Forest Ecology and Management*. 455:1-11.
- Barrientos, Z. 2019. Demography of the land snail *Tikoconus (Tikoconus) costaricanus* (Stylommatophora: Euconulidae) in tropical low montane and premontane forests, Costa Rica. – *Revista de Biología Tropical* 67(6): 1449-1460.
- Burch, JB. 1955. Some ecological factors of the soil affecting the distribution and abundance of land snails in eastern Virginia. *Nautilus* 69(2):62-69.
- Comla, CVB.,HD. Datinguinoo, SAS. Magadia, RG. Manalo, AJP. Manigbas, CR. Magbojos-Magtibay & LMC. De Villa. 2018. Molluscicidal Effects of Bambusa Blumeana (Bamboo) leaf Extracts Against The Adult Stage of the Snail Vector

- Model *Pomacea canaliculata*. *The Steth* 12: 90-115.
- Chauhan, S. & A. Singh. 2009. Molluscicidal potential of *Lantana indica* and *Alstonia scholaris* plants against freshwater snail *Lymnaea acuminata*. *The Internet Journal of Toxicology*. 7 (2): 1-9.
- Craze, PD. & JR. Mauremootoo 2002. A test of methods for estimating population size of the invasive land snail *Achatina fulica* in dense vegetation. *Journal of Applied Ecology*, 39: 653 - 660.
- Douglas, DD., DR. Brown & N. Pederson. 2013. Land snail diversity can reflect degrees of anthropogenic disturbance. *Ecosphere* 4 (2): 1-14.
- Duli, A., Y. Mulyadi, & Rosmawati. 2019. The Mapping Out of Maros-Pangkep Karst Forest as a Cultural Heritage Conservation. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* 270: 012014.
- Hadiaty, RK. 2012. Bab. 5. Ikan Dalam : Suhardjono, YR. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 89-113.
- Hammer, Ø., DAT. Harper & PD. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electronica* 4(1): 9.
- Heryanto 2011. Landsnails of Java, A Field Guide. LIPI Press. 169 pp.
- Heryanto 2012. Keanekaragaman Keong Darat (Mollusca: Gastropoda) Di Karst Pegunungan Sewu, Yogyakarta. *Prosiding Workshop Ekosistem Karst di Yogyakarta* 18-19 Oktober 2011. Pp. 167-174
- Heryanto 2012. Keanekaragaman keong darat (Mollusca: Gastropoda) di karst dan hutan hujan Jawa. *Berita Biologi* 11(1a): 55-62.
- Hotopp, KP. 2002. Land snails and soil calcium in Central Appalachian Mountain Forest. *Southeastern Naturalist* 1(1): 27-44.
- Husein, S., Srijono, KWH. Dyah 2015. Morfotektonik pembentukan Kars Maros, Sulawesi Selatan. Makalah Konperensi, 5 hal. https://www.researchgate.net/publication/282609755_morfotektonik_pembentukan_Kars_Maros_Sulawesi_Selatan
- Ikhsan, M. 2016. Pemanfaatan Bentang Lahan Karst Maros Sebagai Sumber Belajar Geografi (Studi Pengembangan Materi Ajar Geografi Untuk Peserta Didik. Masters thesis, Universitas Negeri Makassar.
- Kerr, A. & FG. Curt 2018. Land Snails of Dâno' (Cocos Island), Mariana Islands. *Pacific Science*. 72(2): 263-270.
- Taslim, I., 2017. Pemodelan saluran sungai bawah tanah Goa Saleh pada morfologi karst daerah Pattunuangasue Kabupaten Maros menggunakan metode geolistrik. *Jurnal Akademika* 6:90-98.
- Lupiyaningdyah, P. 2012. Bab. 10. Lalat Haji. Dalam: Suhardjono, Y.R. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 215-220.
- Maassen, WJM. 1997. A preliminary checklist of the terrestrial mollusks of Sulawesi, Indonesia: a newstart-De Kreukel 33: 29-102.
- Marwoto RM. & NR. Isnaningsih. 2012. Bab 6. Moluska. Dalam : Suhardjono, Y.R. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 115-140.
- Marwoto RM. 2008. A note on the distribution of the limestone snail *Discartemon planus* (Fulton, 1899) in Sulawesi-Indonesia (Gastropoda: Streptaxidae). *Basteria*. 72: 191-194
- Marwoto RM. 2007. Distribution and habitat preference of *Cyclotus longipilus* Von Martens, 1865 from the Maros karst area of South Sulawesi (Gastropoda: Cyclophoridae). *Treubia*. 35: 137-141.
- Miquel, SE & GL. Jaime. 2018 Subulinidae snails from Northern Argentina with descriptions of a new species of *Nannobelliscus* Weyrauch. *Spixiana* 41 (1): 1-7.
- McKinney, ML, NS. Gladstone, JG. Lentz, FA. Jackson. 2019. Land snail dispersal, abundance and diversity on green roofs. *PLoS One*. 14(11): e0221135. Published 2019 Nov 14. doi:10.1371/journal.pone.0221135.
- Morii, Y. 2019. The Influence of Deforestation on the Land Snail Fauna of Kuromatsunai District, Southwestern Hokkaido, Japan. *Venus (Journal of the Malacological Society of Japan)* 77 (1-4): 15-26.

- Nugroho, H. 2012. Bab. Cacing Tanah. Dalam : Suhardjono, YR. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 149-163.
- Nunes, GKM, & SB. Santos 2012. Environmental factors affecting the distribution of land snails in the Atlantic Rain Forest of Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 72(1): 79-86.
- Nurinsiyah, AS. 2015. Land Snail Fauna of the Sukolilo karst in Java (Indonesia). *American Conchologist* 43(3):3.
- Nurinsiyah, AS, H. Fauzia, C. Hennig, & B. Hausdorf. 2016. Native and introduced land snail species as ecological indicators in different land use types in Java. *Ecological Indicators* 70: 557–565.
- Ogbeide, JO., MI. Omogbeme, OP. Uwaifo, & CO. Oke. 2018. Land Snail Community Structure and Diversity in Unprotected and Protected Forest Areas of Ekiti State, Nigeria. *European Scientific Journal* 14 (27): 366-377.
- Raheem, DC., F. Naggs, RC. Preece, Y. Mapatuna, L. Kariyawasam, & P. Eggleton. 2008. Structure and conservation of Sri Lankan land-snail assemblages in fragmented lowland rainforest and village home gardens. *Journal of Applied Ecology* 45: 1019– 1028.
- Rahmadi, C. 2012. Bab. 9. Arthropoda Goa. Dalam: Suhardjono, YR. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 191-214.
- Sarasin, F. & P. Sarasin. 1899. *Materialien zur Naturgeschichte der Insel Celebes. Band 2: Die Land-mollusken von Celebes*. C.W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden. I-VIII, 1-248, 31 pls.
- Suhardjono, YR. 2012. Bab. 11. Ekor Pegas. Dalam: Suhardjono, Y.R. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 227-240.
- Sun, Q, Z. Peng, J. Zhang & J. Jiang 2011. Response of *Oncomelania* snail distribution on land use in Sichuan, China. *African Journal of Biotechnology*. 10 (63):13835-13840.
- Suyanto, A. & S. Wiantoro 2012. Bab 3. Kelelawar. Dalam : Suhardjono, Y.R. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 53-70.
- Vermeulen, JJ. & T. Whitten, 1999. *Biodiversity and cultural property in the management of limestone resources. Lessons from East Asia*. The World Bank, Washington, DC. Pp. 120.
- Wehner, K., Renker, C., Brückner, A., Simons, NK., Weisser, WW., Blüthgen, & N. 2019. Land-use in Europe affects land snail assemblages directly and indirectly by modulating abiotic and biotic drivers. *Ecosphere* No 10(5), pp. 1-20.
- Wowor, D. & C. Rahmadi. 2012. Bab. 8. Krustasea. Dalam : Suhardjono, Y.R. & R. Ubaidillah (eds.). Fauna Karst dan Goa, Maros Sulawesi Selatan. LIPI, Bogor. 165-190.