



Deskripsi ulang rayap tanah (*Subulitermes*-branch): *Oriensubulitermes inanis* (Haviland) (Termitidae: Nasutitermitinae) di Indonesia

Redescription of soil-feeding nasutitermitine (Subulitermes-branch):
Oriensubulitermes inanis (Haviland) (Termitidae: Nasutitermitinae)
in Indonesia

Syaukani Syaukani^{1*}, Husni Husni², Alfizar Alfizar², Elly Kesumawati²,
Novita Novita³, Siti Rusdiana⁴, Samsul Muarrif⁵, Teguh Pribadi⁶

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala
Jalan Syech Abdurrauf No. 3, Darussalam, Banda Aceh 23111

²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Jalan Tgk. Hasan Krueng Kalee, No. 3, Kopelma, Darussalam, Banda Aceh 23111

³Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala
Jalan Tgk. Hasan Krueng Kalee, Darussalam, Banda Aceh 23111

⁴Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala
Jalan Syech Abdurrauf No. 3, Darussalam, Banda Aceh 23111

⁵Program Doktor Matematika dan Aplikasi Science, Pascasarjana, Universitas Syiah Kuala
Jalan Tgk. Chik Pante Kulu No. 5, Darussalam, Banda Aceh 23111

⁶Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas PGRI Palangkaraya
Jalan Hiu Putih, KM.7, Palangkaraya, Kalimantan Tengah 73122

(diterima Maret 2018, disetujui Juli 2019)

ABSTRAK

Oriensubulitermes inanis (Haviland) merupakan salah satu jenis rayap endemik dari Wilayah Oriental dan berperan sangat penting dalam proses dekomposisi di hutan tropis. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsi ulang rayap *O. inanis* yang dikoleksi dari Indonesia sehingga dapat membantu berbagai pihak dalam identifikasi rayap di Indonesia. Pengoleksian rayap di lapangan dilakukan dengan Standardized Sampling Protocol (Jones & Eggketon 2000) dan konfirmasi keakuratan taksonomi dilakukan di the Natural History Museum UK dan Florida University (USA). Koloni rayap *O. inanis* yang ditemukan sebanyak 21 koloni dari berbagai habitat dan ketinggian di Indonesia. Karakter mandibel kasta pekerja merupakan karakter penting yang sangat efektif dalam identifikasi *O. inanis*. Rayap ini tersebar hampir di semua pulau-pulau utama di Kawasan Asia Tenggara, diantaranya Malay Peninsula, Borneo, dan Sumatra, akan tetapi tidak ditemukan di Jawa. Batang kayu lapuk, pangkal pohon, serta sarang rayap lainnya (*epigeal mounds*) merupakan media yang dipergunakan untuk mendirikan sarangnya. Jumlah individu dalam koloni yang relatif sedikit, kemampuan beradaptasi yang lemah terhadap perubahan lingkungan, kemampuan terbang laron yang terbatas, dan preferensi habitat sarang yang spesifik merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran rayap *O. inanis* di Indonesia.

Kata kunci: *Oriensubulitermes inanis*, rayap, *Subulitermes*-branch, taksonomi

ABSTRACT

Oriensubulitermes inanis (Haviland) is one of the endemic termites in the Oriental Region and plays a very important role in the decomposition process in tropical forests. This study aims to redescribe *O.*

*Penulis korespondensi: Syaukani Syaukani. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala
Jalan Syech Abdurrauf No. 3, Darussalam, Banda Aceh 23111, Tel: 082385421973, Faks: 0651-7551381, Email: syaukani@unsyiah.ac.id

inanis from Indonesia. Termite were collected by adopting a Standardized Sampling Protocol (Jones & Eggleton 2000) and final taxonomic confirmation were conducted at the Natural History Museum UK) and Florida University (USA). We found 21 colonies of *O. inanis* from various habitats and altitudes in Indonesia. Distribution of *O. inanis* is often correlated with biodiversity status in tropical forests. Worker caste mandible provides the most useful character for the description of *O. inanis*. In Southeast Asia, this rare species is restricted and can be found only in the Malay Peninsula, Borneo and Sumatra, and absence from Java. Decayed wood, base of tree trunks, and other termite nests (epigeal mounds) are selected media used to construct their nests. Limited population number in a colony, restricted alates flying ability, and secretive nest habitats are thought to influence the distribution of *O. inanis* in Indonesia.

Key words: *Oriensubulitermes inanis*, *Subulitermes-branch*, termite, taxonomy

PENDAHULUAN

Rayap merupakan salah satu serangga pengurai yang sangat menentukan terhadap proses dekomposisi berbagai material kayu dan serasah di lantai hutan tropis (Collins 1983, 1989; Wood & Sands 1978; Gathorne-Hardy et al. 2000; Syaukani 2017). Kemampuan serangga sosial ini yang sangat cepat dalam merefleksikan perubahan kondisi lingkungan menjadikan rayap sangat potensial sebagai salah satu bioindikator kualitas lingkungan di hutan tropis (Gathorne-Hardy et al. 2001, 2006). Penelitian di Kawasan Hutan Kalimantan Tengah membuktikan bahwa beberapa jenis rayap terbukti tidak ditemukan lagi pada area hutan yang telah terganggu, walaupun kondisi hutan sudah tumbuh kembali (lebih 60 tahun) dan secara visual mirip dengan kondisi hutan primer (Gathorne-Hardy et al. 2006).

Dibandingkan dengan golongan rayap nasut pemakan material kayu (*Nasutitermes-branch*), golongan rayap pemakan material tanah (*Subulitermes-branch*) ini mempunyai informasi yang sangat terbatas, terutama dalam mendeskripsikan kedua karakter kasta pekerja dan kasta prajurit. Kondisi ini sangat disayangkan mengingat peran ekologi dari *Subulitermes-branch* ini sangat dibutuhkan dalam membantu proses dekomposisi di hutan tropis (Gathorne-Hardy 2001).

Oriensubulitermes inanis (Haviland) menempati habitat yang spesifik, yaitu di bawah permukaan tanah, di dalam batang kayu lapuk, dan terkadang berasosiasi dengan sarang rayap lainnya. Pemilihan habitat yang spesifik mengakibatkan koloni dari rayap ini sangat sukar dikoleksi di alam. Kondisi ini berkorelasi dengan keterbatasan informasi dan ketersediaan kunci determinasi yang akurat, walaupun rayap *O. inanis* sudah

lebih seabad sejak pertama sekali dikoleksi oleh Haviland (1898) dari Malay Peninsula (Malaysia).

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsi ulang rayap *O. inanis* yang dikoleksi dari berbagai habitat di Indonesia sehingga dapat membantu berbagai pihak dalam identifikasi rayap di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Lokasi pengoleksian rayap

Spesimen rayap *O. inanis* dikoleksi sejak 1998–2017 di berbagai ketinggian dan habitat (Tabel 1). Metode yang diadopsi dalam penelitian ini mengacu kepada Jones & Eggleton (2000) dan kombinasi dari berbagai metode untuk tujuan taksonomi (Gathorne-Hardy et al. 2000; Syaukani 2008; Syaukani et al. 2011, 2016, 2019). Setiap mikrohabitat (kayu dan ranting lapuk, serasah, gundukan tanah, di pangkal banir pohon, tumpukan ranting-ranting lapuk diperiksa secara teliti. Bentuk-bentuk sarang yang bergelantungan pada akar liana atau dahan-dahan pohon, serta sarang-sarang yang menempel pada batang pohon/banir dibuka dan diperiksa. Adanya lorong-lorong kembara (*galleries*) yang menempel pada batang pohon sangat membantu sebagai indikasi menemukan koloni rayap. Berbagai bentuk sarang rayap yang ditemukan dan didokumentasikan, sebanyak 20–50 individu rayap dikoleksi untuk proses identifikasi. Setiap koloni dilengkapi dengan data dan label secukupnya.

Setiap koloni rayap yang ditemukan dikoleksi dan disimpan dalam ethanol 80%. Data tentang mikrohabitat yang berkaitan dengan ekologi dan perilaku rayap juga didokumentasikan secara manual dan digital. Jika memungkinkan, semua

Tabel 1. Lokasi pengoleksian spesimen rayap *Oriensubulitermes inanis* di Indonesia

Lokasi	Posisi & koordinat	Provinsi	Kondisi hutan
Pulau Simuelue	2°42'10.7"LU 95°57'24.0"BT	Aceh	Terlindungi
Taman Nasional Gunung Leuser	3°48'54.8"LU 97°13'18.2"BT	Aceh & Sumatra Utara	Terlindungi
Taman Nasional Siberut	1°19'53.6"LS 98°54'15.5"BT	Sumatra Barat	Terlindungi
Taman Nasional Bukit Barisan Selatan	5°26'52.2"LS 104°21'06.0"BT	Lampung & Bengkulu	Terlindungi
Taman Nasional Tanjung Puting	3°05'48.3"LS 111°55'17.0"BT	Kalimantan Barat	Terlindungi
Taman Nasional Betung Kerihun	1°12'06.0"LU 113°11'16.5"BT	Kalimantan Barat	Terlindungi
Cagar Alam Pararawen	0°57'27.4"LS 114°49'53.4"BT	Kalimantan Tengah	Terlindungi
Malinau	3°34'55.0"LU 116°41'41.7"BT	Kalimantan Utara	Terlindungi

kasta rayap (reproduktif, pekerja, prajurit, dan laron) dikoleksi dari setiap koloni.

Identifikasi

Identifikasi spesimen di Universitas Syiah Kuala (Banda Aceh), Museum Zoologicum Bogoriense (MZB, Cibinong), Kagoshima University (Japan), serta final konfirmasi keakuratan taksonomi di the Natural History Museum (UK) dan University of Florida (USA). Pemotretan spesimen menggunakan Digital Stereo Microscope Leica M205C dan Auto-montage Software. Terminologi karakter kasta pekerja mengacu kepada Ahmad (1950, 1968), Emerson (1960), Roonwal & Chhotani (1989), Sands (1998), Gathoner-Hardy (2001), dan Syauckani et al. (2016).

HASIL

O. inanis merupakan salah satu jenis rayap dari *Subulitermes-branch* yang memiliki morfologi yang transparan sehingga isi dari ususnya dapat terlihat dari luar. Di samping itu, ukuran yang sangat kecil menjadikan spesies ini tergolong spesies yang sangat jarang dapat terkoleksi secara langsung di habitatnya. Selama survei di berbagai kepulauan di Indonesia, berhasil mengoleksi 21 koloni rayap dari berbagai habitat dan ketinggian.

Deskripsi karakter morfologi kasta prajurit

Nasus panjang dan berbentuk silindris (karakter penting untuk genus ini), kepala krem kekuning-kuningan; nasus coklat kemerah-merahan; antena kuning; pronotum krem kekuningan; abdominal tergites dan kaki krem. Kepala terdapat rambut dan satu pasang seta pada bagian posterior; ujung nasus terdapat beberapa bulu dan empat seta

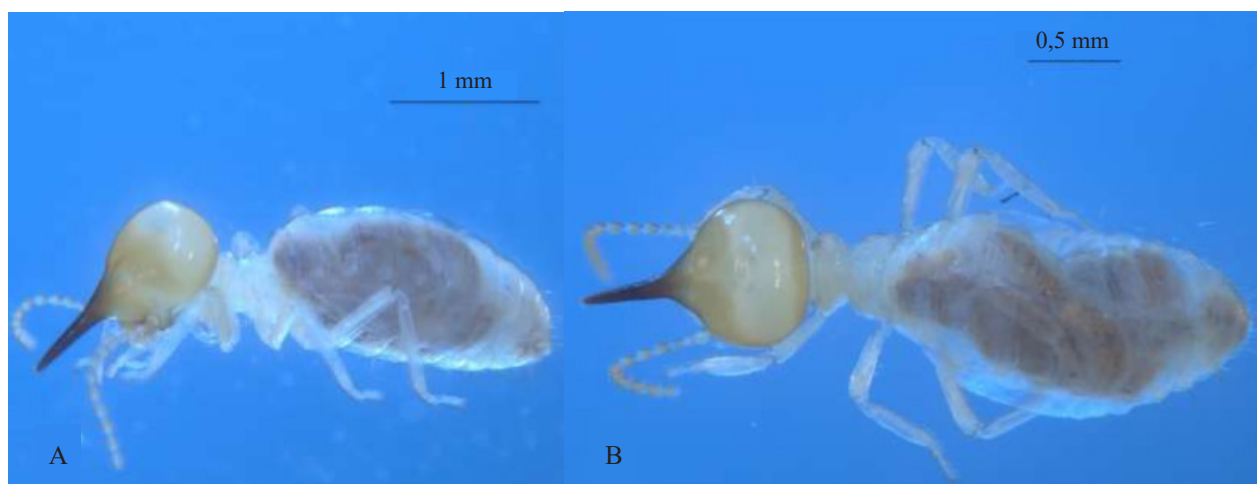
pendek; pronotum terdapat beberapa bulu dan seta; abdominal tergites terdapat bulu dan beberapa seta panjang. Kepala (Gambar 1): bentuk kepala (tanpa nasus) oval agak melebar, agak panjang dibandingkan lebar; tidak terdapat konstiksi (lekukan) di belakang antena; permukaan bagian dorsal kepala agak rata atau sedikit menekuk, serta agak menanjak ke bagian ujung nasus. Nasus (Gambar 1): panjang, berbentuk silinder; panjang nasus lebih dari setengah panjang kapsul kepala; indeks kepala–nasus 0,68–0,73 mm (Tabel 2). Mandibel (Gambar 1): penonjolan di ujung tidak ada. Antena (Gambar 2B): 12 segmen; segmen ketiga sedikit panjang dari segmen kedua; segmen ketiga dan keempat hampir sama panjang; segmen kelima sampai ke duabelas perlahan memanjang ke bagian ujung. Pronotum (Gambar 2B dan Gambar 3): berbentuk pelana kuda dan tidak ada penonjolan di bagian anterior atau posterior. Kaki: berukuran pendek (Gambar 2).

Deskripsi karakter morfologi kasta pekerja

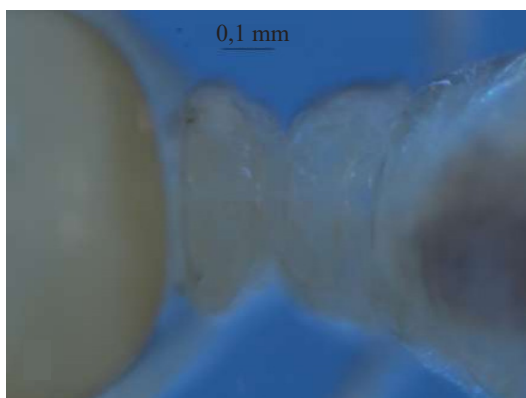
Mandibel kiri (Gambar 4A): Gigi apikal sangat besar dan bergabung dengan gigi pertama (karakter utama); gigi kedua berkambang dengan baik; gigi ketiga tidak muncul atau terlihat sejajar; gigi keempat tidak terlihat dari depan dan tumpang tindih dengan gigi molar, ujung gigi keempat terletak terpisah dari ujung gigi molar; gigi molar berbentuk agak elips. Mandibel kanan (Gambar 4B): Tepi anterior dari gigi pertama agak lurus atau sedikit melekok di bagian pangkal. Gigi kedua tidak berkembang (karakter spesifik untuk *O. inanis*). Cekungan (*notch*) pada gigi molar berkembang baik dengan ukuran lapisan atas dan bawah berbeda. Lapisan luar dari gigi molar berkembang dengan baik (cekung) (Gambar 4).



Gambar 1. *Oriensubulitermes inanis*. Kepala kasta prajurit pandangan dorsal (A), lateral (B).



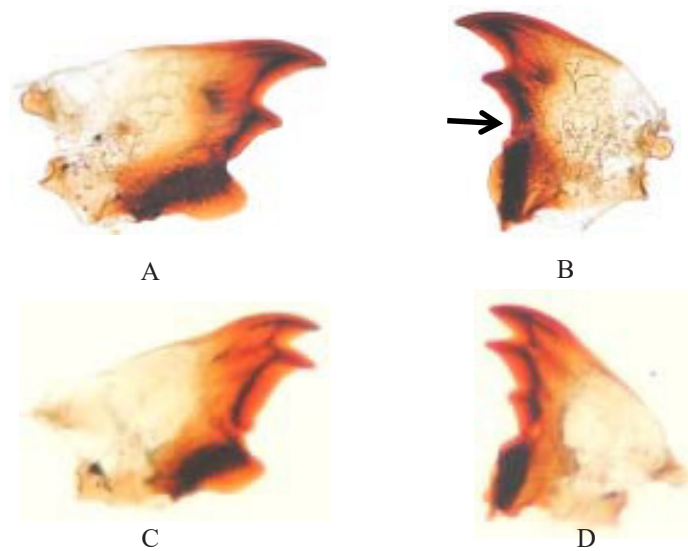
Gambar 2. *Oriensubulitermes inanis*. Kasta prajurit pandangan lateral (A), dorsal (B).



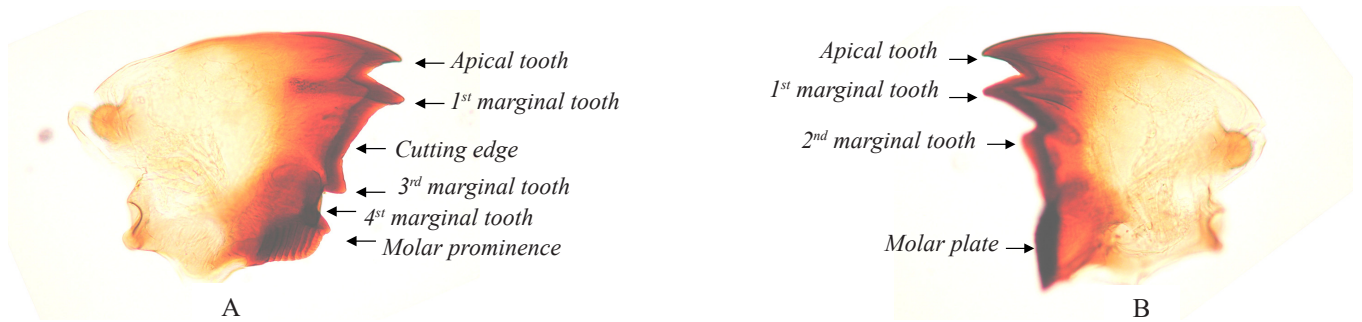
Gambar 3. *Oriensubulitermes inanis*. Pronotum kasta prajurit pandangan dorsal.

Tabel 2. Pengukuran 12 individu kasta prajurit *Oriensubulitermes inanis* dari 6 sarang di Indonesia

Karakter	Range (mm)
Panjang kepala termasuk nasus	1,47–1,49
Panjang kepala tanpa nasus	0,89–0,91
Panjang nasus	0,062–0,68
Nasus indeks	0,68–0,73
Lebar kepala maksimum	0,76–0,82
Tinggi kepala maksimum	0,51–0,53
Panjang pronotum	0,15–0,17
Lebar pronotum	0,42–0,44



Gambar 4. Perbandingan mandibel kasta pekerja *Oriensubulitermes inanis* (A, B) dengan *Malaysiotermes* sp. (C, D). Mandibel kiri (A, C), Mandibel kanan (B, D). Karakter kunci *O. inanis* ditunjukkan dengan tanda panah.



Gambar 5. Morfologi mandibel rayap kasta pekerja. A: mandibel kiri; dan B: mandibel kanan.

PEMBAHASAN

Oriensubulitermes merupakan salah satu genus rayap yang jarang ditemukan di berbagai Kawasan Hutan di Asia Tenggara. Rayap ini mempunyai ukuran yang sangat kecil sehingga dibutuhkan ketelitian dan kejelian dalam menemukan koloni di habitatnya. Umumnya sarang ditemukan di bawah permukaan tanah, di dalam kayu lapuk, di pangkal pohon lapuk, di sekitar banir pohon, berasosiasi dengan akan tanaman, serta menempelkan sarangnya pada sarang rayap lainnya (umumnya rayap dari golongan *Capritermes-group*). Beberapa koloni dikoleksi dari sarang rayap *Macrotermes gilvus* (Hagen), *Odontotermes* spp., *Nasutitermes matangensis* (Haviland).

O. inanis merupakan jenis rayap yang sangat sulit diidentifikasi dan kunci determinasinya masih sangat terbatas (Gathorne-Hardy 2001). Identifikasi *Oriensubulitermes* akan terkendala

jika hanya mengandalkan rayap kasta prajurit karena kasta prajurit memiliki karakter morfologi yang sangat terbatas. Kondisi ini berbeda dengan identifikasi rayap dari golongan *Nasutitermes-branch* yang mengandalkan rayap dari kasta prajurit sebagai kasta penentu taksonominya. Karakter morfologi pada mandibel kasta pekerja merupakan karakter penting dalam identifikasi dari *Subulitermes-branch* (Ahmad 1950; Roisin & Pasteels 1996). Kondisi gigi apikal yang bergabung dengan gigi pertama, serta tidak adanya gigi ketiga (Gambar 4 dengan tanda anak panah) menjadikan kedua karakter ini penting dalam mengidentifikasi. Gigi apikal yang terpisah dengan gigi pertama merupakan karakter penting yang membedakan genus *Oriensubulitermes* dengan genera *Subulitermes-branch* lainnya yang terdapat di Oriental: *Aciculitermes*, *Subulioiditermes*, *Leucopitermes*, *Malaysiotermes*, dan *Sabahitermes* (Gambar 5).

Sebagai salah satu jenis rayap dari kelompok *Subulitermes-branch*, rayap ini berperan penting dalam proses dekomposisi material kayu di hutan tropis (Collins 1989). Serangga ini juga terbukti mampu mengembalikan kesuburan tanah di lantai hutan pada pengrusakan habitat yang tidak diikuti oleh pembukaan kanopi pohon (Davies et al. 1999). *O. inanis* umumnya relatif mudah ditemukan pada kondisi hutan yang masih alami dengan tutupan kanopi yang masih rapat.

Jumlah koloni rayap yang dikoleksi di kawasan hutan yang telah terjadi pembalakan mengakibatkan laju penurunan jumlah koloni dari rayap *O. inanis* berkurang sampai 30–40%, terlebih lagi jika pengrusakan hutan yang disertai dengan pembukaan kanopi. Pembukaan kanopi hutan mengakibatkan perubahan yang signifikan terhadap suhu dan kondisi tanah di lantai hutan sehingga menciptakan kondisi yang ekstrim bagi rayap untuk dapat bertahan (Gathorne-Hardy et al. 2002).

Di ekosistem Leuser (Sumatra), beberapa koloni rayap jenis ini menempati bagian dalam dari batang Meranti (*Shorea* sp.) setinggi lebih dari 35 m dengan diameter batang 1,3 m. Kasta pekerja membangun lorong-lorong kembara yang terbuat dari campuran material kayu, tanah, serta salivanya untuk menghubungkan pintu utama sarang dengan permukaan tanah di pangkal pohon. Lorong-lorong kembara yang menempel pada batang pohon sangat sukar dideteksi karena tersembunyi disela-sela kulit batang dan terkadang ditutupi oleh lumut.

Lokasi habitat sarang *O. inanis* memperlihatkan perbedaan untuk koloni rayap yang tersebar di Sumatra dengan di Kalimantan. Di Taman Nasional Betung Kerihun dan Taman Nasional Tanjung Puting (Kalimantan Barat) rayap jenis ini mendirikan sarangnya di pangkal batang pohon Meranti (*Shorea* sp.) yang berasosiasi dengan perakaran pohon. Beberapa koloni juga menempati pangkal/tunggak pohon yang sudah mati atau lapuk. Rayap *O. inanis* ini sering juga terkoleksi secara tidak sengaja ketika kami mengoleksi rayap dari golongan *Capritermes-group* (khususnya Genus *Termes*) di Sumatra. Beberapa koloni juga dikoleksi dari koloni yang berasosiasi dengan gundukan tanah di pangkal dan akar tumbuhan rotan (*Calamus* sp.) di Sumatra dan Borneo.

O. inanis mempunyai sebaran yang terbatas di Asia Tenggara dengan sebaran utama di Peninsular Malaysia, Sumatra, dan Borneo (Snyder 1949; Krishna et al. 2013). Dalam penelitian ini jumlah koloni yang paling banyak ditemukan berasal dari Sumatra, terutama dari ekosistem Leuser. Hal diduga berkaitan dengan lebih intensifnya survei yang dilakukan di wilayah tersebut. Tidak tertutup kemungkinan bahwa sebaran dan jumlah koloni di pulau-pulau lainnya akan lebih tinggi jika dilakukan survei yang lebih intensif, terutama di Malay Peninsula yang merupakan asal (*type locality*) spesies ini (Perak, Malaysia) (Krishna et al. 2013). Salah satu jenis lain dari Genus *Oriensubulitermes* ini adalah *Oriensubulitermes kemneri* Ahmad yang mempunyai sebaran terbatas di Borneo (Ahmad 1968; Morimoto 1976; Tho 1992; Gathorne-Hardy 2004; Krishna et al. 2013).

KESIMPULAN

O. inanis merupakan salah satu jenis rayap tanah (*Subulitermes-branch*) yang sangat berperan dalam proses dekomposisi dan membantu menyuburkan tanah, serta dapat menjadi indikator biologi di hutan tropis. Rayap ini sering mendirikan sarangnya di dalam batang kayu lapuk, di pangkal batang, berasosiasi dengan perakaran pohon, di bawah kayu lapuk serta terkadang berasosiasi dengan sarang rayap lainnya. Karakter mandibel kasta pekerja merupakan karakter penting yang sangat efektif dalam taksonomi (gigi apikal yang bergabung dengan gigi pertama pada mandibel sebelah kiri dan kondisi gigi kedua yang tidak berkembang pada mandibel sebelah kanan). Rayap ini mempunyai sebaran hampir merata di pulau-pulau utama di Kawasan Asia Tenggara (Malay Peninsula, Borneo, Sumatra), akan tetapi sampai saat ini tidak ditemukan di Jawa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Hasballah, M. Rapi, Sugesti, Tarmizi (LDP Medan), Tim Penelitian Rayap Unsyiah, Kepala dan Staff Taman Nasional dan Cagar Alam di Indonesia yang telah membantu selama

pengoleksian rayap *O. inanis*). MZB Biologi LIPI (Cibinong), Termite Research Group (NHM, UK), Seiki Yamane (Kagoshima University, Japan), Katsuyuki Eguchi dan Takeshi Yamasaki (Tokyo Metropolitan University, Japan), Graham Thompson (Western University, Canada), Rudolf Scheffrahn (University of Florida, USA) yang membantu dalam konfirmasi taksonomi, foto spesimen, diskusi, dan referensi. Sebagai dana penelitian ini berasal dari Penelitian Hibah Penelitian Dasar (DRPM Ristekdikti 2017–2019), Penelitian Tesis Master (DRPM Ristekdikti 2019), serta Penelitian H-indeks (Unsyiah 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad M. 1950. The phylogeny of termite genera based on imago-worker mandibles. *Bulletin American Museum Natural History* 95:43–86.
- Ahmad M. 1968. Termites of Malaysia. I. Nasute genera related to *Subulitermes* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Bulletin of the Department of Zoology, University of the Punjab* 3:1–34.
- Collins NM. 1983. Termite population and their role in litter removal in Malaysian rain forests. Di dalam: SL Sutton et al. (Eds.) *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. hlm. 311–325. Oxford: Blackwell Scientific Publication.
- Collins NM. 1989. Termites. Di dalam: H. Lieth (Eds.) *Tropical Rain Forest Ecosystems. Biogeographical and Ecological Studies*. hlm. 455–471. Amsterdam: Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-42755-7.50032-8>.
- Davies RG, Eggleton P, Dibog L, Lawton JH, Bignell DE, Brauman A, Hartmann C, Nunes L, Holt J, Rouland C. 1999. Successional response of a tropical forest termite assemblage to experimental habitat perturbation. *Journal of Applied Ecology* 36:946–962. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1999.00450.x>.
- Emerson AE. 1960. New genera of termites related to *Subulitermes* from the Oriental, Malagasy, and Australian Regions (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 1986:1–28.
- Gathorne-Hardy F. 2001. A review of the South-East Asian Nasutitermitinae (Isoptera: Termitidae), with descriptions of one new genus and a new species and including a key to the genera. *Journal of Natural History* 35:1486–1506. doi: <https://doi.org/10.1080/002229301317067647>.
- Gathorne-Hardy FJ. 2004. The termites of Sundaland: a taxonomic review. *Sarawak Museum Journal* 60:89–153.
- Gathorne-Hardy F, Collins NM, Buxon RD, Eggleton P. 2000. A faunistic review of the termites (Insecta: Isoptera) of Sulawesi, including an updated checklist of the species. *Malayan Nature Journal* 54:347–353.
- Gathorne-Hardy F, Syaekani, Eggleton P. 2001. The effects of altitude and rainfall on the composition of the termites (Isoptera) of the Leuser Ecosystem (Sumatra, Indonesia). *Journal of Tropical Ecology* 17:379–393. doi: <https://doi.org/10.1017/S0266467401001262>.
- Gathorne-Hardy F, Jones DT, Syaekani. 2002. A regional perspective on the effects on human disturbance on the termites on Sundaland. *Biodiversity and Conservation* 11:1991–2006. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1020890627168>.
- Gathorne-Hardy FJ, Syaekani, Inward DJG. 2006. Recovery of termite (Isoptera) assemblage structure from shifting cultivation in Barita Ulu, Kalimantan, Indonesia. *Journal of Tropical Ecology* 22:605–608. doi: <https://doi.org/10.1017/S0266467406003373>.
- Haviland GD. 1898. Observations on termites; with description on new species. *Journal of the Linnean Society, Zoology* 26:358–442. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1898.tb00405.x>.
- Jones DT, Eggleton P. 2000. Sampling termites assemblages in tropical forest: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology* 31:191–203. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00464.x>.
- Krishna K, Grimaldi DA, Krishna V, Engel MS. 2013. Treatise on the Isoptera of the world. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 377: 1–2704. doi: <https://doi.org/10.1206/377.1>.
- Morimoto K. 1976. Termites from Malaya. Di dalam: Kira T, Yosii R (Eds), *Nature and Life in Southeast Asia*. hlm. 323–326. Tokyo: Japan Society for The Promotion of Science.
- Roisin Y, Pasteels JM. 1996. The nasute termites (Isoptera, Nasutitermitinae) of Papua New Guinea. *Invertebrate Taxonomy* 10:507–616. doi: <https://doi.org/10.1071/IT9960507>.
- Roonwal ML, Chhotani OB. 1989. *The Fauna of India and The Adjacent Countries*. Calcutta: Zoological Survey of India.
- Sands WA. 1998. *The Identification of Worker Caste of Termite from Soil of Africa and The Middle East*. Wallingford: CAB International.

- Snyder TE. 1949. *Catalog of the Termites (Isoptera) of World*. Baltimore: Smithsonian Miscellaneous Collection. Baltimore Press.
- Syaukani. 2008. A new species of *Lacessititermes* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) from the Mentawai islands, Indonesia. *Sociobiology* 5:459–469.
- Syaukani S. 2017. Deskripsi ulang dan sarang *Bulbitermes germanus* (Haviland) (Isoptera: Termitidae) di Indonesia. *Jurnal Entomologi Idonesia* 14:44–50. doi: <https://doi.org/10.5994/jei.14.1.44>.
- Syaukani, Thompson GJ, Yamane Sk. 2011. *Hospitalitermes krishnai*, a new nasute termite (Nasutitermitinae, Termitidae, Isoptera), from southern Sumatra, Indonesia. *Zookeys* 148:161–169. doi: <https://doi.org/10.3897/zookeys.148.1768>.
- Syaukani, Thompson GJ, Zettel H, Pribadi T. 2016. A new species of open-air processional column termite, *Hospitalitermes nigriantennalis* sp. n. (Termitidae), from Borneo. *Zookeys* 554:27–36. doi: <https://doi.org/10.3897/zookeys.554.6306>.
- Syaukani S, Thompson GJ, Yamasaki T, Othman AS, Muarrif S, Sarong MA, Djufri D, Eguchi K. 2019. Taxonomy of the Genus *Longipeditermes* Holmgren (Termitidae, Nasutitermitinae) from the Greater Sundas, Southeast Asia. *Zoosystematics and Evolution* 95:309–318. doi: <https://doi.org/10.3897/zse.95.31636>.
- Tho YP. 1992. Termites of Peninsular Malaysia. *Malayan Forest Records* 36:1–224.
- Wood TG, Sands WA. 1978. The role of termites in ecosystems. Di dalam: Brian MV (Ed), *Production Ecology of Ants and Termites*. hlm. 245–295. Cambridge: Cambridge University Press.