

POTENSI EKOLOGI SEMUT (FORMICIDAE) DI KAWASAN TAMBANG MINYAK BUMI TRADISIONAL WONOCOLO

Dwi Oktafitria^{1*}, Laily Agustina Rahmawati²

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas PGRI

²Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro

*Email korespondensi: dwioktafitria86@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi ekologi spesies semut dari famili Formicidae di kawasan tambang minyak bumi tradisional Wonocolo Kabupaten Bojonegoro. Hal ini penting dilakukan karena melihat karakteristik kawasan penambangan minyak bumi tradisional yang umumnya memiliki metode yang sederhana dan tanpa pengamanan yang memadai, sehingga risiko terjadinya pencemaran akan berakibat menurunnya keragaman semut sebagai hewan yang berhabitat di dalam tanah. Penelitian ini dilakukan secara deskriptif dengan menentukan 3 lokasi secara acak dalam kawasan penambangan minyak bumi tradisional Wonocolo dengan tingkat kepadatan sumur yang tinggi. Kemudian sampel semut didapatkan dengan metode handsorting yang selanjutnya dilakukan identifikasi morfologi untuk menentukan nama spesiesnya. Diketahui terdapat 7 jenis spesies semut diantaranya *Camponotus pennsylvanicus* (Semut kayu hitam), *Crematogaster claudiae* (Semut koktail), *Lasius niger* (Semut taman hitam), *Linepithema sp* (Semut Argentina), *Monomorium sp* (Semut firau), *Nylanderia pubens* (Semut gila Karibia), dan *Plagiolepis sp* (Semut kuning kecil) yang diketahui pula potensi ekologi masing-masing semut adalah sebagai indikator kesehatan lingkungan; sebagai pengendali hama; sebagai pengurai/dekomposer; sebagai bagian dari interaksi simbiotik; dan sebagai penggali tanah untuk mengubah struktur tanah.

Kata Kunci: ekologi, minyak bumi, semut, tambang, Wonocolo

ABSTRACT

This study aims to identify and analyse the ecological potential of ant species from the Formicidae family in the traditional petroleum mining area of Wonocolo, Bojonegoro Regency. This is important to do because the characteristics of traditional petroleum mining areas generally have simple methods and without adequate security, so the risk of pollution will result in a decrease in ant diversity as animals that live in the soil. This study was conducted descriptively by randomly determining 3 locations in the Wonocolo traditional petroleum mining area with a high density of wells. Then, ant samples were collected using the handsorting method and morphological identification was carried out to determine species names. Seven ant species were identified, namely *Camponotus pennsylvanicus* (black carpenter ant), *Crematogaster claudiae* (cocktail ant), *Lasius niger* (black garden ant), *Linepithema sp* (Argentine ant), *Monomorium sp* (pharaoh ant), *Nylanderia pubens* (carbuncle crazy ant) and *Plagiolepis sp* (small yellow ant). The ecological potential of each ant is also recognised as indicators of environmental health; as pest controllers; as decomposers; as part of symbiotic interactions; and as soil diggers to alter soil structure.

Keywords: ecology, petroleum, ants, mines, Wonocolo

I. PENDAHULUAN

Wonocolo menjadi salah satu daerah ekstraksi minyak bumi dikawasan Kabupaten Bojonegoro. Ekstraksi yang dimaksud adalah proses di mana aktivitas pengambilan minyak bumi dilakukan baik secara tradisional maupun modern yang umumnya ditandai dengan adanya sumur-sumur minyak, fasilitas produksi, dan infrastruktur pendukung lainnya. Studi tentang potensi ekologi semut di daerah ekstraksi minyak tradisional di Wonocolo sangat penting mengingat dampak lingkungan dari ekstraksi minyak [1]. Daerah Wonocolo dikenal sebagai salah satu daerah ekstraksi minyak tradisional di Indonesia yang kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk komunitas semut yang merupakan indikator kesehatan ekosistem [2]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies semut dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, termasuk perubahan penggunaan lahan dan pertambangan [3]. Oleh karena itu, penelitian tentang komunitas semut di daerah ini tidak hanya memberikan informasi tentang dampak ekstraksi minyak terhadap ekosistem, tetapi juga menginformasikan upaya konservasi. Pentingnya penelitian ini terletak pada fakta bahwa ekstraksi minyak tradisional sering dilakukan dengan cara yang kurang ramah lingkungan, yang dapat menyebabkan kerusakan habitat dan hilangnya keanekaragaman hayati [4]. Terlepas dari potensi ekonomi dari ekstraksi minyak, masyarakat Desa Wonocolo seringkali gagal memaksimalkan keuntungan mereka karena sistem distribusi pendapatan yang tidak adil [4]. Hal ini menjadi tantangan bagi keberlanjutan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat lokal. Dengan mempelajari komunitas semut, maka akan

Tanggal masuk : 05-12-2024

Revisi : 24-01-2025

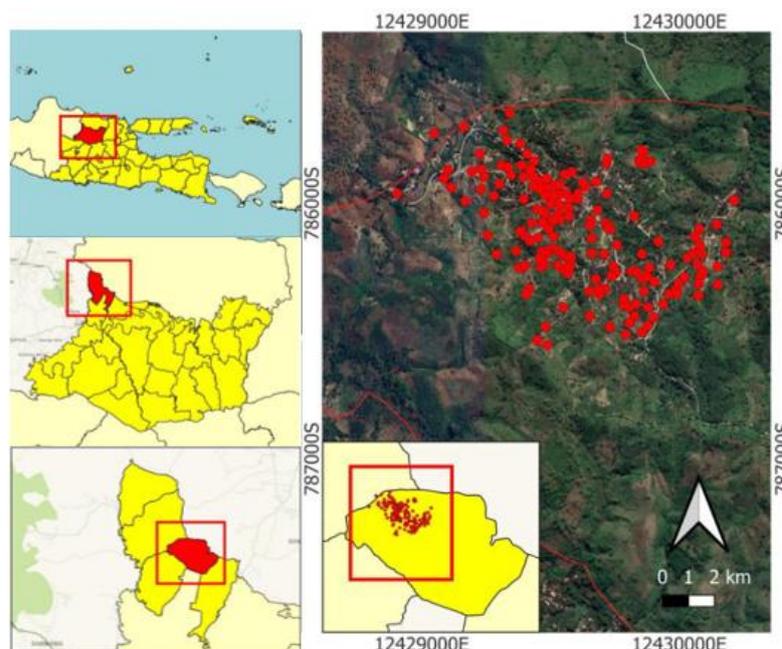
Diterima : 31-01-2025

dapat menilai kondisi ekologi dan membuat rekomendasi untuk praktik ekstraksi yang lebih berkelanjutan [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi ekologi dari semut Formicidae di area ekstraksi minyak tradisional di Wonocolo. Semut memiliki sejumlah kemampuan ekologis yang penting dalam ekosistem, termasuk bertindak sebagai agen lingkungan, pengendali hama, dan pengurai. Semut juga mampu membentuk hubungan simbiosis dengan berbagai spesies tanaman dan hewan. Semut sering kali berkontribusi pada regenerasi vegetasi asli dengan membantu penyebaran benih tanaman [6], [7]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengelolaan sumber daya alam yang lebih efektif dan berkelanjutan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian deskriptif ini dilakukan antara bulan Mei hingga Oktober 2024 di area ekstraksi minyak bumi tradisional di Desa Wonocolo, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro. Penelitian dilakukan di tiga lokasi yang dipilih secara acak (P1, P2, dan P3) di dalam area penambangan minyak, di mana kepadatan sumur tinggi dan sejumlah besar sumur terletak dalam radius 500 m². Sampel semut dikumpulkan dari permukaan tanah di bawah tutupan vegetasi dengan menggunakan metode pengambilan sampel secara *hand sorting* [8], [9]. Semut yang terkumpul ditempatkan dalam botol sampel dan *cool box* untuk selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi dan diamati secara morfologi. Sampel semut segar diamati dibawah mikroskop stereo dan diidentifikasi spesiesnya menggunakan buku identifikasi yang berjudul “*An introduction to the study of insects*” karya Borror, dkk [10]. Data spesies semut kemudian dideskripsikan dan dianalisis potensi ekologi masing-masing spesies.



Gambar 1 Lokasi penelitian Desa Wonocolo, Kecamatan Kadewan, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur, Indonesia (titik merah menunjukkan lokasi sumur) [9]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan Minyak Tradisional Wonocolo, yang terletak di Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro, memiliki karakteristik lingkungan yang kompleks dan dipengaruhi oleh kegiatan penambangan tradisional [9], [11], [12], [13]. Di daerah ini, minyak ditambang dengan metode sederhana tanpa tindakan perlindungan yang memadai, yang dapat menyebabkan degradasi lingkungan yang parah. Tingkat kontaminasi minyak sangat tinggi di daerah tersebut, terutama di sekitar sumur tua dan kilang minyak, di mana terdapat banyak sumur [14][11], [15]. Penelitian sebelumnya di daerah yang sama juga menunjukkan bahwa kualitas tanah di daerah tersebut telah memburuk dan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) telah hilang akibat polusi [12]. Penggunaan lahan di sekitar sumur minyak biasanya bercampur, dengan pisang dan jagung yang ditanam untuk pakan ternak; namun, polusi dapat memengaruhi produktivitas pertanian lokal dan kesehatan ekosistem secara keseluruhan [1]. Sifat fisik tanah di lokasi sumur tradisional Wonocolo juga telah berubah karena kegiatan

pertambangan [16]. Penelitian lain menunjukkan bahwa kegiatan pertambangan dapat mengubah struktur dan sifat fisik tanah, termasuk tekstur dan porositas tanah [17]. Hal ini dapat mengurangi kemampuan tanah untuk menyimpan air dan nutrisi, yang dapat berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman dan kelangsungan hidup organisme lain dalam ekosistem.

Semut dari famili Formicidae yang merupakan salah satu hewan dengan habitat tanah di kawasan sumur penambangan minyak bumi tradisional Wonocolo, juga memiliki keragaman yang berbeda dibandingkan dengan habitat tanah pertanian ataupun tanah pemukiman pada umumnya [4], [18], [19]. Berikut adalah spesies semut yang didapatkan di sekitar sumur penambangan minyak bumi tradisional (Tabel 1).

Tabel 1 Spesies Semut Yang Ditemukan Di Kawasan Tambang Minyak Bumi Tradisional Wonocolo, Kabupaten Bojonegoro

No.	Nama Isolat	n			Nama Indonesia	Potensi Ekologi
		P1	P2	P3		
1	<i>Camponotus pennsylvanicus</i>	-	5	32	Semut kayu hitam	indikator kesehatan lingkungan; pengendali hama; pengurai
2	<i>Crematogaster claudiae</i>	-	-	22	Semut koktail	indikator kesehatan lingkungan; pengendali hama; pengurai; Interaksi Simbiotik; Peran dalam Jaringan Makanan
3	<i>Lasius niger</i>	3	-	2	Semut taman hitam	indikator kesehatan lingkungan; pengendali hama; pengurai; Interaksi Simbiotik; Penggali Tanah
4	<i>Linepithema sp</i>	-	3	17	Semut argentina	indikator kesehatan lingkungan; pengendali hama; pengurai; Interaksi Simbiotik; Penggali Tanah
5	<i>Monomorium pharonis</i>	-	-	13	Semut firaun	indikator kesehatan lingkungan; pengendali hama; pengurai; Interaksi Simbiotik; Penggali Tanah
6	<i>Nylanderia pubens</i>	-	3	-	Semut gila Karibia	indikator kesehatan lingkungan; pengendali hama; pengurai; Interaksi Simbiotik; Penggali Tanah
7	<i>Plagiolepis sp</i>	3	-	-	Semut kuning kecil	indikator kesehatan lingkungan; pengendali hama; pengurai; Interaksi Simbiotik; Penggali Tanah

Berdasarkan hasil penelitian diketahui terdapat 7 spesies semut yaitu *Camponotus pennsylvanicus*, *Crematogaster claudiae*, *Lasius niger*, *Linepithema sp.*, *Monomorium sp.*, *Nylanderia pubens*, dan *Plagiolepis sp.* *Camponotus pennsylvanicus* atau disebut semut kayu hitam ditemukan sebanyak 37 individu. *Crematogaster claudiae* atau disebut juga semut koktail ditemukan sebanyak 22 individu. *Lasius niger* atau disebut semut taman hitam ditemukan sebanyak 5 individu. *Linepithema sp* atau disebut semut Argentina ditemukan sebanyak 20 individu. *Monomorium sp* atau umumnya disebut semut firaun ditemukan sebanyak 13 individu. *Nylanderia pubens* atau disebut sebagai semut gila Karibia ditemukan sebanyak 3 individu. *Plagiolepis sp.* yang umumnya disebut semut kuning kecil ditemukan sebanyak 3 individu. Sehingga diketahui bahwa semut kayu hitam (*Camponotus pennsylvanicus*) mendominasi di kawasan padat sumur penambangan tambang minyak bumi tradisional Wonocolo di Bojonegoro.

Camponotus pennsylvanicus, atau semut tukang kayu, memiliki potensi ekologis yang penting di berbagai bagian ekosistem. Semut tukang kayu dapat menjadi indikator kesehatan lingkungan [6], [19], [20], [21], [22]. Perubahan kekayaan spesies semut kayu dapat menggambarkan kondisi habitat yang sehat atau rusak. Penelitian lain menemukan bahwa nilai indeks keanekaragaman tertinggi di kawasan karst alami terdapat pada padang rumput karst berkapur, dengan nilai 1,82 yang mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan masih relatif sehat untuk

kelangsungan hidup semut ini [3]. Selain itu, *Camponotus pennsylvanicus* juga berperan penting sebagai pengendali hama. Semut kayu hitam memangsa berbagai serangga kecil lainnya, terutama semut dari spesies *Dolichoderus thoracic* (semut hitam) dan *Selenopsis invicta* (semut merah) yang dapat merusak tanaman. Dengan demikian, keberadaan semut kayu hitam di lahan pertanian dapat membantu mengurangi penggunaan pestisida kimia [23]. *Camponotus pennsylvanicus* juga berperan penting dalam penguraian bahan organik. *Camponotus pennsylvanicus* membantu mengubah bahan organik menjadi humus, yang pada gilirannya merupakan sumber nutrisi bagi tanaman, serta selain itu juga, semut ini mampu meningkatkan aerasi dan infiltrasi air, yang sangat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman [24]. Hal inilah yang memungkinkan vegetasi untuk bertahan hidup di area ekstraksi minyak bumi tradisional, meskipun tanah di sekitar vegetasi telah tercemar dengan minyak mentah dari ekstraksi minyak bumi. *Camponotus pennsylvanicus* juga dapat digunakan sebagai biomarker [23]. Kondisi lingkungan yang sesuai untuk semut kayu hitam, seperti suhu rata-rata 33,15°C dan pH 7, mengindikasikan bahwa semut ini mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan dan memberikan informasi mengenai kondisi ekosistem yang mampu ditoleransi [14]. Oleh karena itu, hal ini berkontribusi pada dominasi semut kayu hitam di area ekstraksi minyak tradisional Wonocolo.



Gambar 2 *Camponotus pennsylvanicus* yang mendominasi di kawasan sumur penambangan minyak bumi tradisional Wonocolo, Bojonegoro

Crematogaster claudiae adalah spesies semut paling banyak ditemukan kedua setelah *Camponotus pennsylvanicus*. Genus *Crematogaster* memiliki potensi ekologis yang sangat penting bagi lingkungan. Sebagai indikator kesehatan ekosistem, *Crematogaster claudiae* dapat memberikan informasi mengenai kualitas habitat dan dampak dari aktivitas manusia seperti deforestasi atau perubahan penggunaan lahan, karena semut ini sensitif terhadap perubahan lingkungan. Penelitian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies semut dapat menggambarkan kondisi lingkungan yang menguntungkan dan karenanya dapat digunakan untuk menilai ketahanan ekosistem. Sebagai predator, *Crematogaster claudiae* juga berperan penting dalam mengendalikan populasi hama dengan memangsa berbagai macam serangga kecil, termasuk larva dan serangga berbahaya lainnya [6], [25]. Oleh karena itu, keberadaan *C. claudiae* dapat mengurangi kebutuhan pestisida kimia di bidang pertanian, yang sering kali berdampak negatif terhadap lingkungan. *Crematogaster claudiae* juga berkontribusi pada penguraian bahan organik. *Crematogaster claudiae* membantu menguraikan sisa-sisa tanaman dan hewan yang mati, memperkaya tanah dengan nutrisi penting. Aktivitas *C. claudiae* menggali dan memindahkan bahan organik meningkatkan aerasi tanah dan mendorong pembentukan humus, yang sangat penting untuk kesuburan tanah. Selain itu, semut ini sering membentuk hubungan simbiosis dengan berbagai spesies tanaman dan serangga lainnya [26]. *Crematogaster claudiae* dapat membentuk hubungan timbal balik dengan tanaman tertentu, di mana semut ini melindungi tanaman dari herbivora atau patogen, sementara tanaman menyediakan nektar sebagai sumber makanan bagi semut. Interaksi ini tidak hanya mendukung kelangsungan hidup kedua belah pihak, tetapi juga berkontribusi pada stabilitas ekosistem secara keseluruhan. Sebagai bagian dari jaring makanan, *Crematogaster claudiae* dimangsa oleh predator lain seperti burung dan mamalia kecil. Dengan demikian, mereka berkontribusi pada aliran energi dalam ekosistem dan mendukung keberagaman hayati.

Semut ketiga dengan jumlah individu terbanyak adalah *Linepithema* sp. *Linepithema* sp. dapat menggambarkan kualitas habitat dan kondisi lingkungan [27]. Kehadiran dan kelimpahan spesies ini sering kali memberikan informasi tentang konsekuensi lingkungan dari perubahan penggunaan lahan, karena semut ini dapat ditemukan di berbagai habitat, termasuk daerah yang terkena dampak aktivitas manusia [28]. Dalam perannya sebagai pestisida alami, *Linepithema* sp. mengatur populasi serangga kecil, seperti kutu daun dan serangga pengganggu lainnya yang dapat merusak tanaman. Dengan memburu hama-hama tersebut, semut membantu menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga menjadi alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan [29]. Selain itu, semut *Linepithema* sp. berkontribusi dalam penguraian bahan organik. Penggalian dan pembuatan sarang semut ini membantu meningkatkan aerasi tanah dan mempercepat penguraian sisa-sisa tanaman dan hewan yang telah mati [14]. Proses ini tidak hanya memperkaya tanah dengan unsur hara, tetapi juga

mendukung siklus hara yang sehat dalam ekosistem. *Linepithema* sp. sering berinteraksi secara simbiosis dengan serangga lain, seperti kutu daun. Semut ini mengambil sekresi gula yang dihasilkan oleh kutu daun, *Linepithema* sp. melindungi kutu daun dari predator [30]. Interaksi ini menggambarkan kompleksitas hubungan interspesifik dalam ekosistem dan bagaimana *Linepithema* sp. berkontribusi terhadap stabilitas komunitas biologis. *Linepithema* sp. berkontribusi terhadap perbaikan struktur tanah dengan membuat terowongan sebagai pembersih tanah yang potensial [29]. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan kesehatan tanah, tetapi juga meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memfasilitasi air dan penetrasi akar [31]. Oleh karena itu, *Linepithema* sp. memainkan peran multifungsi yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung hubungan antar spesies yang kompleks di lingkungannya.

Monomorium sp. (semut Firaun) adalah spesies semut keempat yang paling banyak ditemukan di penambangan minyak bumi tradisional Wonocolo dan umum di semua habitat serta memiliki potensi ekologis yang signifikan di berbagai kompartemen lingkungan. Sebagai indikator kesehatan ekosistem, *Monomorium* sp. dapat menggambarkan kondisi habitat yang sehat atau rusak. Perubahan keanekaragaman spesies semut ini sering kali memberikan informasi tentang kualitas habitat. *Monomorium* sp. diketahui toleran terhadap berbagai macam habitat, semut ini dapat dianggap sebagai indikator kesehatan ekosistem karena pada habitat yang rusak, semut ini jarang ditemukan [29], [32]. Adapun potensi ekologis *Monomorium* sp. sebagai semut hama, semut ini memakan berbagai macam serangga kecil seperti kutu daun dan hama lainnya. Dengan mengurangi populasi hama, semut ini membantu menjaga keseimbangan ekosistem dan mendorong pertumbuhan tanaman, sehingga kehadirannya sangat penting dalam bidang pertanian, di mana semut ini dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia. Semut *Monomorium pharaohensis* juga berkontribusi pada penguraian bahan organik dengan menggali tanah dan membangun sarang. Kegiatan ini meningkatkan aerasi tanah dan mendorong penguraian sisa-sisa tanaman dan hewan yang mati, yang tidak hanya memperkaya tanah tetapi juga membantu menjaga keseimbangan alamnya. Diketahui beberapa spesies semut ini mampu berinteraksi dengan tungau untuk menggunakan sekresi manis mereka sebagai sumber makanan. *Monomorium* sp. juga mampu melakukan komunikasi sosial yang kompleks, yang membantu mengoordinasikan perilaku kolonial dan melindungi wilayah yang dominan. Potensi adaptasi habitatnya terlihat dari kemampuannya untuk hidup di berbagai jenis tanah [33], termasuk gambut dan tanah yang terkontaminasi. Oleh karena itu, *Monomorium* sp. memainkan peran multifungsi yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung interaksi yang kompleks antar spesies di lingkungannya.

Sedangkan untuk spesies *Lasius niger* (Semut taman hitam), *Nylanderia pubens* (Semut gila Karibia), dan *Plagiolepis* sp (Semut kuning kecil) juga memiliki potensi yang sama walaupun jumlah individu masing-masing semut tersebut cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan semut yang lainnya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat 7 spesies semut famili Formicidae yaitu *Camponotus pennsylvanicus* (Semut kayu hitam), *Crematogaster claudiae* (Semut koktail), *Lasius niger* (Semut taman hitam), *Linepithema* sp (Semut Argentina), *Monomorium* sp (Semut firaun), *Nylanderia pubens* (Semut gila Karibia), dan *Plagiolepis* sp (Semut kuning kecil). Dari ketujuh semut yang ditemukan diketahui memiliki potensi ekologi yang luas dan multifungsi, memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, mengendalikan hama, serta mendukung proses dekomposisi dan interaksi simbiotik. Memahami peran ekologis spesies ini sangat penting untuk pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dan konservasi keanekaragaman hayati di habitat mereka.

V. REFERENSI

- [1] R. N. Naumi, "PERTAMBANGAN MINYAK TRADISIONAL DI DESA WONOCOLO, KECAMATAN KEDEWAN, KABUPATEN BOJONEGORO TAHUN 1970-1987," *AVATARA- Jurnal PendidikanSejarah*, vol. 3, no. 1, pp. 135–146, 2015.
- [2] N. Fateah and A. D. Sartika, "KEARIFAN LOKAL MASYARAKAT PENAMBANG MINYAK TRADISIONAL DALAM EKSPRESI BAHASA DAN BUDAYA JAWA DI DESA WONOCOLO KABUPATEN BOJONEGORO," in *PROSIDINGSEMINAR NASIONAL DMI*, 2024, pp. 107–115.
- [3] S. Mulyani, E. Purnomo, R. Andriani, S. Program, U. Biologi, and R. Pgri, "BIODIVERSITAS SERANGGA TANAH SEBAGAI BIOINDIKATOR LINGKUNGAN DI LAHAN BEKAS TAMBANG PT SEMEN INDONESIA (PERSERO) Tbk. DI MUSIM KEMARAU," in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 2022, pp. 308–313. [Online]. Available: <http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/SNasPPM>

- [4] N. Yuniar and N. F. Haneda, "Keanekaragaman semut (Hymenoptera: Formicidae) pada empat tipe ekosistem yang berbeda di Jambi," *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, vol. 1, no. 7, pp. 1582–1585, 2015, doi: 10.13057/psnmbi/m0107.
- [5] F. W. Sardhi, Z. Zulyusri, V. Vauzia, and R. Satria, "Jenis-jenis semut (Hymenoptera : Formicidae) sepanjang aliran sungai di Kota Padang, Sumatera Barat," in *Prosiding SEMNAS BIO*, 2021, pp. 1720–1727.
- [6] A. R. Putri *et al.*, "Inventarisasi Semut Arboreal (Hymenoptera: Formicidae) di Kawasan Air Terjun Sarasah Uwak," in *Prosiding Semnas Bio 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, Jakarta, 2022, pp. 180–186.
- [7] Y. Indrayani, E. Wardenaar, and Ahmad Dandi, "KEANEKARAGAMAN JENIS SEMUT ARBOREAL DI KEBUN RAYA SAMBAS KALIMANTAN BARAT," *Jurnal Hutan Lestari*, vol. 10, no. 3, pp. 695–703, 2022.
- [8] F. Latumahina, "Respon Semut Terhadap Kerusakan Antropogenik Pada Hutan Lindung Sirimau, Ambon," *Agrologia*, vol. 5, no. 2, pp. 53–66, 2016.
- [9] L. A. Rahmawati, N. Afiati, and T. T. Putranto, "Diversity of soil macrofauna in traditional oil mining of Wonocolo Geosite, Bojonegoro Geopark, East Java, Indonesia," *Biodiversitas*, vol. 25, no. 5, pp. 2148–2160, 2024, doi: 10.13057/biodiv/d250533.
- [10] D. J. Borror and D. M. Delong, "An introduction to the study of insects.," 1971.
- [11] M. A. Sari and E. Retnaningrum, "Hydrocarbon degradation by bacteria from rhizospheres of *Imperata cylindrica* at oil mining site in Wonocolo, Bojonegoro, Indonesia," *Biodiversitas*, vol. 20, no. 11, pp. 3422–3429, 2019, doi: 10.13057/biodiv/d201140.
- [12] N. C. Elvania, Y. S. Margianti, S. A. Tiara, and D. B. Nugroho, "Analisis Kesuburan Tanah di Pertambangan Minyak Tradisional Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro," *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 8, no. 1, pp. 42–49, Aug. 2023, doi: 10.33084/mitl.v8i2.5350.
- [13] N. C. Elvania, Y. S. Margianti, S. A. Tiara, and D. B. Nugroho, "Analisis Kesuburan Tanah di Pertambangan Minyak Tradisional Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro," *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 42–49, Aug. 2023, doi: 10.33084/mitl.v8i2.5350.
- [14] A. Syahirah *et al.*, "Dampak Suhu Terhadap Kelimpahan Semut Di Area Kampus B Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang," in *Prosiding Semnas Bio UIN Raden Fatah Palembang*, 2023, pp. 83–97.
- [15] G. L. Sari, Y. Trihadiningrum, and Ni'matuzahroh, "Petroleum hydrocarbon pollution in soil and surface water by public oil fields in Wonocolo sub-district, Indonesia," *Journal of Ecological Engineering*, vol. 19, no. 2, pp. 184–193, 2018, doi: 10.12911/22998993/82800.
- [16] C. Z. Fatiha, eko Hanudin, and S. N. Utami, "Analisis Indeks Kualitas Tanah Sekitar Penambangan Minyak Tradisional di Wonocolo, Kedewan, Bojonegoro," 2023.
- [17] O. : Pindy, S. Pertiwi, and B. D. Siswoko, "DAMPAK KEGIATAN PENAMBANGAN MINYAK TRADISIONAL OLEH MASYARAKAT DESA WONOCOLO DI KAWASAN HUTAN RPH KEDEWAN, KPH CEPU," 2018. [Online]. Available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- [18] E. N. K. Zebua, "STUDI ETOLOGI SEMUT RANGRANG (OECOPHYLLA SMARAGDINA) PADA KONDISI HABITAT YANG BERBEDA," *FAGURU: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Keguruan*, vol. 1, no. 2, pp. 95–107, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.uniraya.ac.id/index.php/FAGURU>
- [19] Abtar, Hasriyanti, and B. Nasir, "Komunitas Semut (Hymenoptera: Formicidae) Pada Tanaman Padi, Jagung dan Bawang Merah," *Jurnal Agorekbis*, vol. 1, no. 2, pp. 109–112, 2013.
- [20] F. Latumahina, G. Mardiatmoko, and J. Sahusilawane, *Respon Semut Terhadap Kerusakan Ekosistem Hutan di Pulau Kecil*. Media Akselerasi, 2019.
- [21] T. Haryati, "JENIS-JENIS SEMUT HAMA PADA PERUMAHAN GRIYA TUI BELIMBING," *Ekasakti Jurnal Penelitian dan Pengabdian (EJPP)*, vol. 2, no. 2, pp. 245–252, 2022.
- [22] L. Zhang, R. Ma, W. Xu, J. Billen, and H. He, "Comparative morphology and ultrastructure of the labial gland among castes of *Camponotus japonicus* (Hymenoptera: Formicidae)."
- [23] C. G. Semiun and Y. I. Mamulak, "Keanekaragaman Arthropoda pada lahan pertanian kacang di Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur Arthropods diversity on pea's field in Kupang Regency East Nusa Tenggara Province," *Jurnal Biologi Udayana*, vol. 25, no. 1, pp. 28–38, 2021, [Online]. Available: www.bugguide.net
- [24] D. Setiawati, Y. Wardianti, and M. Widiya, "KEANEKARAGAMAN SERANGGA PERMUKAAN TANAH DI KAWASAN BUKIT GATAN KABUPATEN MUSI RAWAS," *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, vol. 3, no. 2, pp. 65–70, Jul. 2021, doi: 10.31540/biosilampari.v3i2.1274.
- [25] N. Ardianita, D. Oktafitria, A. Rahmawati, and E. Purnomo, "Keragaman Hymenoptera di Lahan Reklamasi Sistem Teknologi Modifikasi Terasering di Lahan Bekas Penambangan Batu Kapur," *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, vol. 9, no. 1, pp. 59–70, 2024, doi: 10.32528/bioma.v9i1.1012.
- [26] I. M. Putra, M. Hadi, and R. Rahadian, "Struktur Komunitas Semut (Hymenoptera : Formicidae) di Lahan Pertanian Organik dan Anorganik Desa Batur, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang," *Bioma*, vol. 19, no. 2, pp. 170–176, 2017.
- [27] M. Basna, R. Koneri, and A. Papu, "Distribusi Dan Diversitas Serangga Tanah Di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Sulawesi Utara," *Jurnal MIPA Unsrat*, vol. 6, no. 1, pp. 36–42, 2017.
- [28] N. Yuniasari, N. Yuliastanti, T. Himawan, and A. Rizali, "Keanekaragaman dan kelimpahan semut pada perkebunan kakao di Jawa Timur: pengaruh kondisi habitat dan keberadaan tropobion," *J Entomol Indones*, vol. 18, no. 1, p. 1, 2021.

- [29] I. S. Rohyani and Y. Sulistiani, "The Identification of Soil Insect in The Karandangan Natural Tourism Forest," *Jurnal Biologi Tropis*, vol. 22, no. 1, pp. 323–328, Apr. 2022, doi: 10.29303/jbt.v22i1.3387.
- [30] M. T. Octamil, S. Fatimah, and E. Agustina, "KOMPOSISI DAN KEANEKARAGAMAN SERANGGA PERMUKAAN TANAH DI KAWASAN KAMPUS UIN AR-RANIRY Banda Aceh," in *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan*, 2021, pp. 5–11.
- [31] Y. P. SARI, E. KUSUMAWATI, C. SALEH, W. KUSTIAWAN, and S. SUKARTINGSIH, "Effect of sucrose and plant growth regulators on callogenesis and preliminary secondary metabolic of different explant *Myrmecodia tuberosa*," *Nusantara Bioscience*, vol. 10, no. 3, pp. 183–192, Aug. 2018, doi: 10.13057/nusbiosci/n100309.
- [32] N.- Yuniasari, N.- Yuliantanti, T.- Himawan, and A.- Rizali, "Keanekaragaman dan kelimpahan semut pada perkebunan kakao di Jawa Timur: pengaruh kondisi habitat dan keberadaan tropobion," *J Entomol Indones*, vol. 18, no. 1, p. 1, Jun. 2021, doi: 10.5994/jei.18.1.1.
- [33] D. Setiawati, Y. Wardianti, and M. Widiya, "KEANEKARAGAMAN SERANGGA PERMUKAAN TANAH DI KAWASAN BUKIT GATAN KABUPATEN MUSI RAWAS," *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, vol. 3, no. 2, pp. 65–70, Jul. 2021, doi: 10.31540/biosilampari.v3i2.1274.