

Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang Kapur sebagai Lahan Alternatif Penghasil Hijauan Pakan untuk Ternak Ruminansia

The Utilization of Limestone Post-mine Land as an Alternative Forages Producing Land for Ruminants

Caribu Hadi Prayitno^{*)}, Deni Setiadi

Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

^{*)} Penulis untuk korespondensi: caribuunsoed@gmail.com

Sitasi: Prayitno, C. H., & Setiadi, D. (2024). The utilization of limestone post-mine land as an alternative forages producing land for ruminants. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-12 Tahun 2024, Palembang 21 Oktober 2024.* (pp. 11–19). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

Post-limestone mining land is widespread throughout Indonesia and causes negative impact in the form of abandoned open lands. The availability of land for forage is very limited, so it is necessary to use the abandoned land such as post-limestone mining land as an alternative forage producing land. Utilizing post-limestone mining land as a producer of forage also contributes to reduce ecosystem damages. Low soil fertility and the type of forages to be cultivated are challenges in making post-limestone mining land as an alternative forage producing land. The innovations to utilize post-limestone mining land are improving the quality and fertility of the soil with organic matter, revegetating legume plants as pioneer plants, and planting cultivated grass and sweet potatoes as an effort to fulfill the forages for ruminant animals.

Keywords: post-limestone mining land, forages, ruminant animals

ABSTRAK

Lahan bekas pertambangan kapur tersebar luas di seluruh Indonesia dan menimbulkan dampak negatif berupa lahan terbuka yang terlantar. Ketersediaan lahan untuk hijauan pakan sangat terbatas, sehingga diperlukan pemanfaatan lahan-lahan terlantar seperti lahan bekas tambang kapur sebagai alternatif lahan penghasil hijauan pakan. Pemanfaatan lahan bekas tambang kapur sebagai penghasil hijauan pakan juga turut berkontribusi dalam upaya mengurangi kerusakan ekosistem. Kesuburan tanah yang rendah dan jenis hijauan pakan yang akan dibudidaya merupakan tantangan dalam menjadikan lahan bekas tambang kapur sebagai lahan alternatif penghasil hijauan pakan. Inovasi dalam memanfaatkan lahan bekas tambang kapur adalah dengan melakukan pemulihan kualitas dan kesuburan tanah dengan pemupukan bahan organik, revegetasi tanaman legum sebagai tanaman pionir, dan penanaman rumput budidaya dan tanaman ubi jalar sebagai upaya pemenuhan kebutuhan hijauan pakan bagi ternak ruminansia

Kata kunci: lahan bekas tambang kapur, hijauan pakan ternak, ternak ruminansia

PENDAHULUAN

Kapur merupakan komoditas tambang yang berharga. Bahan tambang kapur dibutuhkan sebagai bahan baku semen, bahan bangunan, penjernih air, bahan campuran pembuatan kertas, hingga bahan biomaterial untuk implantasi tulang (Wardiana *et al.*, 2019). Sebagai akibat dari kebutuhan kapur yang tinggi untuk bahan baku industri, pertambangan kapur pun tersebar luas di seluruh Indonesia dan menimbulkan dampak negatif berupa lahan terbuka yang terlantar. Lahan terlantar tersebut hanya dibiarkan dan tidak dimanfaatkan karena ekosistem lingkungan yang sudah rusak yang berdampak pula pada kualitas tanahnya (Sarwanto & Prayitno, 2015).

Ketersediaan lahan untuk usaha pertanian di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, semakin terbatas sebagai akibat dari meningkatnya alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian (Arifin, 2015). Para pelaku usaha pertanian dan peternakan terpaksa untuk mencari alternatif lahan lain untuk tetap menjalankan keberlangsungan usahanya. Salah satu opsi yang dapat menjadi alternatif adalah lahan bekas tambang. Wahid *et al.* (2020) mengemukakan bahwa pemanfaatan lahan-lahan suboptimal dan lahan marjinal seperti lahan bekas tambang belum optimal. Sehingga potensi penggunaannya masih sangat besar untuk dipergunakan sebagai usaha pertanian dan peternakan.

Meskipun dapat menjadi lahan alternatif, kualitas dan kesuburan tanah pada lahan bekas tambang tidak sebaik kualitas tanah pada lahan peruntukan pertanian, Daru *et al.* (2020) mengemukakan bahwa lahan bekas tambang dicirikan memiliki kesuburan yang jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan lahan pertanian secara umum. Kesuburan yang rendah disebabkan oleh kegiatan pertambangan yang telah berlangsung terus menerus selama bertahun-tahun dan menimbulkan kerusakan ekosistem dan lingkungan yang memengaruhi kesuburan tanah dan ditandai dengan perubahan sifat fisik dan kimia tanah (Latief *et al.*, 2020). Diperlukan upaya-upaya untuk mengembalikan kualitas tanah pada lahan bekas tambang, agar dapat memperbaiki kualitas tanah dan ekosistem pada lahan bekas tambang.

Usaha peternakan ruminansia, seperti sapi, kambing dan domba, memerlukan hijauan sebagai pakan utama. Prayitno *et al.* (2022) mengemukakan hijauan diberikan dengan proporsi yang lebih besar untuk diberikan kepada ternak ruminansia dibandingkan pemberian konsentrat. Ketersediaan lahan hijauan untuk pakan sangat terbatas, sehingga diperlukan pemanfaatan lahan-lahan terlantar seperti lahan bekas tambang kapur sebagai alternatif lahan penghasil hijauan pakan.

Pemanfaatan lahan bekas tambang kapur sebagai lahan alternatif penghasil hijauan pakan, juga turut berkontribusi dalam upaya mengurangi kerusakan ekosistem yang ditimbulkan dari kegiatan pertambangan. Sarwanto dan Tuswati (2017) memaparkan bahwa penanaman kembali hijauan pakan pada lahan bekas tambang kapur dapat mengurangi kerusakan ekosistem sebagai akibat dari aktivitas penambangan kapur. Subowo (2011) juga mengemukakan bahwa perbaikan tanah dengan pemupukan bahan organik dan revegetasi tanaman legum dapat memperbaiki ekosistem dan kesuburan tanah.

Makalah ini dibuat untuk menjelaskan tentang pemanfaatan lahan bekas tambang kapur sebagai alternatif lahan penghasil hijauan pakan. Penulisan makalah ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi studi dalam pemanfaatan lahan bekas tambang kapur sebagai alternatif lahan penghasil hijauan pakan bagi ternak ruminansia, sehingga dapat diaplikasikan di lapangan oleh petani peternak di Indonesia, khususnya yang berada di sekitar lahan bekas tambang kapur.

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

KARAKTERISTIK DAN POTENSI LAHAN BEKAS TAMBANG KAPUR SEBAGAI PENGHASIL HIJAUAN PAKAN

Pertambangan batu kapur dilakukan di gunung-gunung karst yang keberadaannya tersebar di seluruh Indonesia. Luas gunung karst di Indonesia mencapai sekitar 1,54 juta hektar atau 8.2% dari total luas negara Indonesia (Cahyadi, 2010). Karst didefinisikan sebagai bentuk permukaan bumi yang terbentuk dari pelarutan batuan kapur dan pada umumnya memiliki karakteristik depresi tertutup, aliran air di permukaan dan terdapat pula gua-gua (Hartawan, *et al.*, 2020). Batuan kapur, sebagai bahan galian pada pertambangan kapur, adalah batuan sedimen yang terdiri dari mineral *calcite* atau kalsium karbonat (CaCO_3) yang bersumber dari organisme laut dan membentuk 10% dari batuan sedimen, sehingga batu kapur menjadi bahan baku penting dalam pembuatan semen (Gofur & Wesnawa, 2018). Kawasan karst berperan penting dalam ekosistem sebagai bebatuan pengikat karbon dan penyerap air hujan sehingga berperan pula dalam menyediakan sumber air bersih bagi manusia (Fitriani, 2024). Lahan bekas tambang kapur dikategorikan sebagai lahan kritis atau marjinal karena kesuburan tanah yang rendah sebagai akibat dari penambangan yang terjadi secara terus menerus (Andriani *et al.*, 2019).

Pemanfaatan lahan bekas tambang kapur masih sangat sedikit dan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai lahan alternatif dalam usaha pertanian dan peternakan, khususnya sebagai lahan alternatif dalam menghasilkan hijauan pakan. Harwanto *et al.* (2023) mengemukakan bahwa lahan bekas tambang kapur berpotensi untuk dijadikan lahan alternatif dalam menghasilkan hijauan pakan karena beberapa jenis rumput dan legum dapat tumbuh di lahan bekas tambang kapur secara alami dan digolongkan sebagai hijauan pakan *indigenous*. Isnaniarti *et al.* (2017) menambahkan bahwa meskipun termasuk lahan marjinal, lahan bekas tambang kapur memiliki kemampuan untuk melakukan pemulihan alami yang ditandai dengan tumbuhnya tanaman-tanaman pionir. Tanaman pionir merupakan sekelompok tanaman yang tumbuh pertama kali pada lahan dengan tingkat kerusakan ekstrim sebagai akibat dari kebakaran, bencana alam, dan pertambangan.

Penelitian Sarwanto dan Prayitno (2015) menunjukkan bahwa dari tiga kategori lahan bekas tambang kapur yaitu kategori lahan bekas tambang kapur ringan, sedang, dan berat, lahan tambang sedang memiliki tingkat vegetasi dan keragaman hijauan pakan yang lebih banyak dibandingkan kategori lahan bekas tambang kapur ringan dan berat, dengan total terdapat 13 spesies hijauan pakan *indigenous*, yang terdiri dari 7 spesies rumput, 2 spesies legum dan 4 spesies perdu. Penelitian Sarwanto *et al.* (2015) menambahkan bahwa produksi hijauan pakan *indigenous* pada lahan bekas tambang kapur mencapai dapat mencapai 29,75 ton/ha/tahun.

Tingkat keragaman vegetasi ini tentu berkaitan dengan tingkat kesuburan tanah di lahan bekas tambang kapur, dimana berdasarkan penelitian Sarwanto dan Prayitno (2015), menunjukkan bahwa lahan bekas tambang kapur memiliki tingkat kesuburan yang lebih baik dibandingkan kategori lahan bekas tambang kapur lainnya (Tabel 1).

Tabel 1. Tingkat kesuburan tanah pada lahan bekas tambang di pegunungan kapur Gombang Selatan (Sarwanto & Prayitno, 2011)

Kategori Pertambangan	Nitrogen (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Ringan	0.141	0.067	0.095
Sedang	0.202	0.133	0.100
Berat	0.049	0.102	0.086



Gambar 1. Lokasi lahan tambang kapur dengan kategori sedang di Gombang Selatan

Lama waktu setelah penambangan memengaruhi kondisi tanah di lahan bekas tambang kapur. Lahan dengan usia lebih dari 20 tahun memiliki kondisi tanah yang lebih baik daripada lahan yang berusia kurang dari 20 tahun. Penelitian Sarwanto dan Tuswati (2020) menunjukkan bahwa lahan dengan usia lebih dari 20 tahun memiliki kesuburan rendah-sedang dan lahan dengan usia kurang dari 20 tahun memiliki kesuburan sangat rendah-rendah, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Parameter kesuburan tanah pada lahan bekas tambang kapur berusia lebih dari 20 tahun, menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan lahan bekas tambang kapur kurang dari 20 tahun. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, lahan bekas tambang kapur yang dapat menjadi lahan alternatif penghasil hijauan pakan adalah lahan bekas tambang kapur dengan kategori sedang (Gambar 1) dengan usia lahan lebih dari 20 tahun.

Tabel 2. Komposisi tanah pada lahan bekas tambang kapur usia lebih dari 20 tahun dan kurang dari 20 tahun (Sarwanto & Tuswati, 2020)

Parameter	Lahan < 20 tahun	Lahan > 20 tahun
Karbon organik (%)	0,150	0,652
Bahan organik (%)	0,259	1,124
pH H ₂ O	7,44	7,45
Nitrogen total (%)	0,196	0,251
P ₂ O ₅ total (%)	0,089	0,140
K ₂ O (%)	0,240	0,293
C/N ratio	0,77	2,60
Pasir (%)	77,973	46,923
Debu (%)	10,670	35,867
Liat (%)	11,357	17,210

TANTANGAN DALAM PENGELOLAAN LAHAN BEKAS TAMBANG KAPUR SEBAGAI PENGHASIL HIJAUAN PAKAN

Lahan bekas tambang kapur memiliki tingkat kesuburan rendah dengan kandungan unsur hara yang miskin. Lahan bekas tambang menjadi tidak subur karena kegiatan penambangan dilakukan dengan metode penambangan terbuka yang menyebabkan tercampurnya bahan batuan *overburden* dengan tanah pucuk, sehingga menghasilkan hamparan lahan yang dihasilkan memiliki kandungan organik, retensi air, dan unsur hara yang sangat rendah, bersifat toksik dan tidak terstruktur (Kumar & Pandey, 2013). Salah satu metode penambangan terbuka adalah metode penambangan *quarry*. Metode penambangan *quarry* biasanya dilakukan untuk menggali bahan galian batuan, seperti batu kapur, granit, marmer, dan andesit. Metode *quarry* bersifat sementara dan kegiatan penambangan akan dihentikan jika material tambang habis atau dianggap tidak lagi memiliki nilai ekonomis. Akibatnya, lahan bekas tambang yang menggunakan metode *quarry*, biasanya dibiarkan begitu saja tanpa ada penanganan lebih lanjut (Andriani *et al.*, 2019).

Proses penambangan kapur di gunung-gunung karst berdampak negatif, tidak hanya ketika proses pertambangan masih berlangsung, namun juga berdampak ketika kegiatan pertambangan selesai dilakukan. Khosiah dan Utami (2013) melaporkan bahwa hampir semua kegiatan pertambangan kapur di Indonesia tidak dilakukan penanganan lebih lanjut untuk memperbaiki kerusakan lingkungan. Pembiaran dan penelantaran terhadap lahan bekas tambang kapur menjadi permasalahan lingkungan baru dan lahan bekas tambang-tambang kapur terlantar ini banyak tersebar di berbagai tempat di Pulau Jawa. Lahan bekas tambang kapur yang ditelantarkan meliputi daerah Tuban (Khosiah & Utami, 2013), Gombong (Sarwanto & Prayitno, 2015; Sarwanto & Tuswati, 2017), Jember (Gofur & Wesnawa, 2018), dan Banyumas (Harwanto *et al.*, 2023).

Tantangan dalam menjadikan lahan bekas tambang kapur sebagai lahan alternatif penghasil hijauan pakan, selain masalah kesuburan tanah, tetapi juga tentang pemilihan jenis hijauan yang dapat ditanam dan tumbuh optimal di lahan bekas tambang kapur. Jenis-jenis rumput dan legum potensial alami sebagai hijauan pakan yang dapat tumbuh di lahan bekas tambang kapur, berdasarkan penelitian Harwanto *et al.* (2023) meliputi *Ischaemum rugosum* (rumput bleblem atau rumput rawa), *Imperata cylindrica* (alang-alang), dan *Paspalum scrobiculatum* (rumput millet koda) untuk jenis rumput, serta *Mimosa pudica* (tanaman putri malu), *Centrosema pubescens* (tanaman kacang sentro), dan *Calopogonium mucunoides* (tanaman kacang kalopo) untuk jenis legum. Hijauan yang tumbuh secara alami, dipastikan tidak akan mampu untuk memenuhi kecukupan hijauan bagi ternak ruminansia, baik secara kuantitas dan kualitas, sehingga diperlukan ketersediaan hijauan sepanjang tahun melalui penanaman hijauan pakan, baik itu rumput maupun legum (Hartutik, 2017).

INOVASI HIJAUAN PAKAN DI LAHAN BEKAS TAMBANG KAPUR

Lahan bekas tambang memiliki sifat miskin hara sehingga digolongkan sebagai lahan kritis yang tidak subur. Upaya pemanfaatan lahan bekas tambang kapur menjadi lahan yang lebih subur dapat diawali dengan memulihkan kualitas dan kesuburan tanah dengan pemupukan bahan organik. Kemudian langkah selanjutnya yang dapat dilakukan adalah dengan revegetasi tanaman legum di lahan bekas tambang kapur untuk memperbaiki ekosistem tanah. Setelah

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

itu, penanaman rumput budidaya dan ubi jalar dapat dilakukan sebagai upaya pemenuhan kebutuhan hijauan pakan bagi ternak ruminansia.

Pemulihan Kualitas Dan Kesuburan Tanah Dengan Pemupukan Bahan Organik

Upaya pertama kali yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan lahan bekas tambang kapur sebagai lahan yang lebih produktif adalah dengan memperbaiki kesuburan tanah. Metode yang dapat dilakukan untuk memperbaikinya adalah dengan metode pemupukan. Pemupukan didefinisikan sebagai kegiatan yang bertujuan untuk melengkapi dan memperbaiki ketersediaan unsur hara tanah melalui pemberian pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman (Fathin *et al.*, 2019). Pemupukan serasah kompos kambing dapat dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kesuburan pada lahan bekas tambang kapur. Penelitian Sarwanto dan Tuswati (2021) menunjukkan bahwa pemupukan dengan serasah kompos kambing, yaitu campuran dari tumpukan feses, urin, dan sisa pakan sebanyak minimal 1 kg/m³ dapat meningkatkan produksi ubi jalar yang ditanam di lahan bekas tambang kapur. Subardja *et al.* (2011) mengemukakan bahwa pemberian pupuk kompos dan kandang dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah yang rendah pada lahan bekas tambang kapur, sehingga lahan yang sebelumnya kurang subur, menjadi lebih subur.

Revegetasi Tanaman Legum Sebagai Tanaman Pionir dan Hijauan Pakan

Penanaman tanaman pionir penutup tanah, seperti leguminosa, dapat dilakukan segera setelah pemupukan bahan organik selesai. Hal tersebut dilakukan agar pemulihan kualitas lahan bekas pertambangan menjadi lebih cepat. Penanaman tanaman legum sebagai tanaman pionir sangat diperlukan karena tanaman legum dapat memanfaatkan nitrogen (N₂) pada udara hasil simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*, dan bahan organik yang dihasilkan kaya akan nitrogen. Nitrogen diperlukan oleh tanaman sebagai unsur hara esensial, sehingga, nitrogen yang diikat oleh akar tanaman legum turut pula mempercepat pemulihan kesuburan tanah (Subowo, 2011).

Selain berperan sebagai tanaman pionir, tanaman legum juga dapat dimanfaatkan sebagai hijauan pakan. Legum memiliki penggolongan yang sama seperti rumput yaitu sebagai hijauan. Namun secara kualitas nutrisi, legum dianggap lebih baik karena mengandung protein kasar dan kalsium yang lebih tinggi daripada rumput, meskipun pemberiannya harus tetap dibatasi (Utomo *et al.*, 2022). Penelitian Harwanto *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa jenis legum yang potensial sebagai hijauan pakan karena banyak ditemui dan dapat tumbuh alami di lahan bekas tambang kapur adalah *Mimosa pudica* (tanaman putri malu), *Centrosema pubescens* (tanaman kacang sentro), dan *Calopogonium mucunoides* (tanaman kacang kalopo).

Penanaman Rumput Gajah Kerdil Sebagai Hijauan Pakan Ternak

Jenis rumput yang dapat tumbuh alami sebagai hijauan pakan di lahan bekas tambang kapur adalah *Ischaemum rugosum*, *Imperata cylindrica*, dan *Paspalum scrobiculatum*. Rumput-rumput tersebut dikategorikan sebagai rumput alam atau rumput lapangan yang secara kualitas nutrisi lebih rendah jika dibandingkan dengan rumput budidaya. Ketersediaan rumput alam pun sangat dipengaruhi oleh alam, sehingga memiliki risiko tidak tersedia sepanjang tahun (Prayitno *et al.*, 2022). Karenanya penanaman rumput budidaya setelah pemulihan kesuburan tanah di lahan bekas tambang kapur, sangatlah diperlukan. Penelitian Sarwanto dan Tuswati (2018) menunjukkan bahwa rumput gajah kerdil (*Pennisetum purpureum* cv Mott) dapat

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

tumbuh secara optimal dengan produksi hijauan segar mencapai 8 ton/ha di lahan bekas tambang kapur dengan penambahan pemberian pupuk kompos kambing. Hasil yang paling baik dalam penanaman rumput gajah kerdil, ditinjau dari segi kualitas hijauan dan kuantitas, adalah dengan metode penanaman campuran rumput gajah kerdil dengan tanaman kedelai serta dengan penambahan pupuk kompos kambing sebanyak 1.5 kg/m², dimana produksi segar mencapai 7.8 ton/ha dan kandungan protein kasar mencapai 15,9%.

Substitusi Limbah Tanaman Ubi Jalar Sebagai Hijauan Pakan

Metode lain yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan hijauan pakan adalah dengan penanaman tanaman tertentu sebagai substitusi hijauan pakan. Penelitian Sarwanto *et al.* (2024) membahas tentang pemanfaatan limbah tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas*) di lahan bekas tambang kapur sebagai tanaman substitusi hijauan pakan. Tanaman ubi jalar, selain dimanfaatkan sebagai tanaman pangan, juga dimanfaatkan mulai dari daun serta batangnya sebagai substitusi hijauan pakan ternak. Pemberian tanaman ubi jalar dapat diberikan dengan hijauan yang tumbuh alami di lahan bekas tambang kapur hingga 30% dari total pemberian hijauan untuk pakan kambing.

KESIMPULAN

Lahan bekas tambang kapur memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai lahan alternatif penghasil hijauan pakan untuk ternak ruminansia. Lahan bekas tambang kapur yang dapat menjadi lahan alternatif adalah tambang kapur dengan kategori sedang dengan usia lahan lebih dari 20 tahun. Kesuburan tanah yang rendah dan jenis hijauan pakan yang akan dibudidayakan merupakan tantangan dalam menjadikan lahan bekas tambang kapur sebagai lahan alternatif penghasil hijauan pakan. Inovasi dalam memanfaatkan lahan bekas tambang kapur adalah dengan melakukan pemulihan kualitas dan kesuburan tanah dengan pemupukan bahan organik, revegetasi tanaman legum sebagai tanaman pionir, dan penanaman rumput budidaya dan tanaman ubi jalar sebagai upaya pemenuhan kebutuhan hijauan pakan bagi ternak ruminansia

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, R., H. Kurniahu, & S. Sriwulan. (2019). Inventarisasi tumbuhan pionir lahan bekas tambang kapur di Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban Jawa Timur. *Biotropic*, 3(1), 56-61.
- Arifin. (2015). Usaha Tani Konservasi Lahan Kering secara Terpadu. Malang: UM Press.
- Cahyadi, A. (2010). Pengelolaan kawasan karst dan peranannya dalam siklus karbon di Indonesia. In *Proceedings Seminar Nasional Perubahan Iklim Sekolah Pascasarjana UGM 2010*. p. 1-14.
- Daru, T.P., R. Yusuf, & Juraemi. (2020). Potensi tumbuhan di lahan rekalamasi tambang batubara sebagai pakan ternak. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 8(2), 164-174.
- Fathin. S.L., E.D. Purbajanti, & E. Fuskhah. (2019). Pertumbuhan dan hasil Kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*) pada berbagai dosis pupuk kambing dan frekuensi pemupukan Nitrogen. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 438-447.
- Fitriani. T. (2024). Melindungi Bentang Alam Karst demi Keberlanjutan Ekosistem” tersedia di <https://greennetwork.id/ikhtisar/melindungi-bentang-alam-karst-demi-keberlanjutan->

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

[ekosistem/#:~:text=Selain%20itu%2C%20kawasan%20karst%20berperan,hingga%2030%20sumber%20mata%20air](#). Diakses pada tanggal 15 September 2024.

- Gofur, M.A., & I.G.A. Wesnawa. (2018). Dampak ekologi penambangan batu kapur sebagai bahan dasar pembuatan semen di Gunung Sadeng Kecamatan Puger Kabupaten Jember. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 6(3), 163-174.
- Hartawan, B.S., R. Erwandha, M.B. Irsyadi, M.R.A. Hidayat, & D. Sholih. (2020). Characteristics of Sewu Mountain karst as geopark area. *Journal of Global Environment Science*, 1(1), 7-12.
- Hartutik. (2017). Teknologi Pengawetan Pakan Hijauan. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Harwanto, P.D.M.H. Karti, Suwardi, & L. Abdullah. (2023). Native plant composition and soil microfauna in limestone post-mining land as potential for development of ruminant forage. *Biodiversitas*, 24(1), 6332-6342.
- Isnaniarti, UN., W. Ekyastuti, & D. Astiani. (2017). Suksesi vegetasi pada lahan bekas penambangan rakyat di Kecamatan Monterado Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(4).
- Khosiah, N., & W.S. Utami. (2014). Dampak penambangan batu kapur terhadap kerusakan lingkungan di Kecamatan Plumpang Kabupaten Tuban. *Swara Bhumi e-Journal*, 3(3), 137-143.
- Kumar, A., & A.C. Pandey. (2013). Evaluating impact of coal minig activity on landuse/landcover using temporal satellite images in South Karanpura Coalfields and Environs Jharkand State India. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 2(1), 183– 197.
- Latief, M.F., P. I. Khaerani, H. Iskandar, J.A. Syamsu, & S. Akil. (2020). Tinjauan Reklamasi Lahan Pasca Tambang Timah (Sn) melalui Penanaman Tumbuhan Pakan. In *Proceedings Seminar Nasional “Membangun Sumberdaya Peternakan di Era Revolusi Industri 4.0” 2020*. p. 39-47.
- Prayitno, C.H., T.R. Sutardi, W. Suryapratama, Munasik, E. Susanti, & T. Widiyastuti. (2022). Ilmu Bahan Pakan. Purwokerto: SIP Publishing.
- Sarwanto, D., & C.H. Prayitno. (2015). The diversity and productivity of indigenous forage in former limestones mining quarry in karst mountain of Southern Gombong Central Java Indonesia. *Journal Animal Production*, 17(2), 69-75.
- Sarwanto, D, S.E. Tuswati, & P. Widodo. (2015). Keragaman dan produktivitas hijauan pakan *indigenous* pada berbagai tingkat kepadatan vegetasi di pegunungan kapur Gombong Selatan. *Biosfera*, 32(3), 147-153.
- Sarwanto, D., & S.E. Tuswati. (2017). Pertumbuhan rumput gajah kerdil (*Pennisetum purpureum* ‘Mott’) di lahan terbuka bekas penambangan batu kapur Kawasan karst Gombong Jawa Tengah. *Biosfera*, 34(3), 131-137.
- Sarwanto, D., & S.E. Tuswati. (2018). Introduction of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* cv ‘Mott’) and annual legumes in the disused limestone mining in karst Gombong area Central Java Indonesia. *Buletin Peternakan*, 42(1), 57-61.
- Sarwanto, D., & S.E. Tuswati. (2020). Produktivitas tanaman ubi jalar local (*Ipomoea batatas*) dengan pemupukan serasah kompos kambing di lahan bekas penambangan batu kapur. *Agritech*, 22(1), 62-71.

- Sarwanto, D. & Tuswati, S. E. (2021). Morfologi limbah daun ubi jalar (*Ipomoea batatas*) di lahan bekas penambangan batu kapur yang dipupuk dengan serasah kompos kambing. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 9(2), 219-230.
- Sarwanto, D., Tuswati, S. E., & C.H. Prayitno. (2024). The substitution of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*) plant waste as indigenous forage replacement for goat feeding in the limestone mining area. *Livestock Research for Rural Development*, 36(3).
- Subardja, A., N. Sumawijaya, R. Noviardi, & P. Iqbal. (2011). Rehabilitasi lahan pascatambang di Kuari Batugamping Citeureup Kabupaten Bogor Jawa Barat. In *Proceedings Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi-LIPI 2011*. (pp. 185-192).
- Subowo, Y. B. (2011). Penambangan sistem terbuka ramah lingkungan dan upaya reklamasi pasca tambang untuk memperbaiki kualitas sumberdaya lahan dan hayati tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5(2), 83-94.
- Utomo, R., A. Agus, C.T. Noviandi, A. Astuti, & A. R. Alimon. (2022). *Bahan Pakan Formulasi Ransum*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wahid, W., E. Tando, & W.S. Murni. (2020). Optimalisasi pengelolaan lahan suboptimal melalui aplikasi teknologi dalam mendukung ketersediaan dan ketahanan pangan. In *Proceedings Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2020*. (pp. 1014-1021).
- Wardiana, A.E., F.G. Shalli, E.C. Saputra, & S.E. Cahyaningrum. (2019). Pemanfaatan batu kapur sebagai bahan baku hidroksiapatit. *UNESA Journal of Chemistry*, 8(2), 62-66.