

Anatomi Gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth) pada Lahan bukan dan Bekas Tambang Mangan di Desa Oetalus, Nusa Tenggara Timur

Ite Morina Yostianti Tnunay^{1*}, Dicky Frengky Hanas², Meri Helsiana Mata³

^{1,2}Program Studi Biologi, Universitas Timor, Indonesia

³Program Studi Agroteknologi, Universitas Timor, Indonesia

Alamat: Jalan Km 9, Kelurahan Sasi, Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

Korespondensi penulis: itetnunay@gmail.com*

Abstract : Gamal is one of plants that grows on ex-mining manganese land in Oetalus Village. Information about the anatomy of gamal that lives around non-mining and ex-mining manganese land is not yet available. This research aims to analyze the comparison of anatomical characteristics of gamal in Oetalus Village. Comparison of anatomical characteristic was observed in size of cell and thickness of tissues in root, stem, and epidermis leaf, also stomata classification, density and index. The results show that the size of epidermis and phloem root cells in ex-mining land is higher but the size of cortex, endodermis, and xylem cells is lower compared to gamal in non-mining land. The size of epidermis and phloem stem cells is higher in ex-mining land, while the size of cortex, pith, and xylem cells is lower compared to gamal in non-mining land. The thickness of tissue in root and stem is higher in ex-manganese mining land. Gamal leaves in ex-mining land have longer epidermis, length and width of stomata guard cells and a higher number of stomata compared with gamal on non-mining land. Stomata on non-mining and ex-mining land are long with medium density and the stomata index is 40 and 40.4 respectively.

Keywords: *Gliricidia Sepium*, Manganese Mine, Post Mining

Abstrak : Gamal merupakan salah satu tumbuhan yang banyak tumbuh pada lahan bekas tambang mangan di Desa Oetalus. Informasi tentang anatomi gamal yang hidup di sekitar lahan bukan dan bekas tambang mangan belum tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan ciri anatomi gamal yang hidup di Desa Oetalus. Perbandingan ciri anatomi yang diamati berupa ukuran dan ketebalan sel pada akar, batang dan epidermis daun serta kerapatan, klasifikasi dan indeks stomata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran sel epidermis dan floem akar pada lahan bekas tambang lebih tinggi tetapi ukuran sel korteks, endodermis, dan xylem lebih rendah dibandingkan dengan gamal pada lahan bukan tambang. Ukuran sel epidermis serta floem batang lebih tinggi pada lahan bekas tambang sedangkan ukuran sel korteks, empulur, dan xylem lebih rendah dibandingkan dengan gamal pada lahan bukan tambang. Ketebalan jaringan pada akar dan batang gamal lebih tinggi pada lahan bekas tambang mangan. Daun gamal pada lahan bekas tambang mempunyai panjang epidermis, panjang dan lebar sel penjaga stomata serta jumlah stomata yang lebih tinggi daripada gamal pada lahan bukan tambang. Stomata pada lahan bukan dan bekas tambang tergolong panjang dengan kerapatan sedang dan indeks stomata berturut-turut sebesar 40 dan 40,4.

Kata Kunci: *Gliricidia Sepium*, Tambang Mangan, Pasca Tambang

1. LATAR BELAKANG

Pertambangan memainkan peran yang penting dalam ekonomi global yang memberi kontribusi terhadap pendapatan ekspor. Walaupun demikian penerapan praktek pertambangan yang berkelanjutan memprioritaskan tanggung jawab lingkungan selama proses penambangan tetap menjadi perhatian utama. Degradasi lingkungan hidup yang terjadi berkaitan dengan aktivitas dan ketidaksadaran manusia dalam menjaga keseimbangan ekologi. Penambangan unsur-unsur penting dari kerak bumi mengubahnya menjadi lahan tandus tanpa unsur hara. Hasil dari kegiatan penambangan adalah limbah dari berbagai jenis. Salah satu contohnya adalah sisa-sisa tambang yang mengandung

unsur-unsur yang berpotensi beracun seperti logam berat yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Dampak lingkungan yang terjadi seperti kerusakan lingkungan yang parah, hilangnya vegetasi, erosi tanah, dan penurunan kualitas (Alamu et al., 2023)

Desa Oetalus, Timor Tengah Utara merupakan salah satu tempat penambangan yang memiliki bahan galian berupa mangan (Mn). Proses penambangan yang dilakukan masih secara tradisional. kadar mangan yang ada di daerah ini cukup tinggi yaitu 94,2 % (Seran & Edi, 2021). Aktivitas penambangan mangan menyebabkan berat volume tanah, berat jenis tanah, kandungan bahan organik yang tergolong sedang-rendah yang mempengaruhi perubahan tekstur tanah, kadar air tanah, porositas tanah, pH, Ntotal dan C-Organik (Tobing et al., 2023). Selain itu lapisan tanah mengalami kehilangan melalui pengangkutan selama proses penambangan. Hal ini menyebabkan lahan bekas tambang tidak dapat digunakan untuk aktivitas pertanian. Tanah merupakan media tumbuh yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Namun, terdapat tanaman yang mampu tumbuh dan berkembang di tanah yang minim solum, yaitu gamal (*Gliricidia sepium*).

Gliricidia sepium memiliki kemampuan untuk membersihkan limbah lingkungan (Alamu et al., 2023). Selain itu tanaman ini berpotensi tinggi meningkatkan kualitas tanah di eks penambangan pasir. Akar *Gliricidia sepium* meningkatkan kandungan organik dalam tanah. Peningkatan kandungan organik berpotensi berdampak pada peningkatan aktivitas organisme yang akan berdampak pada peningkatan kualitas tanah. Peningkatan kualitas tanah ditunjukkan dengan meningkatnya pH tanah dan kandungan organik menjadi lebih cocok untuk pertumbuhan organisme (Putra et al., 2014). selain itu tanaman gamal (*Gliricidia sepium*) tumbuh cepat dan tumbuh baik di tanah asam, terdegradasi, dan tidak subur. Tanaman ini merupakan pembenah tanah yang sangat baik, baik sebagai pengikat nitrogen, pendaur ulang nutrisi yang sangat baik, dan dapat menstabilkan tanah terhadap pengasaman (Wanjira & Muriuki, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh (Mussali-Galante et al., 2023) menyatakan bahwa tanaman gamal kapasitasnya secara biologis dapat mengakumulasi logam berat di akar dan daun, dan tingkat translokasi yang tinggi.

Pemahaman anatomi tanaman sangat penting untuk tumbuh dan reproduksi tanaman. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Raharja et al., 2020) mengatakan bahwa logam berat dapat terakumulasi pada bagian endodermis dan berkas pembuluh sedangkan pada bagian daun terakumulasi pada epidermis atas dan bawah, mesofil, serta berkas

pembuluh. Hal ini dapat dibandingkan dengan tanaman yang berada pada lahan non tambang.

2. KAJIAN TEORITIS

Setiap jenis tanaman mengembangkan ciri-ciri adaptasi yang unik untuk menghadapi tekanan dari lingkungan sekitar habitatnya, seperti salinitas, suhu tinggi, kekeringan, genangan, logam berat, serta faktor nutrisi (Mahajan et al., 2020). Penelitian mengenai pengaruh stres lingkungan terhadap tanaman, serta adaptasi yang dilakukan oleh tanaman, saat ini menjadi topik yang menarik untuk dikaji (Alkhatib et al., 2018). Hal ini disebabkan oleh berbagai stres lingkungan yang ada, yang menjadi faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas tanaman (Nio Song & Banyo, 2011; Osakabe & Osakabe, 2012).

Adaptasi merupakan proses penyesuaian diri (makhluk hidup) terhadap lingkungan. Adaptasi dilakukan oleh makhluk hidup untuk mempertahankan hidupnya (bertahan hidup) karena dengan cara beradaptasi makhluk hidup dapat memperoleh makanan, terhindar dari bahaya (pemangsa), dan menjaga keadaan tubuh agar tetap normal. Adaptasi dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu adaptasi secara anatomi, adaptasi secara morfologi, adaptasi perilaku, dan adaptasi secara fisiologi (De Micco & Arrone, 2012)

Salah satu jenis adaptasi yang dilakukan yakni adaptasi anatomis yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan (Naz et al., 2016). Adaptasi jenis ini merupakan salah satu bentuk adaptasi melalui perubahan atau pembentukan struktur yang membantu tumbuhan untuk menghadapi habitat ekstrim, patogen, maupun kondisi lingkungan yang mengancam kehidupannya. Trikoma, metabolit sekunder, kutikula, dan perubahan ukuran sel adalah contoh adaptasi anatomis yang sering ditemukan. Adaptasi anatomi menjadi salah satu jenis adaptasi sangat penting bagi tumbuhan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Juli-September 2024. Sampel gamal yang dipakai dikoleksi dari lahan bekas tambang mangan (*ex-mining*) dan gamal pembandingnya diambil dari luar lahan tambang (*non-mining*) di Desa Oetalus. Akar dan batang yang dikumpulkan kemudian disayat secara melintang kemudian ditetesi aquades lalu diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 10x. Pengamatan anatomi organ daun hanya dilakukan pada jaringan epidermis dan stomata. Sebelum diamati, daun gamal dipotong

dan dilunakkan dengan cara direndam dalam larutan HNO_3 50% selama 24 jam. Selanjutnya, sampel dicuci menggunakan aquades dan dijernihkan memakai larutan Bayclin selama 5 menit dan kemudian dibilas aquades. Sayatan kemudian diwarnai memakai safranin selama 3-5 menit dan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x (sumber).

Parameter penelitian anatomi gamal yang diamati berupa ukuran panjang dan lebar sel epidermis, korteks, endodermis, xilem, floem pada akar, sedangkan pada batang berupa epidermis, korteks, empulur, xylem dan floem. Ketebalan jaringan yang diukur berupa epidermis, korteks, endodermis, dan berkas pengangkut/stele pada akar dan epidermis, korteks, kambium pembuluh, empulur, xilem, floem, dan berkas pengangkut pada batang. Anatomi daun yang diamati berupa panjang dan lebar sel epidermis, sel penjaga, dan jumlah stomata tiap bidang pandang.

Data anatomi yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Data stomata selanjutnya dianalisis kerapatan dan indeksinya dan dikelompokkan dalam kerapatan rendah ($< 300/\text{mm}^2$), kerapatan sedang ($300\text{--}500/\text{mm}^2$), dan kerapatan tinggi ($>500/\text{mm}^2$). Ukuran stomata dikelompokkan menjadi ukuran kurang panjang ($<20\ \mu\text{m}$), ukuran panjang ($20\text{--}25\ \mu\text{m}$), dan ukuran sangat panjang ($> 25\ \mu\text{m}$). Rumus pengukuran indeks dan kerapatan stomata disajikan sebagai berikut.

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Jumlah stomata} + \text{Jumlah sel epidermis}} \times 100$$

$$\text{Indeks stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata per bidang pandang}}{\text{Luas bidang pandang}}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data anatomi akar batang, dan daun gamal tertera pada Tabel 1, 2 dan 3. Hasil pengukuran ukuran sel penyusun jaringan pada organ akar dan batang tanaman gamal yang tumbuh pada lahan bekas tambang dan lahan yang tidak ditambang menunjukkan rerata ukuran sel yang tidak jauh berbeda. Sel-sel epidermis dan floem akar dan batang tanaman pada lahan bekas tambang memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan tanaman yang tumbuh pada lahan yang tidak ditambang, sedangkan sel-sel korteks, xilem pada akar dan batang, endodermis akar serta empulur batang tanaman gamal yang tumbuh pada lahan yang tidak ditambang menunjukkan ukuran yang lebih besar dibandingkan pada tanaman yang tumbuh pada lahan bekas tambang.

Tabel 1. Ukuran sel pada organ akar dan batang

Organ dan ciri yang diamati			Non-mining	Ex-mining
Akar	Epidermis Akar	Panjang	25.3	26.4
		Lebar	7.8	8.8
	Korteks Akar	Panjang	27.3	27.1
		Lebar	14.5	13.3
	Endodermis Akar	Panjang	16.7	16.5
		Lebar	8.3	8.2
	Xilem Akar	Panjang	37.0	36.1
		Lebar	32.8	25.4
	Floem Akar	Panjang	14.0	14.3
		Lebar	7.1	7.3
Batang	Epidermis Batang	Panjang	35.3	36.1
		Lebar	14.3	14.5
	Korteks Batang	Panjang	55.3	53.6
		Lebar	39.3	34.4
	Empulur	Panjang	60.9	59.0
		Lebar	44.5	34.5
	Xilem Batang	Panjang	44.0	43.7
		Lebar	27.4	26.4
	Floem Batang	Panjang	15.9	16.3
		Lebar	8.6	9.8

Tabel 2. Ketebalan jaringan pada organ akar dan batang

Organ dan ciri yang diamati		Non-mining	Ex-mining
Akar	Epidermis Akar	150.5	167.3
	Korteks Akar	235.5	248.5
	Endodermis Akar	30.0	33.9
	Berkas pengangkut/stele	337.4	378.1
Batang	Epidermis Batang	141.0	159.3
	Korteks Batang	298.7	341.5
	Kambium pembuluh	86.6	95.7
	Empulur	753.4	847.4
	Xilem Batang	328.1	368.6
	Floem Batang	44.1	49.8
	Berkas pengangkut	524.6	581.5

Ketebalan jaringan sangat ditentukan oleh jumlah dan ukuran sel-sel penyusunnya. Tanaman gamal yang tumbuh pada lahan bekas tambang menunjukkan rerata ukuran ketebalan jaringan penyusun akar maupun batang yang lebih besar dibandingkan tanaman gamal yang tumbuh pada lahan yang tidak ditambang. Walaupun menunjukkan perbedaan ketebalan, angka rerata hasil pengukuran ketebalan jaringan akar dan batang tanaman

gamal pada lahan bekas tambang dan lahan yang non ditambang tidak terdapat perbedaan yang berarti.

Tabel 3. Ciri anatomi daun abaksial

Ciri yang diamati pada daun	<i>G. sepium</i> (µm)	
	Non-mining	Ex-mining
Panjang epidermis	22.6	24.0
Lebar epidermis	14.3	14.5
Panjang sel penjaga	20.0	22.0
Lebar sel penjaga	5.9	7.0
Jumlah stomata per bidang pandang	37	38
Ukuran stomata: panjang	23.9	21.2
Ukuran stomata: lebar	18.5	13.5
Indeks stomata	40	40.4
Kerapatan stomata	434.1 (sedang)	441.9 (sedang)
Panjang stomata	23.9 (panjang)	21.2 (panjang)

Stomata tumbuhan gamal termasuk dalam tipe anisositik (Kamaluddin et al., 2020). Pada pengamatan ukuran sel penyusun stomata dan jumlahnya pada tanaman gamal yang tumbuh di lahan bekas tambang dan lahan yang tidak ditambang terdapat rerata perbedan angka hasil pengukuran. Sel stomata tanaman gamal yang tumbuh pada lahan non tambang menunjukkan ukuran yang lebih besar dibandingkan pada tanaman gamal yang tumbuh pada lahan bekas tambang. Sebaliknya sel epidermis dan sel penjaga pada tanaman gamal yang tumbuh pada lahan bekas tambang menunjukkan ukuran yang lebih besar dibandingkan tanaman gamal yang tumbuh pada lahan non tambang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengukuran ukuran sel penyusun jaringan pada organ akar dan batang tanaman gamal yang tumbuh pada lahan bekas tambang dan lahan yang tidak ditambang menunjukkan rerata ukuran sel yang tidak jauh berbeda. Sel-sel epidermis dan floem akar dan batang tanaman pada lahan bekas tambang memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan tanaman yang tumbuh pada lahan yang tidak ditambang, sedangkan sel-sel korteks, xilem pada akar dan batang, edodermis akar serta empulur batang tanaman gamal yang tumbuh pada lahan yang tidak ditambang menunjukkan ukuran yang lebih besar dibandingkan pada tanaman yang tumbuh pada lahan bekas tambang.

UCAPAN TERIMA

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) yang membiayai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada seluruh pihak yang telah membantu jalannya penelitian.

DAFTAR REFERENSI

- Alamu, E. O., Adesokan, M., Fawole, S., Maziya-Dixon, B., Mehreteab, T., & Chikoye, D. (2023). *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp applications for enhancing soil fertility and crop nutritional qualities: A review. *Forests*, 14(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/f14030635>
- Alkhatib, R., Alkhatib, B., Al-Eitan, L., Abdo, N., Tadros, M., & Bsoul, E. (2018). Physio-anatomical responses of tobacco under caffeine stress. *Photosynthetica*, 56(4), 1140–1146. <https://doi.org/10.1007/s11099-018-0798-4>
- De Micco, V., & Aronne, G. (2012). Morpho-anatomical traits for plant adaptation to drought. In *Plant responses to drought stress* (pp. 37–61). https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0_2
- Kamaluddin, Wiguna, G. A., & Rizki, M. (2020). Karakteristik stomata pada berbagai jenis daun pohon di sekitar kampus Universitas Timor. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 2(1), 25–31.
- Mahajan, M., Kuiry, R., & Pal, P. K. (2020). Understanding the consequence of environmental stress for accumulation of secondary metabolites in medicinal and aromatic plants. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 18, 100255. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2020.100255>
- Mussali-Galante, M., Santoyo-Martínez, M., Castrejón-Godínez, M. L., Breton-Deval, L., Rodríguez-Solis, A., Tovar-Sánchez, E., & Valencia-Cuevas, L. (2023). The bioaccumulation potential of heavy metals by *Gliricidia sepium* (Fabaceae) in mine tailings. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 38982–38999.
- Naz, N., Fatima, S., Hameed, M., Naseer, M., Batool, R., Ashraf, M., Ahmad, F., Ahmad, M. S. A., Zahoor, A., & Ahmad, K. S. (2016). Adaptations for salinity tolerance in *Sporobolus ioclados* (Nees ex Trin.) Nees from saline desert. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 223, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.04.013>
- Nio Song, A., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 15(1), 166. <https://doi.org/10.35799/jis.11.2.2011.202>
- Osakabe, Y., & Osakabe, K. (2012). Abiotic stress responses in plants. In *Abiotic Stress: New Research* (pp. 171–180). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0634-1>

- Putra, I. N., Ginanjar, D. R., & Sandrawati, A. (2014). Evaluasi keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang pasir (galian C) dengan tanaman gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud). *Soilrens Journal*, 12(1), 41–46.
- Raharja, R. A., Hamim, H., Sulistyaningsih, Y. C., & Triadiati, T. (2020). Analisis morfofisiologi, anatomi, dan histokimia pada lima spesies tanaman gulma sebagai respons terhadap merkuri dan timbal. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(3), 412–423. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.3.412>
- Seran, R., & Edi, E. (2021). Kajian geofisika dan geokimia mangan di Desa Oetalus, Kabupaten TTU. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 11(1), 40. <https://doi.org/10.13057/ijap.v11i1.46447>
- Tobing, W. L., Taus, J., Bria, D., Tefa, A. Y., & Kolo, M. M. (2023). Kajian sifat kimia dan fisika tanah pada lahan bekas galian mangan di Desa Oelami. *Agroprimatech*, 7(1), 1–8.
- Wanjira, E. O., & Muriuki, J. (2019). *Gliricidia sepium* fact sheet: Establishment, management and benefits. *World Agroforestry*, May 2019, 1–5. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16073.77924>