

STUDI KARAKTERISTIK STOMATA BEBERAPA JENIS TANAMAN REVEGETASI DI LAHAN PASCAPENAMBANGAN TIMAH DI BANGKA

STOMATAL CHARACTERISTICS STUDY ON SOME REVEGETATION PLANTS OF THE POST TIN-MINING LAND IN BANGKA

Lina Juairiah

UPT Balai Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya Cibodas-LIPI
Pos-el: linaubb@yahoo.co.id

ABSTRACT

Study on stomatal characteristics of some reclamation plants in the post tin-mining land in Bangka was conducted based on Wholemount method. According to the classification of stomata density, *Trema orientalis*, *Commersonia bartramia*, and *Syzygium garcinifolium* were belong to high density category ($> 500/\text{mm}^2$), while stomatal density *V. pinnata* was in the category of medium density ($300\text{-}500/\text{mm}^2$). The average length of stomata *T. orientalis*, *V. pinnata*, and *S. garcinifolium* include length size ($20\text{-}25\ \mu\text{m}$) criteria, while *C. bartramia* include long enough size ($< 20\ \mu\text{m}$). Based on characteristics that the four types of stomata plants show *V. pinnata* grown more adaptive of post tin -mining land in Bangka compared with *T.orientalis*, *C. bartramia*, and *S. garcinifolium*.

Keyword: Stomatal density, Stomatal size, Revegetation, Tin

ABSTRAK

Penelitian karakteristik stomata beberapa jenis tanaman di lahan pascapenambangan timah di Bangka menggunakan metode *wholemount*. Menurut klasifikasi kerapatan stomata, *Trema orientalis*, *Commersonia bartramia*, dan *Syzygium garcinifolium* termasuk dalam kategori kerapatan tinggi ($> 500/\text{mm}^2$), sedangkan kerapatan stomata *Vitex pinnata* termasuk dalam kategori kerapatan sedang ($300\text{-}500/\text{mm}^2$). Rata-rata panjang stomata *T. orientalis*, *V. pinnata*, dan *S. garcinifolium* termasuk kriteria panjang ($20\text{-}25\ \mu\text{m}$), sedangkan *C. bartramia* termasuk kurang panjang ($< 20\ \mu\text{m}$). Berdasarkan karakteristik stomata, keempat jenis tanaman revegetasi menunjukkan *V. pinnata* lebih adaptif tumbuh di lahan penambangan timah Bangka dibandingkan dengan *T.orientalis*, *C. bartramia*, dan *S. garcinifolium*.

Kata kunci: Kerapatan stomata, Ukuran stomata, Revegetasi, Timah

PENDAHULUAN

Tambang timah menjadi salah satu penyumbang devisa dan penyokong ekonomi nasional, tetapi sering kali memberi dampak negatif terhadap lingkungan hidup. Salah satunya adalah akumulasi tanah pascatambang berupa *tailing* (ampas) yang merupakan limbah hasil pengolahan bijih timah.¹ Sifat tanah akhirnya kehilangan lapisan *top soil* dan mengalami kekeringan,² tanah menjadi lebih

padat, kemampuan menahan air rendah, sangat miskin hara (unsur hara makro seperti nitrogen dan fosfor), terjadi akumulasi unsur toksik serta reaksi tanah (pH) masam, suhu tinggi, stress air. Kondisi tersebut akan menyebabkan terjadinya gangguan terhadap revegetasi terutama pada proses fisiologis tanaman.³ Hal semacam ini merupakan fenomena umum yang dijumpai di lahan bekas penambangan, seperti tambang timah, emas, dan batu bara.⁴

Stomata berperan penting sebagai salah satu alat beradaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Pada kondisi cekaman kekeringan, fungsi stomata akan menutup, sebagai upaya untuk menahan laju transpirasi.⁵ Senyawa yang banyak berperan dalam membuka dan menutupnya stomata adalah asam absisat (ABA), yaitu senyawa yang berperan sebagai sinyal adanya cekaman kekeringan sehingga stomata segera menutup.⁶ Beberapa jenis tanaman beradaptasi terhadap cekaman kekeringan dengan cara mengurangi ukuran stomata dan jumlah stomata.⁷ Mekanisme membuka dan menutup stomata pada tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan sangat efektif sehingga jaringan tanaman dapat menghindari kehilangan air melalui penguapan.^{6,7}

Lahan bekas penambangan timah apabila tidak segera direhabilitasi akan mati dan merusak ekosistem yang ada, namun upaya rehabilitasi lahan bekas tambang timah tidak mudah. Ada berbagai kendala yang dihadapi, seperti kondisi tanah yang buruk, suhu yang tinggi, dan stress air. Suksesi secara alami untuk merestorasi *tailing* timah tanpa adanya campur tangan manusia membutuhkan waktu yang lama.² Oleh karena itu, perlu dilakukan penanaman berbagai jenis tanaman revegetasi di lahan pascapenambangan timah di Pulau Bangka. Untuk membantu melihat pertumbuhan berbagai jenis tanaman revegetasi tersebut, perlu dilakukan kajian karakteristik stomata dari beberapa jenis tanaman revegetasi di lahan pascapenambangan timah di Pulau Bangka. Kajian adaptasi anatomi stomata tersebut dapat memperkaya dan melengkapi pemilihan jenis yang selama ini dimanfaatkan untuk kepentingan rehabilitasi lahan pascapenambangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di hutan asli, lahan penelitian pascapenambangan timah TB 1,2 PT Tambang Timah di Desa Riding Panjang, dan di lahan bekas penambangan timah di Desa Sempan Kecamatan Pemali, Kabupaten Bangka. Pembuatan sediaan mikroskopis anatomi tanaman dilakukan di Laboratorium Anatomi Tumbuhan dan Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Departemen Biologi, FMIPA, IPB Bogor.

Contoh daun leban (*Vitex pinnata* L.) dan ubak (*Syzygium garcinifolium* L.) ditanam di lahan penelitian pascapenambangan timah TB 1,2 Riding Panjang, sedangkan daun *T. orientalis* dan *C. bartramia* ditanam di lahan pascapenambangan timah desa Sempan kabupaten Bangka. Sebagai pembanding, diambil contoh daun dari hutan asli. Daun diambil dari tiga cabang setiap individu dan dari tiga individu per jenis. Untuk sediaan mikroskopis irisan paradermal, satu bagian daun utuh diambil dari posisi keempat dari pucuk dan difiksasi dalam alkohol 70%.

Sediaan mikroskopis irisan paradermal dibuat dalam bentuk semi permanen dengan pewarnaan safranin mengikuti metode *whole-mount*.⁸ Tahapannya sebagai berikut: fiksasi dalam alkohol 70%, pencucian dan direndam dalam akuades, pelunakan dengan larutan HNO₃ 50% selama 24 jam, pencucian dengan akuades, penyayatan dengan silet, penjernihan untuk menghilangkan klorofil dengan direndam dalam larutan Bayclean selama beberapa menit dan dibilas dengan akuades, pewarnaan dengan safranin 1% (aquosa) selama 3–5 menit, penutupan gelas benda dengan gliserin 10% dan ditutup dengan gelas penutup. Data dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan setiap peubah antartanaman di lahan pascapenambangan timah. Peubah anatomi daun meliputi kerapatan stomata, panjang stomata, dan lebar stomata. Kerapatan stomata diklasifikasikan menjadi: kerapatan rendah (< 300/mm²), kerapatan sedang (300–500/mm²), dan kerapatan tinggi (> 500/mm²). Ukuran stomata diklasifikasikan menjadi: ukuran kurang panjang (< 20 µm), ukuran panjang (20–25 µm), dan ukuran sangat panjang (> 25 µm).⁹ Uji-t untuk setiap jenis tumbuhan dilakukan untuk membandingkan setiap peubah anatomi daun antara tumbuhan di hutan asli dan lahan pascapenambangan timah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Anatomi Daun

Daun *T. orientalis* tersusun atas tiga sistem jaringan, yaitu epidermis, jaringan dasar (parenkim), dan jaringan pengangkut (vaskuler). Epidermis daun *T. orientalis* terdiri dari susunan stomata dan trikoma yang rapat. Trikoma berbentuk *pilose*

atau lurus. Berdasarkan letak stomatanya, daun *T. orientalis* termasuk tipe hipostomatik karena stomatanya hanya terdapat di sisi atas daun (adaksial). Tipe susunan stomatanya *anomositik* (ranunculaceous) karena setiap sel penjaganya dikelilingi oleh sejumlah sel tertentu yang tidak berbeda dengan sel epidermis lain dalam bentuk maupun ukurannya (Gambar 1A). Di sisi bawah daun tidak terdapat stomata, tetapi hanya tersusun epidermis dan trikoma, seperti terlihat pada Gambar 2A.

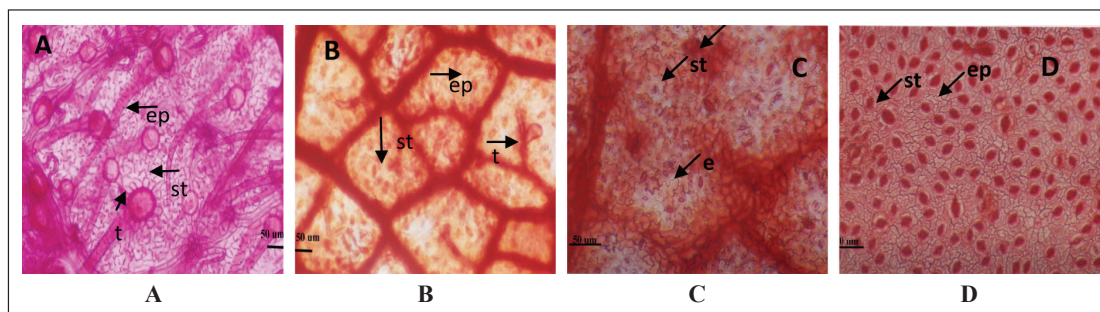
Sayatan paradermal daun *C. bartramia*, jaringan penyusunnya terdiri dari jaringan epidermis, stomata, dan trikoma. Jaringan epidermis daun tumpuk memiliki trikoma yang sangat rapat. Bentuk trikomanya berambut bintang (*stellate*). Daun *C. bartramia* termasuk tipe hipostomatik (Gambar 2B) karena stomatanya hanya dijumpai di sisi atas daun (adaksial). Tipe susunan stomatanya *anomositik* atau *ranunculaceous* disajikan dalam Gambar 1B.

Stomata daun leban (*Vitex pinnata*) dan daun ubak (*Syzgium garcinifolium*) memiliki tipe anisositik. Jadi setiap sel penjaga dikelilingi

oleh tiga sel tetangga yang berukuran tidak sama. Kedua jenis ini termasuk tipe hipostomatik, yakni stomata hanya terdapat di bagian atas daun (adaxial) (Gambar 2C dan 2D). Sel tetangga menyerupai sel-sel epidermis yang berombak pada dinding selnya, seperti yang disajikan dalam Gambar 1C dan 1D.

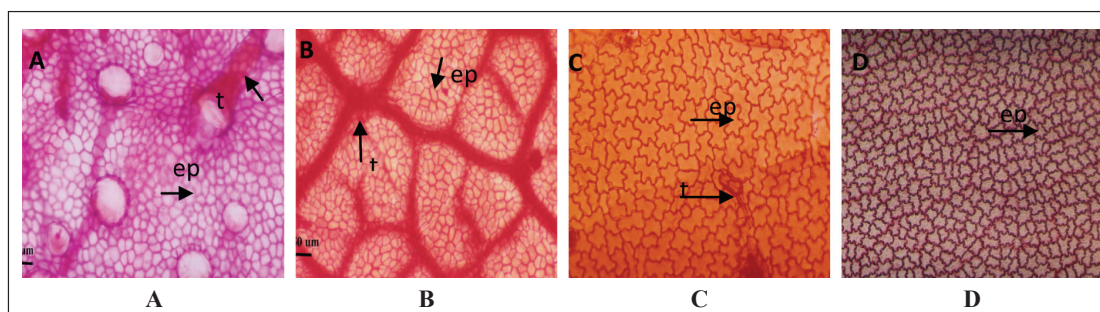
Kerapatan Stomata dan Ukuran Stomata

Hasil penghitungan jumlah stomata menurut klasifikasi kerapatan stomata⁹ memperlihatkan bahwa kerapatan stomata *T.orientalis*, *C. bartramia*, dan *S. garcinifolium* termasuk dalam kategori kerapatan tinggi sedangkan kerapatan stomata *V. pinnata* termasuk dalam kategori kerapatan sedang. Perbedaan kerapatan stomata tersebut merupakan indikasi respons tanaman terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti stres air dan unsur hara, untuk mempertahankan fungsi fisiologisnya, misalnya untuk fotosintesis, respirasi, dan transpirasi pada daun. Hal ini menunjukkan bahwa meski kerapatan stomata merupakan faktor genetik, fenotipnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Tingkat ketersediaan air yang sedikit



Keterangan: t: trikoma, st: stomata, ep: epidermis atas

Gambar 1. Stomata Daun *T. Orientalis* (A), *C. Bartramia* (B), *V. pinnata* (C), dan *S. garcinifolium* (D) yang Tumbuh di Lahan Pascatambang



Keterangan: t: trikoma, st: stomata, ep: epidermis atas

Gambar 2. Epidermis Bawah Daun *T. Orientalis* (A), *C. Bartramia* (B), *V. pinnata* (C), dan *S. garcinifolium* (D) yang Tumbuh di Lahan Pascatambang

di lahan pascatambang timah meningkatkan kerapatan stomata pada semua spesies. Hal serupa dilaporkan oleh Bosabalidis dan Kofidis¹⁰ yang menyatakan kerapatan stomata permukaan bawah daun dua kultivar zaitun meningkat sebesar 49,9% pada kultivar Mastoidis, dan 55,2% pada kultivar Koroneiki akibat cekaman kekeringan. Willmer¹¹ mengatakan bahwa tanaman yang tumbuh di daerah kering dan banyak mendapat penyinaran matahari akan mempunyai kerapatan stomata yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di daerah basah dan terlindungi. Menurut Miskin dkk.,¹² tanaman yang mempunyai kerapatan stomata yang besar akan memiliki laju transpirasi yang lebih tinggi daripada tanaman dengan kerapatan stomata yang rendah.

Perbedaan kerapatan stomata menyebabkan perbedaan daya adaptasi untuk bertahan hidup di lahan kering. Ini berkaitan dengan adanya kemungkinan bahwa kerapatan stomata dapat memengaruhi dua proses penting pada tanaman, yaitu fotosintesis dan transpirasi.¹³ Menurut Lynch dkk.,¹⁴ kerapatan stomata juga merupakan karakter yang berhubungan dengan efisiensi penggunaan air daun. Stomata yang rapat memang dapat meningkatkan evaporasi pendinginan daun dan mempercepat asimilasi CO₂ selama periode pembukaan stomata (pagi dan sore hari). Tetapi meningkatnya asimilasi C harian dibatasi oleh ketersediaan air pada siang hari.

Tabel 1 menunjukkan perbandingan secara kuantitatif karakter anatomi *V. pinnata* di lahan pascapenambangan timah. Terlihat bahwa

kerapatan stomata *V. pinnata* di lahan pascapenambangan timah (431 mm⁻²) secara signifikan lebih kecil dibandingkan ketiga jenis tanaman yang lainnya. Tanaman *V. pinnata* di lahan tambang kerapatan stomatanya rendah sehingga untuk daerah yang cukup stres dan kering, tanaman tersebut beradaptasi dengan menurunkan kerapatan stomatanya. Tanaman *T. Orientalis*, *C. bartramia*, dan *S. garcinifolium*, kerapatan stomatanya justru meningkat. Ini mengakibatkan laju transpirasi yang tinggi sehingga tidak efisien dalam mengelola air.

T. orientalis, *V. pinnata*, dan *S. garcinifolium* termasuk kriteria ukuran yang panjang (20–25 µm), sedangkan *C. bartramia* termasuk ukuran yang kurang panjang. Rendahnya kerapatan stomata *V. pinnata* di lahan pascatambang diikuti perubahan luas stoma. Panjang sel penjaga meningkat secara signifikan, sedangkan lebar stomata menurun secara signifikan. Rendah dan samanya kerapatan stomata suatu jenis diikuti rendah dan samanya ukuran sel penjaga di lahan pascatambang menandakan jenis tersebut berpotensi toleran terhadap defisit air. Poejiastuti¹⁵ menyimpulkan bahwa tanaman yang beradaptasi terhadap cekaman air dengan baik akan memiliki kerapatan stomata yang lebih sedikit saat mengalami defisit air dan ukuran stoma tetap.

Tampaknya peningkatan kerapatan stomata untuk mengimbangi berkurangnya luas daun tanaman yang tercekam air bertujuan mengurangi transpirasi.¹⁶ Peningkatan kerapatan stomata *S. garcinifolium* di lahan pascatambang juga diikuti

Tabel 1. Nilai Rerata Peubah Karakter Stomata Daun *T. Orientalis*, *C. Bartramia*, *V. pinnata*, dan *S. garcinifolium* yang Tumbuh di Hutan Asli dan di Lahan Pascatambang Timah

Peubah	<i>T. orientalis</i>		<i>C. bartramia</i>		<i>V. pinnata</i>		<i>S. garcinifolium</i>	
	Hutan asli	Lahan pasca tambang timah	Hutan asli	Lahan pasca tambang timah	Hutan asli	Lahan pasca tambang timah	Hutan asli	Lahan pasca tambang timah
Kerapatan stomata (mm ⁻²)	536,25	626,98*	440,49	621,39*	585,88	430,70*	539,11	609,78*
Panjang stomata (µm)	20,05	20,61	16,08	17,38*	20,08	20,41*	23,58	23,75
Lebar stomata (µm)	16,25	15,97	11,52	12,86	14,16	14,05*	19,74	19,44*

Sumber: Data yang Diolah

Ket *: beda nyata pada uji-t untuk masing-masing parameter dilakukan dengan membandingkan data pada hutan asli

dengan meningkatnya panjang sel penjaga tapi tidak berbeda nyata. Akan tetapi, lebar sel penjaga menurun dan berbeda nyata. Perubahan kerapatan stomata juga diikuti dengan perubahan ukuran stoma. Hal itu diduga terkait erat dengan fungsi penting stoma dalam fotosintesis dan transpirasi.

Dari penelitian ini, tampaknya tiap jenis tumbuhan memiliki kombinasi adaptasi morfologi dan fisiologi yang berbeda-beda dalam menyiasati kondisi lingkungan lahan pascatambang yang sama, yakni cekaman air, suhu yang tinggi, kelembapan yang rendah, dan kandungan hara sangat rendah. Dengan membandingkan peubah kerapatan stomata dan ukuran stomata keempat jenis tumbuhan yang diuji, diduga *V. pinnata* lebih toleran di lahan pascatambang timah dibandingkan dengan *T. orientalis*, *C. bartramia*, dan *S. garcinifolium*. *V. pinnata* dikenal sebagai jenis tumbuhan pionir akhir (*late pioneer species*). Dugaan ini didukung dengan hasil pengamatan di lapangan bahwa *survival rate* dan pertumbuhan *V. pinnata* di lokasi penelitian TB 1.2 lahan pascatambang timah.

KESIMPULAN

Berdasarkan klasifikasi kerapatan stomata, *T. orientalis*, *C. bartramia* dan *S. garcinifolium* termasuk dalam kategori kerapatan tinggi ($> 500/\text{mm}^2$), sedangkan *V. pinnata* termasuk dalam kategori kerapatan stomata sedang ($300\text{--}500/\text{mm}^2$). Rata-rata panjang stomata *T. orientalis*, *V. pinnata*, dan *S. garcinifolium* termasuk dalam kriteria ukuran yang panjang ($20\text{--}25\ \mu\text{m}$), sedangkan *C. bartramia* termasuk ukuran yang kurang panjang ($< 20\ \mu\text{m}$). Berdasarkan karakteristik stomata tersebut, *V. pinnata* lebih adaptif tumbuh di lahan pascatambang timah Bangka dibanding dengan *T. orientalis*, *C. bartramia* dan *S. garcinifolium*. *V. pinnata* disarankan sebagai tanaman potensial untuk reklamasi lahan pascapenambangan timah di Pulau Bangka.

DAFTAR PUSTAKA

¹Sukresno. 1996. *Evaluasi Potensi Reklamasi Lahan Bekas Tambang Timah di Pulau Bangka*. BTP DAS. Surakarta: Badan Litbang Kehutanan Dept. Kehutanan.

- ²Elfis. 1998. Vegetasi kerangas pada daerah bekas penambangan timah di Pulau Singkep Kep. Riau. *Tesis*. Padang: Universitas Andalas.
- ³Setiadi 2002. *Mycorrhizal inoculum production technique for land rehabilitation*. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 8(1): 51–64.
- ⁴Margareththa. 2011. Exploration and identification of indigenous *mycorrhiza* of ex-coal mining soil. *Berita Biologi* 10(5): 641–647.
- ⁵Lestari EG. 2011. Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada somaklon Padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR 64. *Biodiversitas* 7(1) 44–48.
- ⁶Pugnaire, F.I., and J. Pardos. 1999. Constrains by water stress on plant growth. In *hand Book of Plant and Crop Stress*, ed. Passarakli, M. New York: John Wiley & Sons.
- ⁷Price, A, and B. Courtois. 1991. *Mapping QTLs Associated with Drought Resistance in Rice; Progress Problem and Prospect*. Los Banos: International Rice Research Institute.
- ⁸Sass, J.E. 1951. *Botanical Microtechnique*. Ames: The Iowa state college Press.
- ⁹Kurnia, A.R. 2005. Studi serapan polutan timbal (Pb) di udara pada tanaman hortikultura. *Skripsi*. Malang: Fakultas Pertanian Unibraw.
- ¹⁰Bosabalidis, A.M, dan G. Kofidis. 2002. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant Science* 163: 375–379.
- ¹¹Willmer, C.M. 1983. *Stomata*. New York: Longman Inc. 166p.
- ¹²Miskin, E.K., Rasmusson, D.C., and Mos, D.N. 1972. Inheritance and physiological effects of stomatal frequency in barley. *Crop Sci.* 12: 780–783.
- ¹³Dobrenz, A.K., Wright, L.N., Humphrey, A.B., Sergale, M.A.M., and Kneebonde, W.R. 1969. Stomatal density and its relationship to water use efficiency of blue panicgrass (*Panicum antidotale*). *Crop Sci.* 9: 354–357.
- ¹⁴Lynch, J.A., Gonzalez, J.M., Tohme, and Garcia, J.A. 1992. Variation in characters related to leaf photosynthesis in wild bean populations. *Crop Sci.* 32: 633–640.
- ¹⁵Poejiastuti E. 1994. Studi komparatif anatomi daun beberapa genotif kedelai (*Glycine max (L)*) yang peka dan toleran terhadap cekaman kekeringan. *Skripsi*, FMIPA. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- ¹⁶Sutcliffe, JF. 1979. *Plants and water* 2nd ed. London. Edward Arnold

