

Pertumbuhan Hortikultura di Lahan Bekas Tambang Timah, Bangka

**EDDY NURTJAHYA^{1*}, JUNE MELLAWATI², DENI PRATAMA³, RANI¹,
CIATRI HERAFI¹**

¹Program Studi Biologi, Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu UBB Balunujuk, Merawang, Bangka 33172, Kepulauan Bangka Belitung 33172, Indonesia

²Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, BATAN, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Pasar Jumat, Jakarta 12440, Indonesia

³Program Studi Agroteknologi, Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu UBB Balunujuk, Merawang, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung 33172, Indonesia

^{*}Email: eddy_nurtjahya@yahoo.com

ABSTRACT

The Growth of Horticultural Crops on Ex-Tin Mined Soil, Bangka.

Growth evaluation of the plant parts consumed from various horticultural species is needed in an effort to determine adaptive economic plant species in ex-tin mined soil. This study aims to determine the growth of crops on ex-tin mined soil and on undisturbed soil in Bangka regency. Three individuals of each species were then measured for their root dry weight, horizontal root length, vertical root length, plant height, stem diameter, canopy width, shoot dry weight, and leaf thickness and leaf area. Plant growth on control land was higher than the growth on ex-tin mined soil for most of the parameters. It is suspected that this is due to the physical, chemical and biotic properties ex-tin mined soil properties which are not yet optimal for growth.

Keywords: horticulture, plant growth, ex tin-mined, Bangka

PENDAHULUAN

Saat ini hortikultura sudah dan akan terus menjadi subsektor penting dalam perekonomian Indonesia. Hortikultura adalah aplikasi ilmu pengetahuan dan seni antara lain untuk memecahkan masalah dan mengembangkan teknologi tanaman buah, sayuran, bunga, tanaman hias agar bermanfaat sebagai sumber pangan, serat, dan kesehatan (Poerwanto

& Susila, 2009). Masyarakat menuntut nilai gizi, keamanan, kualitas produk yang tinggi, ketersediaan dengan harga yang kompetitif dan dibudidayakan secara ramah lingkungan, memperhatikan keselamatan dan kesejahteraan petani, serta dapat ditelusur (Poerwanto & Susila, 2009).

Eksplorasi mineral timah di Bangka Belitung mengubah bentang alam, dan

menurunkan kualitas lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Lahan bekas tambang timah memiliki potensi untuk dimanfaatkan secara optimal baik untuk kebutuhan primer maupun untuk pertanian dan perikanan (Suryadin, 2011; Prasetyono, 2015). Pada mineral lain, sebelum dilakukan budidaya hortikultura diperlukan evaluasi kemampuan lahan terlebih dahulu (Swara et al., 2020). Pemanfaatan lahan bekas tambang timah sebagai lahan pertanian sebagai upaya pemenuhan kebutuhan pangan, dan memperbaiki kualitas lingkungan setelah penambangan (Asmarhansyah & Hasan, 2019), dan menjadi salah satu mata pencaharian alternatif bagi penambang timah (Sulista, 2019).

Kondisi tanaman hortikultura di lahan bekas tambang timah memiliki ciri-ciri pertumbuhan tidak subur, seperti daun-daun cenderung berwarna kuning, dan batang kerdil. Hal tersebut diakibatkan oleh beberapa faktor yakni tekstur tanah berpasir, pH tanah sangat masam atau masam, kandungan N, P, K, C-organik, kapasitas tukar kation (KTK), dan kejenuhan basa sangat rendah (Asmarhansyah, 2016). Tailing timah mempunyai *bulk density* dan *particle density* yang cukup tinggi, ruang pori

total, pori air tersedia dan pori drainase lambat yang rendah serta pori drainase cepat yang tinggi sehingga kapasitas memegang air (*water holding capacity*) rendah (Haryati et al., 2019).

Perbaikan karakteristik tanah dengan ameliorasi bahan organik (Inonu et al., 2020a), atau dengan bioteknologi (Inonu et al., 2020b) telah diteliti pada budidaya lada di lahan bekas tambang timah di Bangka, dengan campuran liat dan kotoran sapi pada sorghum di lahan bekas tambang timah di Bangka (Nurcholis et al., 2013), dengan biochar pada cabai rawit di lahan bekas tambang timah di Bangka (Haryati et al., 2019). Pemberian kompos dan mulsa alang-alang cenderung meningkatkan pertumbuhan jumlah daun tanaman pakcoy di lahan bekas tambang timah di Bangka (Lestari et al., 2020). Penambahan pupuk hijau *Hydrilla verticillata* pada tanaman tomat di lahan bekas tambang timah juga telah dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan buah (Selyansah, 2017).

Mikroklimat lahan bekas tambang timah mengalami mengalami penurunan kelembapan tanah sekitar 10% dan peningkatan suhu tanah 2-10°C sehingga tidak mendukung bagi pertumbuhan

tanaman dan mikroorganisme tanah (Nurtjahya *et al.*, 2008). Lingkungan bekas tambang yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman secara normal, menyebabkan tanaman harus melakukan adaptasi.

Adaptasi atau penyesuaian diri terhadap lingkungannya (Beck, 2012) dapat terlihat pada perubahan morfologi dan anatomi (Pratiwi, 2019). Adaptasi morfologi tanaman dapat dilihat pada tinggi, diameter batang, sudut percabangan dan sumbu utama, pertumbuhan pucuk, bentuk daun, ukuran daun, warna daun, dan arah pertumbuhan akar (Nurtjahya *et al.*, 2020). Penyesuaian diri tanaman di lahan bekas tambang timah secara anatomis dibandingkan dengan tanaman sejenis yang tumbuh di lahan tidak terganggu antara lain menunjukkan bahwa konduktivitas stomata, densitas stomata, ketebalan daun dan jaringan mesofil, dan ketebalan kutikula adaksial lebih besar (Nurtjahya & Juairiah, 2012; Nurtjahya, 2021). Beberapa parameter morfologi, dan fisiologi dapat bermanfaat sebagai kriteria pemilihan jenis tanaman yang adaptif di lahan bekas tambang (Nurtjahya & Franklin, 2019).

Budidaya hortikultura di lahan bekas tambang timah adalah salah satu

upaya pemanfaatan lahan terganggu. Evaluasi pertumbuhan dengan berbagai bagian tanaman yang dikonsumsi dari beberapa jenis tanaman di lahan bekas tambang dan lahan tidak terganggu diperlukan sebagai salah satu upaya penentuan jenis tanaman ekonomis yang adaptif di lahan bekas tambang timah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – Oktober 2021 di kebun budidaya tanaman hortikultura di lahan bekas tambang Desa Gunung Pelawan, Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka (01°36'10"LS; 105°48'39"BT) dan lahan kontrol di Desa Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka (2°03'39"LS; 106°04'30"BT).

Mikroklimat di tahun 2019-2020, temperatur harian rata-rata 27°C, kelembapan udara rata-rata 83.8 %, kecepatan angin rata-rata 2,6 m/detik, tekanan udara rata-rata 1011,6 mb, curah hujan tahunan rata-rata 2.359,5 mm, dan lama penyinaran matahari rata-rata 56,3% (Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 2021).

Kualitas sifat fisik dan kimia dari kedua lokasi dianalisis di Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air, Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian,

Bogor. Sampel tanah komposit 5 titik dari kedalaman 0-20 cm dari masing-masing lokasi diambil dengan auger 8 cm.

Lahan bekas tambang dipupuk dasar dengan pupuk kalsium dan kompos kotoran ayam dengan EM4 1,7 ton/ha, dolomit 1,7-8,5 ton/ha pada lubang tanam di awal tanam, dan kemudian dengan urea, poska, dan SP36 dengan dosis 40 kg/ha. Lahan kontrol dipupuk awal di lubang tanam dengan kompos kotoran ayam dengan EM4 1,7 ton/ha, dolomit dengan dosis 1,7-8,5 ton/ha, dan kemudian diberikan NPK mutiara 20 kg/ha.

Sampel tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) berumur ± 3 bulan, singkong (*Manihot esculenta* Crantz) berumur ± 10 bulan, dan kacang panjang (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) berumur ± 30 hari. Sampel tanaman yang dipilih sebanyak 3 individu setiap jenis, menampilkan morfologi utuh dari akar sampai dengan daun dan buah. Pengukuran kuantitatif adalah: bobot

kering akar, panjang akar vertikal, panjang akar horizontal, tinggi tajuk, diameter batang, lebar tajuk dan bobot kering tanaman, tebal dan luas daun. Hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif dan dilakukan uji T-test untuk melihat perbedaan pertumbuhan di lahan bekas tambang timah dan lahan kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisik dan kimia tanah

Lahan bekas tambang timah bertekstur pasir (*loamy sand*) dibandingkan dengan tekstur lahan kontrol (*sandy clay loam*). Kandungan bahan organik, rasio C/N, hara P dan K, kation dapat ditukar (Ca, Mg, K, dan Na), KTK dari lahan bekas tambang timah lebih rendah dibandingkan dengan parameter yang sama dari lahan kontrol (Tabel 1). Lahan kontrol lebih subur dibandingkan dengan lahan bekas tambang timah.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Tanah

No	Lokasi	Tekstur			pH	Bahan organik		
		Pasir	Debu	Liat		H ₂ O	W&Black	Kjeld
		%			%			
1	Desa Gunung Pelawan, Kec. Belinyu (Lahan bekas tambang timah)	84	5	11	5,5	0,59	0,07	8
2	Desa Balunijuk, Kec. Merawang (lahan kontrol)	59	9	32	5,1	1,73	0,16	11

No	Nilai Tukar Kation									KCl 1 N	
	(NH ₄ - Acetat 1 N, pH 7)										
HCl 25%		P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB	Al ³⁺
mg/100g		cmol ⁽⁺⁾ /kg						%		cmol ⁽⁺⁾ /kg	
1	6	2	1,08	0,34	0,03	0,07	1,52	2,49	61	0,12	
2	25	6	2,56	0,67	0,10	0,10	3,43	7,2	48	2,57	

Secara umum, hasil pengukuran pertumbuhan jenis tanaman tomat, singkong, dan kacang panjang pada lahan kontrol memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan nilai yang sama pada lahan bekas tambang (Gambar 1 a-c). Bobot kering akar, panjang akar vertikal, panjang akar horizontal, tinggi tanaman, diameter batang, lebar tajuk, bobot kering tajuk, teba daun dan luas daun dari tanaman yang tumbuh di lahan kontrol secara umum menunjukkan pertumbuhan lebih baik dibandingkan parameter pertumbuhan di lahan bekas tambang. Hal ini diduga karakter fisik maupun kimia lahan bekas tambang lebih rendah dibandingkan dengan lahan kontrol sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Nurtjahya *et al.*, 2009). Tanah bekas tambang timah memiliki *bulk*

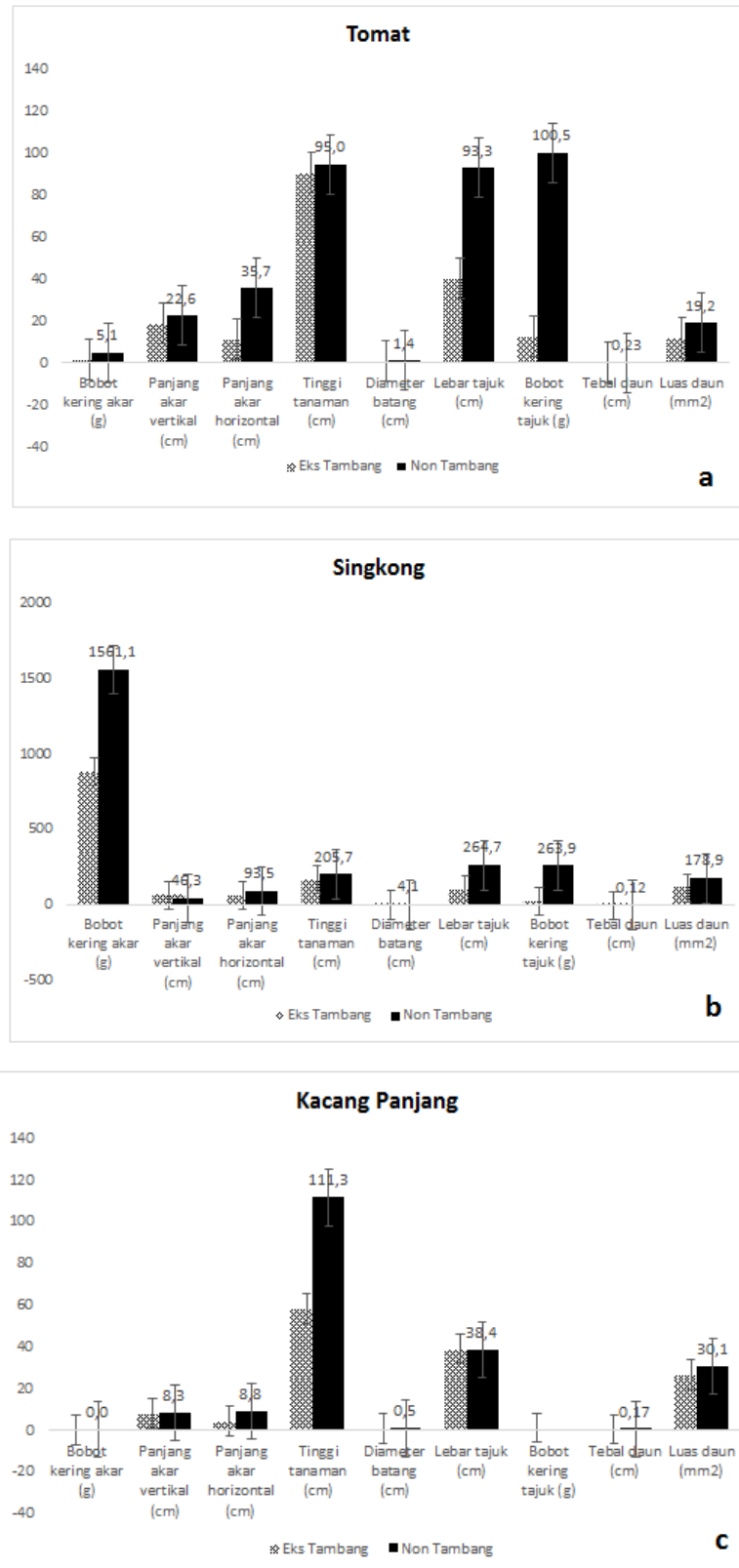
density dan *particle density* yang cukup tinggi, dan pori drainase cepat yang tinggi juga sehingga kapasitas memegang air rendah (Haryati *et al.* 2019). Penambangan timah menurunkan populasi flora tanah (Nurtjahya *et al.*, 2011) dan fauna tanah (Nurtjahya *et al.*, 2007). Di samping itu faktor lingkungan pertumbuhan di lahan bekas tambang timah lebih kurang mendukung pertumbuhan dibandingkan lingkungan di lahan kontrol. Lahan bekas tambang timah memiliki intensitas cahaya, temperatur udara dan temperatur tanah yang lebih tinggi, serta kelembapan udara yang lebih rendah dibandingkan lahan tidak terganggu (Wahyono, 2017). Temperatur tanah bekas tambang timah dapat mencapai 45oC di siang hari (Nurtjahya *et al.*, 2008), dan evaporasi di

tailing timah pasir dapat mencapai 4 L/m²/hari atau dua kali lipat dibandingkan evaporasi di lahan tidak terganggu (Nurtjahya, 2010 *unpublished*). Pada penelitian mengenai kesesuaian lahan tanaman hortikultura seperti tomat, cabai, dan nanas di Kabupaten Bangka Tengah, faktor penghambat pertumbuhan tanaman adalah curah hujan, tekstur, drainase, kedalaman efektif, kemiringan lereng, retensi hara dan hara tersedia, sehingga salah satu rekomendasi perbaikan adalah pemberian kapur, pemberian pupuk, dan penambahan bahan organik (Anugrah, 2017).

Lahan kontrol di Desa Balunujuk memiliki tingkat kesuburan Sedang, dengan sebaran kelas C-organik berkelas tinggi-sangat tinggi, N-total berkelas rendah-sedang, P-tersedia berkelas rendah-sangat tinggi, K-tersedia berkelas rendah-sedang, KTK sebagian besar wilayah berkelas sedang-tinggi, pH tanah berkelas masam-agak alkalis (Lalenoh, 2021). Lahan bekas tambang yang telah direklamasi memiliki kualitas lahan meningkat namun belum cukup baik untuk mendukung pertumbuhan tanaman hortikultura. Peningkatan C-organik tanah termasuk kategori sangat rendah, N-total meningkat tetapi termasuk kategori sangat rendah, KTK meningkat

tetapi termasuk kategori rendah, P-tersedia meningkat dari sangat rendah menjadi sedang dan tinggi, namun belum mampu memperbaiki pH tanah yang masih tergolong sangat masam (Hamid *et al.*, 2017). Pada siklus penanaman berikutnya diduga perbaikan tanah semakin meningkat dan diduga tingkat kesuburan tanah akan meningkat.

Perbedaan signifikan pertumbuhan antara tanaman di lahan bekas tambang timah dan di lahan kontrol ditunjukkan pada beberapa parameter di tomat dan singkong (Tabel 2). Panjang akar horizontal, diameter batang, lebar tajuk, tebal daun, dan luas daun tanaman tomat di lahan bekas tambang lebih kecil signifikan dibandingkan dengan kelima parameter di lahan kontrol. Bobot kering tajuk, dan luas daun singkong di lahan bekas tambang lebih kecil signifikan dibandingkan kedua parameter di lahan kontrol. Adanya perbedaan respons jenis tanaman terhadap pemupukan dan kegiatan ameliorasi yang dilakukan diduga berpengaruh kepada ketiga jenis tanaman yang diteliti. Pada penelitian cabai rawit di lahan bekas penambangan timah (Haryati *et al.*, 2019), amelioran biochar akasia atau biochar sekam yang dicampur dengan pupuk kotoran sapi (1:1) menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan amelioran tunggal.



Gambar 1. Pertumbuhan tanaman tomat (a), singkong (b), dan kacang panjang (c) di lahan bekas tambang timah dan control

Tabel 2. Rata-rata pertumbuhan tanaman di eks tambang timah dan di lahan kontrol

	Tomat		Singkong		Kacang panjang	
	Ex-tambang	Kontrol	Ex-tambang	Kontrol	Ex-tambang	Kontrol
Bobot kering akar (g)	1,70	5,07	882,20	1561,13		
Panjang akar vertikal (cm)	19,03	22,57	65,70	46,33	7,67	8,30
Panjang akar horizontal (cm)	11,67*	35,73	62,57	93,50	4,20	8,80
Tinggi tajuk (cm)	90,23	95,00	171,00	205,67	67,27	111,33
Diameter batang (cm)	0,71*	1,38	3,24	4,11	0,44	0,48
Lebar tajuk (cm)	43,83*	93,33	99,00	264,67	38,90	38,37
Bobot kering tajuk (g)	12,47	100,53	25,47*	263,87	0,83	
Tebal daun (cm)	0,19*	0,23	0,12	0,12	0,16	0,17
Luas daun (mm ²)	12,14*	19,12	117,11*	178,89	26,34	30,15

Keterangan: tanda asterix (*) menunjukkan perbedaan signifikan; paired t-test dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=5\%$)

Perbedaan pertumbuhan di ketiga jenis tanaman, diduga disebabkan juga oleh sifat pertumbuhan dan daya adaptasi yang berbeda di setiap jenis di lahan bekas tambang timah. Tomat diduga lebih terdampak pertumbuhan negatif dibandingkan kedua jenis yang lain. Sekalipun demikian, evaluasi akan lebih komprehensif jika masa pengamatan lebih lama dan mengikutsertakan data buah atau bagian tanaman yang dikonsumsi oleh manusia. Pada habitus semak dan pohon, dan dengan masa pertumbuhan yang lama, perbedaan pertumbuhan antara yang tumbuh di lahan bekas tambang timah dan di lahan kontrol berpeluang lebih jelas. Salah satu parameter yang dilaporkan peneliti lain adalah perbedaan panjang akar horizontal dan vertikal sebagai bentuk adaptasi

morfologi di lahan tercekam kekeringan. Perbedaan panjang akar horizontal dan panjang akar vertikal termasuk beberapa parameter untuk mengevaluasi keberhasilan revegetasi di lahan bekas penambangan (Setiadi, 2002, *unpublished*). Panjang akar horizontal dari pohon Acacia mangium di lahan bekas penambangan timah di Bangka Tengah dilaporkan lebih panjang daripada panjang akar vertikal (Setiawan, 2005). Sarker et al. (2005) mendapati akar samping yang lebih panjang semak Fabaceae yakni *Lens culinaris* pada kondisi kekeringan di lahan tidak terganggu di Timur Tengah. Pada penelitian revegetasi dengan berbagai pohon lokal di lahan bekas penambangan timah, adaptabilitas semai ditunjukkan oleh lebih panjangnya akar horizontal

terhadap lebar lubang tanam (Nurtjahya, 2008). Evaluasi lebih lanjut pada bagian tanaman yang dikonsumsi seperti daun, tangkai daun, buah, umbi, dan rimpang akan kemungkinan kandungan logam dibutuhkan untuk memperoleh rekomendasi yang lebih komprehensif bagi upaya budidaya hortikultura di lahan bekas tambang timah.

SIMPULAN

Pertumbuhan tanaman hortikultura pada lahan kontrol lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan di lahan bekas tambang timah pada sebagian besar parameter. Panjang akar horizontal, diameter batang, lebar tajuk, tebal daun, dan luas daun tanaman tomat di lahan bekas tambang, dan bobot kering tajuk, dan luas daun singkong di lahan bekas tambang masing-masing lebih kecil signifikan dibandingkan dengan hasil pengukuran parameter masing-masing di lahan kontrol. Diduga hal ini karena sifat fisik, kimia, dan lingkungan biotik tanah bekas tambang yang belum optimal mendukung pertumbuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan,

Riset dan Teknologi yang memberikan dana Penelitian Dasar “Keamanan Pangan di Lahan Bekas Tambang Timah di Bangka Belitung – Kandungan Radioaktif”, SK DRPM Nomor 105/E4.1/AK.04.PT/2021, dan fasilitasi dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung, Nomor 185.B/UN50/L/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, D. (2017). *Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Hortikultura di Kecamatan Simpang Katis dan Sungai Selan, Kabupaten Bangka Tengah*. Skripsi. Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Bangka. 75 h.
- Asmarhansyah, A., & Hasan, R. (2018). Reklamasi Lahan Bekas Tambang Timah Berpotensi sebagai Lahan Pertanian di Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 12(2), 73-82.
- Asmarhansyah. (2016). Karakteristik Dan Strategi Pengelolaan Lahan Bekas Tambang Timah di Kepulauan Bangka Belitung. *In Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian, BPTP Kalimantan Selatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, 1423-1430*. Banjarbaru, Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2021). *Bangka Belitung dalam Angka*. BPS Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Pangkalpinang. 545 h.
- Beck, C.B. (2012). *An Introduction to Plant Structure and Development: Plant Anatomy for the Twenty-First Century* (Second ed.). Cambridge

- University Press. Cambridge. 441 h.
- Hamid, I., Priatna, S.J., & Hermawan, A. (2017). Karakteristik Beberapa Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Lahan Bekas Tambang Timah. *Jurnal Penelitian Sains* 19(1): 23-31.
<http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/article/view/8>
- Haryati, U., Sutono, S., & Subiksa, I.G.M. (2019). Pengaruh Amelioran terhadap Perbaikan Sifat Tanah dan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) pada Lahan Bekas Tambang Timah. *Jurnal Tanah dan Iklim* 43(2): 127-138.
<http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/8187>
- Inonu, I., Kusmiadi, R., Yuliana, A., & Nurtjahya, E. (2020a). The Amelioration of Post Tin Mining Sand Tailing Medium with Chicken Manure for Pepper Cultivation. *Jurnal Lahan Suboptimal*: 9(1): 31-40.
<https://doi.org/10.33230/JLSO.9.1.2020.445>
- Inonu, I., Nurtjahya, E., & Sumalia. (2020b). The Amelioration of Tin Tailings with Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Liquid Biofertilizer for Pepper Cultivation. In *Proceedings of The Second International Conference on Green Energy and Environment (ICoGEE 2020)*, 6 pp. Pangkalpinang, Indonesia.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/599/1/012048>
- Lalenoh, P. (2021). *Analisis Kesuburan Tanah untuk Lahan Pertanian di Desa Balunijuk, Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka*. Skripsi. Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Bangka. 63 h.
- Lestari, T., Apriyadi, R., & Ulfa, D.R. (2020). Pemanfaatan Lahan Pasca Tambang Timah dengan Budidaya Sawi. *Agrotech Res J* 4(1): 17-21.
<https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.36021>
- Nurcholis, M., Wijayani, A., & Widodo, A. (2013). Clay and Organic Matter Applications on the Coarse Quartz Tailing Material and the Sorghum Growth on the Post Tin Mining at Bangka Island. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 1(1): 27-32.
- Nurtjahya, E. (2008). *Revegetasi lahan pasca tambang timah dengan beragam jenis pohon lokal di Pulau Bangka*. Disertasi Doktor. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 163 h.
<http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/41131>
- Nurtjahya, E. (2021). Selection criteria for plant species grown on tin-mined soil in Bangka Island, Indonesia. In *Proceedings of the Fourteenth International Conference of Mine Closure, 11 pp*. Ulaanbatar, Mongolia.
https://doi.org/10.36487/ACG_repo/2152_31
- Nurtjahya, E., Agustina, F., & Putri, W.A.E. (2008). Neraca ekologi penambangan timah di Pulau Bangka studi kasus pengalihan fungsi lahan di ekosistem darat. *J Biol Res.* 14(1):29-38.
<https://www.berkalahayati.org/index.php/jurnal/article/view/296>
- Nurtjahya, E., & Franklin, J.A. (2019). Some physiological characteristics to estimate species potential as a mine reclamation ground cover. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment* 33(2): 75-86.
<https://doi.org/10.1080/17480930.2017.1333296>

- Nurtjahya, E., dan Juairiah, L. (2012). Anatomical and Physiological Characteristics of Reclamation Plant on the Post-Mining Land in Riding Panjang, Bangka. *Jurnal Teknologi Indonesia* 35(3): 52-58. <http://repository.ubb.ac.id/3078/3/Artikel%20Anatomical.pdf>
- Nurtjahya, E., Santi, R., dan Inonu, I. (2020). *Lahan Bekas Tambang Timah dan Pemanfaatannya*. PT. Kanisius. Yogyakarta. 140 p. <https://ebooks.gramedia.com/books/lahan-bekas-tambang-timah-dan-pemanfaatannya?buffet=1>
- Nurtjahya, E., Setiadi, D., Guhardja, E., Muhadiono, & Setiadi, Y. (2009). Succession on tin-mined land in Bangka Island. *Blumea* 54(1-3), 131-138. <https://doi.org/10.3767/000651909X475491>
- Nurtjahya, E., Setiadi, D., Guhardja, E., Muhadiono, & Setiadi, Y. (2007). Populasi Collembola di Lahan Revegetasi Tailing Timah di P. Bangka. *Biodiversitas* 8(4):309–313. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d080413>
- Nurtjahya, E., Setiadi, D., Guhardja, E., Muhadiono, & Setiadi, Y. (2008). Revegetation of tin-mined land using various local tree species in Bangka Island, Indonesia. *In Proceedings of 2008 National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation*, 739-755. Richmond VA, USA. https://www.researchgate.net/publication/286719747_Revegetation_of_tin-mined_land_using_various_local_tree_species_in_Bangka_Island_Indonesia
- Nurtjahya, E., Setiadi, D., Guhardja, E., Muhadiono, Setiadi, Y., dan Mardatin, N.F. (2011). Status Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Sukseksi Lahan Pasca Tambang Timah di Bangka. *In Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II*, SEAMEO BIOTROP, Bogor, 151-159. <http://repository.ubb.ac.id/3113/>
- Poerwanto, R., & Susila, A.D. (2009). *Seri 1 Hortikultura Tropika Teknologi Hortikultura*. PT. Penerbit IPB Press. Bogor. 383 h.
- Prasetyono, E. (2015). Evaluasi Kegiatan Akuakultur di Kolong Pasca Tambang : Analisis Pencemaran Air Kolong. *Omni Akuatika* 11 (2): 6-14. <https://ojs.omniakuatika.net/index.php/joa/article/view/34>
- Pratiwi, R.H. (2019). Studi Adaptasi Tumbuhan secara Anatomi terhadap Kondisi Lingkungan yang Ekstrim. *In Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education) Prodi Pendidikan Biologi*. FKIP, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Sarker, A., Erskine, W., & Singh, M. (2005). Variation in Shoot and Root and Their Association with Drought Tolerance in Lentil Landraces. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52:89-97.
- Selyansah, M. (2017). *Respon pertumbuhan dan produksi tomat (Solanum lycopersicum L.) pada Media Tailing Pasir Pasca Penambangan Timah melalui Penambahan Pupuk Hijau Hydrilla verticillata*. Skripsi. Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Bangka.
- Setiawan, I.E. (2003). *Evaluasi Tingkat Keberhasilan Revegetasi pada Lahan Bekas Tambang Timah PT Koba Tin, Koba, Bangka Belitung*. Skripsi Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Sulista. (2019). The Sustainability of Livelihoods of Villages around the Tine Mine in Bangka Islands. *Jurnal Bina Praja 11(1)*: 43-52. <https://doi.org/10.21787/jbp.11.2019.43-52>
- Suryadin, A. (2011). *Hijau Kembali Pulauku (Pemanfaatan Kolong dan Lahan Kritis Pascapenambangan Timah)*. CV. Amalia Book. Bandung. 74 h.
- Swara, N.A., Santoso, D.H., dan Muryani, E. (2020). Evaluasi Kemampuan Lahan untuk Budidaya Holtikultura Pada Lahan Bekas Penambangan Batuan di Balerante, Kemalang, Klaten. *Geomedia 18(1)*: 60-67.
- Wahyono, Y. (2017). *Analisis Keberhasilan Revegetasi Lahan Pasca Tambang Timah di Bangka Tengah*. Skripsi. Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Bangka. 37 h.