

## ALUMINIUM DAPAT DIPERTUKARKAN DAN FOSFOR TERSEDIA PADA TANAH DI PROVINSI BANGKA BELITUNG

### *Exchangeable Aluminum and Available Phosphorus in The Soils of Bangka Belitung Province*

**Arief Hartono<sup>1)\*</sup>, Desi Nadalia<sup>1)</sup>, dan Praja Hary Satria<sup>2)</sup>**

1) Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

2) Program Studi Manajemen Lahan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

#### ABSTRACT

*Productivity of pepper in Bangka Belitung Province has decreased because one of the causes is the problem of the low nutrient availability. The research was conducted in Bangka Belitung Province to determine the distribution of pH, exchangeable aluminium (Exch Al), and available phosphorus (P) and the correlation among those parameters. Soil samples at depths of 0-30 cm and 30-60 cm were collected at the specified points on a 1: 250,000 scale land system map. The pH was determined by shaking the soil sample with distilled water and the ratio of soil sample and distilled water was 1:5. Exch Al was extracted using 1.00 mol L<sup>-1</sup> KCl and determined by titration. Available P was determined using the Bray 1 method. Basic statistic analyses to have minimum, maximum, average and standar deviation (SD) values were conducted. Correlation test among pH, exch Al, and available P to evaluate their relationship were also conducted. The results showed that soils in Bangka Belitung were relatively acid, relatively high exch Al especially in the depth of 0-30 cm and relatively low available P as Bray 1-P. Bray 1-P and exch Al on the depth of 0-30 cm had higher SD than that of the other paramaters. As for correlation analyses, pH significantly negatively correlated with exch Al. pH and exch Al did not correlate with Bray 1-P. This research suggested that soil in Bangka Belitung had problem with soil acidity and low amount of available P in the form of Bray 1-P. The amount of Bray 1-P did not correlate with the amount of exch Al.*

*Key words: Bray 1, correlation, pH, soil acidity*

#### ABSTRAK

Produktivitas lada di Provinsi Bangka Belitung mengalami penurunan karena salah satunya penyebabnya adalah masalah ketersediaan hara yang rendah. Penelitian dilakukan di Provinsi Bangka Belitung untuk menentukan distribusi pH, aluminium yang dapat ditukar (Al-dd), dan fosfor (P) yang tersedia dan korelasi antar parameter tersebut. Contoh tanah pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm diambil pada titik yang telah ditentukan pada peta sistem lahan skala 1: 250,000. pH ditetapkan dengan mengocok contoh tanah dengan air destilata dan rasio contoh tanah dan air destilata adalah 1:5. Al-dd diekstraksi menggunakan 1.00 mol L<sup>-1</sup> KCl dan ditetapkan dengan titrasi. P tersedia ditetapkan menggunakan metode Bray 1. Analisis statistik dasar untuk memperoleh nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standar deviasi dilakukan. Uji korelasi antara pH, Al-dd, dan P tersedia untuk mengevaluasi hubungan antar parameter tersebut dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di Bangka Belitung relatif asam, Al-dd yang relatif tinggi terutama di kedalaman 0-30 cm dan Bray 1-P yang relatif rendah. Bray 1-P dan Al yang dapat ditukar pada kedalaman 0-30 cm memiliki SD yang lebih tinggi daripada paramater lainnya. Untuk uji korelasi, pH secara signifikan berkorelasi negatif dengan Al-dd. pH dan Al-dd tidak berkorelasi dengan Bray 1-P. Penelitian ini menunjukkan bahwa tanah di Bangka Belitung memiliki masalah dengan kemasaman tanah dan rendahnya jumlah P yang tersedia dalam bentuk Bray 1-P. Bray 1-P tidak berkorelasi dengan jumlah Al-dd.

Kata kunci: Bray 1, kemasaman tanah, korelasi, pH

#### PENDAHULUAN

Provinsi Bangka Belitung merupakan produsen lada terbesar di Indonesia, selain Provinsi Lampung, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan (2018), Provinsi Bangka Belitung memiliki areal kebun lada terluas pada tahun 2017 yaitu seluas 52,350 hektar dan merupakan produsen lada paling besar di Indonesia dengan produksi pada tahun 2017 sebesar 34,278 ton. Saat ini, Provinsi Bangka Belitung relatif mengalami penurunan produktivitas lada. Turunnya

produktivitas lada disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah faktor ketersediaan hara.

Petani di Provinsi Bangka Belitung umumnya hanya mampu mempertahankan tanaman lada selama 6-7 tahun yang berarti hanya 2-3 kali panen. Kondisi ini tentu harus diantisipasi agar produktivitas lahan yang digunakan petani meningkat. Produktivitas lahan saat ini masih relatif rendah karena salah satu penyebabnya adalah lahan tidak bisa menyediakan hara yang cukup. Beberapa penelitian tentang dosis pemupukan untuk meningkatkan ketersediaan hara menunjukkan bahwa pemupukan meningkatkan

\*) Penulis Korespondensi: Telp. +628121108782; Email. hartono@apps.ipb.ac.id

pertumbuhan vegetatif tanaman lada (Fatwa *et al.*, 2019; Gusta dan Same, 2021; Hartono *et al.*, 2021).

Masalah yang terkait dengan ketersediaan hara di Provinsi Bangka Belitung adalah kurangnya ketersediaan fosfor (P) dan reaksi tanah yang relatif masam (Usman *et al.*, 2012; Hartono *et al.*, 2020). P merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang relatif banyak karena unsur hara P secara langsung bertanggung jawab dalam transfer energi untuk proses metabolisme (Tisdale *et al.*, 1987).

Al-dd adalah Al dalam bentuk  $Al^{3+}$  yang dapat dipertukarkan yang apabila jumlahnya tinggi dalam tanah maka akan meningkatkan kemasaman tanah melalui reaksi hidrolisis dan meracuni tanaman. Tingginya kandungan Al-dd secara teori juga mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah karena P dapat dipresipitasi oleh Al-dd yang berada dalam larutan tanah (Buckman dan Brady, 1980). Walaupun demikian Al-dd bukan komponen dalam proses erapan P (Hartono *et al.*, 2005).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sebaran pH, Al-dd dan P-tersedia di Bangka Belitung sehingga dapat membantu dalam perencanaan pengelolaan hara P di Bangka Belitung. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi sebaran pH, Al-dd dan P-tersedia, serta hubungan antara ketiga parameter tersebut.

### BAHAN DAN METODE

Penelitian berlangsung pada bulan Oktober 2018 sampai Februari 2019. Penelitian ini meliputi pengambilan contoh tanah di Provinsi Bangka Belitung dan analisis tanah di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University.

Contoh tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah contoh tanah dari Bangka Belitung. Lokasi pengambilan sampel tanah ditentukan menggunakan peta *landsystem* (RePProt, 1987) Provinsi Bangka Belitung dengan skala 1:250.000. Jumlah titik pengambilan sampel tanah yang telah ditentukan berjumlah 129 titik yang mewakili *land unit* yang ada di provinsi Bangka Belitung. Setiap titik dilakukan pengambilan sampel tanah secara komposit pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm.

Contoh tanah yang telah diambil dibawa ke ruang persiapan tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University. Contoh tanah dikeringudarkan, ditumbuk dan diayak dengan saringan 2-mm. Contoh tanah ini kemudian digunakan untuk analisis pH, Al-dd dan P-tersedia.

Analisis pH tanah yang dilakukan adalah pH  $H_2O$  dengan perbandingan 1:5. Contoh tanah sebanyak 10.0 g dikocok dengan air aquadest 50 mL selama 30 menit kemudian pH tanah ditetapkan menggunakan pH meter.

Analisis Al-dd dilakukan dimana Al-dd contoh tanah diekstrak menggunakan  $1.00 \text{ mol L}^{-1}$  KCl dan penetapan Al-dd dilakukan dengan titrasi. Analisis P tersedia dilakukan menggunakan metode Bray 1 dimana P diekstrak menggunakan metode Bray 1 kemudian P yang terekstrak ditetapkan melalui metode pewarnaan dan absorbansinya ditetapkan menggunakan *Spectrophotometer*.

Analisis statistik dilakukan untuk mendapatkan nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standar deviasi dari data analisis tanah. Analisis korelasi sederhana dilakukan untuk melihat hubungan antar variabel yang terdiri dari pH, Al-dd, dan P-tersedia dengan menggunakan *software* SPSS 23.0.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### pH, Al-dd dan P-Bray 1

Data nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standar deviasi pH, Al-dd dan P-tersedia dalam bentuk P-Bray 1 disajikan pada Tabel 1.

pH tanah dari 129 contoh tanah yang diambil pada kedalaman 0-30 cm adalah berkisar dari 3.49 sampai 6.73 dengan nilai rata-rata 4.47 dan standar deviasi 0.41. Sementara pH tanah pada kedalaman 30-60 cm berkisar dari 3.17 sampai 6.66 dengan nilai rata-rata 4.39 dan standar deviasi 0.38.

Nilai Al-dd dari 129 contoh tanah yang diambil pada kedalaman 0-30 cm adalah dari tidak terukur sampai  $12.8 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$  dengan nilai rata-rata  $2.04 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$  dan standar deviasi  $1.68 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ . Untuk kedalaman 30-60 cm, nilai Al-dd berkisar dari tidak terukur sampai dengan  $4.89 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$  dengan nilai rata-rata dan standar deviasi  $0.58 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ .

Nilai P tersedia dalam bentuk P Bray 1 dari 129 contoh tanah yang diambil pada kedalaman 0-30 cm adalah berkisar dari  $2.00 \text{ mg kg}^{-1}$  sampai dengan  $53.1 \text{ mg kg}^{-1}$  dengan nilai rata-rata  $7.86 \text{ mg kg}^{-1}$  dan standar deviasi  $8.93 \text{ mg kg}^{-1}$ . Sementara pada kedalaman 30-60 cm, nilai P Bray 1 berkisar dari  $0.18 \text{ mg kg}^{-1}$  sampai dengan  $4.77 \text{ mg kg}^{-1}$  dengan nilai rata-rata  $1.33 \text{ mg kg}^{-1}$  dan standar deviasi  $1.14 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Data pH, Al-dd dan P Bray 1 menunjukkan bahwa P Bray 1 dan Al-dd pada kedalaman 0-30 cm berturut-turut paling beragam dibandingkan dengan nilai pH pada semua kedalaman serta nilai Al-dd dan P Bray 1 pada kedalaman 30-60 cm. Hartono *et al.* (2020) juga menyatakan bahwa tanah di Provinsi Bangka Belitung juga mempunyai keragaman yang tinggi pada sifat tanah yang lain seperti kadar karbon organik, kadar kation-kation basa, kadar unsur mikro dan kapasitas tukar kation. Sifat-sifat tanah tersebut umumnya bervariasi dari sangat rendah sampai sangat tinggi. Tekstur tanah di Provinsi Bangka Belitung bervariasi dari berpasir sampai klei (Hartono *et al.*, 2020).

Tabel 1. Kisaran rata-rata dan standar deviasi nilai pH, Al-dd dan P Bray 1 dari 129 contoh tanah yang diambil

	pH		Al-dd (cmol (+) $kg^{-1}$ )		P Bray 1 (mg $kg^{-1}$ )	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
Nilai Minimum	3.49	3.17	tr	tr	2.00	0.18
Nilai Maximum	6.73	6.66	12.8	4.89	53.1	4.77
Rata-rata	4.47	4.39	2.04	0.58	7.86	1.33
Standar Deviasi	0.41	0.38	1.68	0.58	8.93	1.14

tr= tidak terukur

Kandungan P-tersedia pada kedalaman 0-30 cm relatif lebih tinggi dibandingkan pada kedalaman 30-60 cm. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh penggunaan lahan yang digunakan, dan semakin meningkatnya kedalaman tanah, kandungan P-tersedia semakin rendah.

**Korelasi pH, Al-dd, dan P-tersedia (P-Bray 1)**

Korelasi antara pH dengan Al-dd dapat dilihat pada Gambar 1. Koefisien korelasi (r) antara pH dengan Al-dd pada kedalaman tanah 0-30 cm dan 30-60 cm masing-masing bernilai -0.451 dan -0.317 dan korelasi tersebut sangat nyata (\*\*). Hal ini menunjukkan bahwa pH tanah meningkat maka Al-dd menurun. Berdasarkan teori yang ada pada pH di bawah 4.70, ion yang paling dominan adalah ion  $Al^{3+}$ , kemudian pada pH 4.70 dan 6.50 ion yang dominan adalah  $Al(OH)_2^+$ . Pada pH 6.50 dan 8.00 bentuk yang dominan adalah  $Al(OH)_3$  dan pada pH di atas 8.00 ion yang dominan adalah  $Al(OH)_4^-$  (Barnhisel dan Bertsch, 1982; Thomas dan Hargrove, 1984; Abreu Jr *et al.*, 2003; Bohn *et al.*, 2005).

pH tanah merupakan karakteristik kimia tanah yang sangat penting diketahui karena pengaruhnya sangat luas terhadap kualitas tanah dan produktivitas lahan (Bohn *et al.*, 2005). Oleh karena itu dalam pengelolaan lahan mengkondisikan pH tanah sampai sekitar pH 5.50 adalah hal yang harus dilakukan. Pada  $pH > 5.50$  Al-dd ( $Al^{3+}$ )

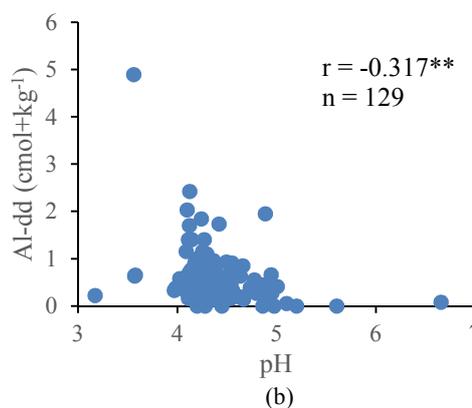
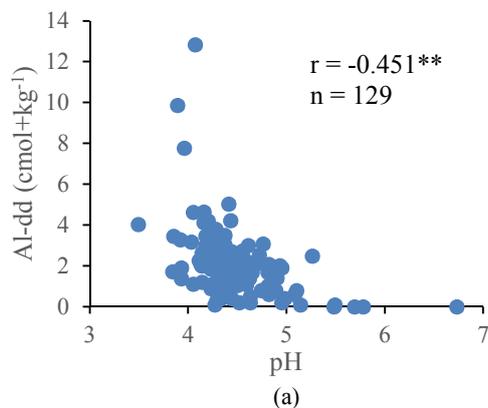
relatif tidak terdeteksi lagi yang artinya konsentrasinya sangat rendah (Bohn *et al.*, 2005).

Korelasi antara pH dengan P-tersedia dalam bentuk P-Bray 1 disajikan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa pH tidak berkorelasi dengan P-Bray 1.

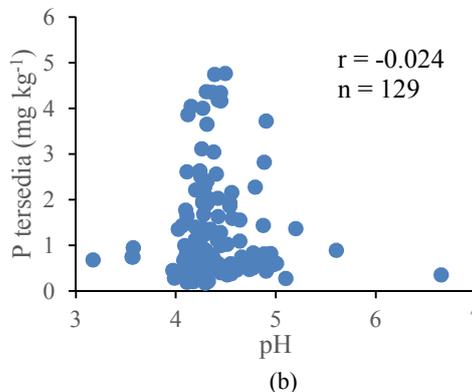
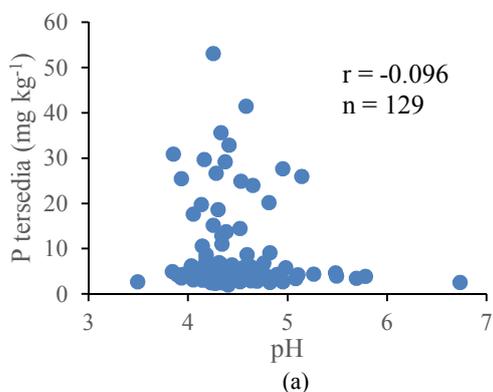
Koefisien korelasi antara pH dengan P-tersedia dalam bentuk P-Bray 1 pada kedalaman tanah 0-30 cm dan 30-60 cm masing-masing bernilai -0.096 dan -0.024. Hal ini menunjukkan bahwa pH dengan P tersedia dalam bentuk P-Bray 1 tidak berkorelasi. Pada pH sekitar 4.00 banyak contoh tanah yang memiliki P-Bray relatif tinggi sementara contoh tanah yang memiliki pH tanah sekitar 5.00 memiliki P-Bray 1 yang relatif rendah.

Penn dan Camberato (2019) menyatakan bahwa pH berpengaruh terhadap kelarutan P dalam bentuk  $H_2PO_4^-$ . Kelarutan P dalam bentuk  $H_2PO_4^-$  maksimal pada pH 6.50 – 7.00. Banyaknya P yang terikat dalam bentuk Al-P, Fe-P dan Ca-P kemungkinan yang berpengaruh terhadap banyaknya P yang dapat diekstrak oleh larutan Bray 1. Bray 1 terdiri dari 0.025 mol  $L^{-1}$  HCl dan 0.03 mol  $L^{-1}$   $NH_4F$ . Ion  $F^-$  bertukar dengan ion  $H_2PO_4^-$  pada senyawa Al-F, Fe-P dan Ca-P melalui pertukaran ligan. Pertukaran ligan tidak dipengaruhi oleh pH (Hartono *et al.*, 2005).

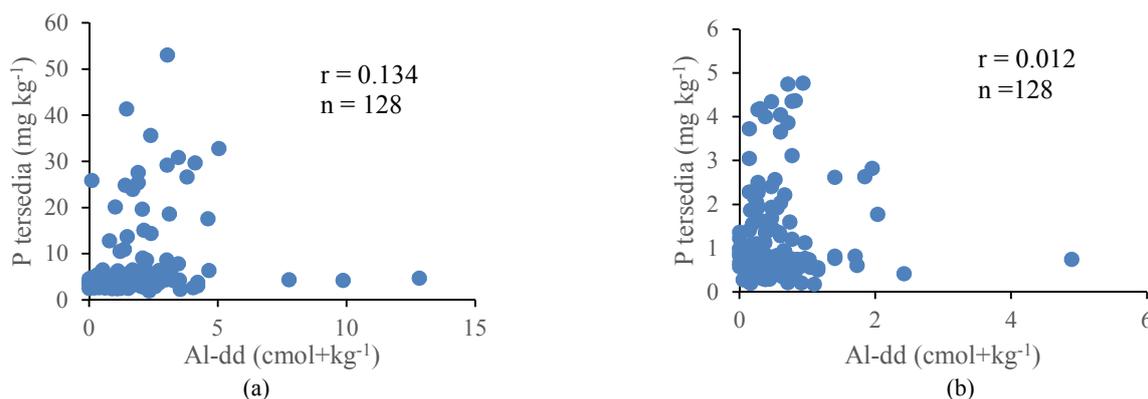
Korelasi antara Al-dd dengan P-tersedia dapat dilihat pada Gambar 3. Koefisien korelasi antara Al-dd dengan P-tersedia pada kedalaman 0-30 cm (a) dan 30-60 cm (b) masing-masing dengan nilai 0.134 dan 0.012 dan tidak berkorelasi nyata.



Gambar 1. Hubungan pH dengan Al-dd pada kedalaman tanah 0-30 cm (a) dan 30-60 cm (b)

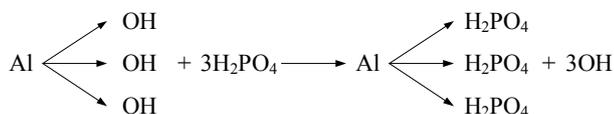


Gambar 2. Hubungan pH dengan P-tersedia pada kedalaman tanah 0-30 cm (a) dan 30-60 cm (b)



Gambar 3. Hubungan antara Al-dd dengan P-tersebut pada kedalaman tanah 0-30 cm (a) dan 30-60 cm (b).

Hal ini menunjukkan bahwa Al-dd bukan penjerap P. Reaksi presipitasi antara Al-dd dengan ion ortofosfat membentuk aluminium fosfat tidak terjadi pada keadaan seperti di Bangka Belitung. Hal ini mungkin reaksi presipitasi Al-dd dan ion ortofosfat memerlukan konsentrasi yang tinggi untuk melampaui nilai Ksp aluminium fosfat. Hartono (2004) menyatakan bahwa Al-dd tidak berkorelasi dengan erapan maksimum P sehingga Al-dd bukan penjerap P. Hartono *et al.* (2005) melaporkan bahwa retensi P di dalam tanah didominasi oleh reaksi pertukaran ligand antara gugus hidroksil pada oksida Al dan Fe dengan ion ortofosfat (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>). Senyawa yang dibentuk sebagai hasil fiksasi oleh aluminium adalah aluminium fosfat. Reaksi yang dihasilkan dapat dituliskan sebagai berikut :



Apabila konsentrasi Al (OH)<sub>3</sub> dalam tanah banyak maka reaksi akan bergerak ke kanan dan terjadi pembentukan senyawa aluminium fosfat yang tidak larut. Kondisi tersebut menyebabkan ion H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> sangat sedikit sekali dan menjadi tidak tersedia bagi tanaman.

**SIMPULAN**

Penelitian menghasilkan bahwa pH dan Al-dd dan P tersedia bervariasi pada tanah Provinsi Bangka Belitung. P tersedia dan Al-dd pada kedalaman 0-30 cm berturut-turut mempunyai standar deviasi yang paling tinggi.

pH berkorelasi negatif sangat nyata dengan Al-dd dimana semakin tinggi pH maka semakin menurun Al-dd. pH dan Al-dd tidak berkorelasi dengan P-tersebut dalam bentuk P-Bray 1.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Netherlands Space Office Belanda yang telah membiayai penelitian ini yang merupakan bagian dari kegiatan pembuatan aplikasi SpiceUp untuk budidaya lada.

Penulis juga berterima kasih kepada ICCO, Versteegen, Nelen and Schuurmans, VanderSat, Akvo, PT

CAN, Balitro dan tim IPB University atas bantuan dalam pengambilan contoh tanah di Bangka Belitung.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abreu Jr, C.H., T. Muraoka and A.F. Lavorante. 2003. Exchangeable aluminum evaluation in acid soils. *Scientia Agricola*, 60: 543-548.

Barnhisel, R. and P.M. Bertsch. 1982. Aluminum. In A. L. Page, R. H. Miller, D. B. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. ASA. Madison. p. 275-300.

Bohn, H.L, B.L. Mc Neal and G.A. O'Connor. 2005. *Soil Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 322 pp.

Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1964. *The Nature and Properties of Soils*. Macmillan Publ. Com. New York. 569 pp.

Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. *Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2019 Lada*. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, Jakarta. 48 pp.

Fatwa, E., I. Inonu dan E. Asriani. 2019. Pertumbuhan tanaman lada (*Piper nigrum* L.) umur 1 tahun pada lahan bekas tambang timah dengan pemberian dosis pupuk anorganik tunggal yang berbeda. *Agrosainstek*, 3 (1): 21-29.

Gusta A.R. and M. Same. 2021. The effect of organic fertilizer and NPK on the growth of the master pepper plants. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 1012012028.

Hartono, A. 2004. Relationship between exchangeable aluminum and phosphorus sorption parameters of Indonesian acid soils. *J. Tanah dan Lingk.*, 6(2): 70-74.

Hartono, A., B. Barus and D.M.P. Simanihuruk. 2022. Fertilizer recommendation for pepper based on soil properties and nutrient uptake. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 974 012047.

Hartono, A., B. Barus, R.K. Tejo, O. Rostiana, D. Manohara and D. Wahyuno. 2020. Smart farming on pepper for fertilizer recommendation in Bangka Belitung. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 418 012049.

- Hartono, A., S. Funakawa and T. Kosaki. 2005. Phosphorus sorption-desorption characteristics of selected acid upland soils in Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 51: 787-799.
- Penn, C.J. and J.J. Camberato. 2019. A critical review on soil chemical processes that control how soil pH affects phosphorus availability to plants. *Agriculture*, 9(6): 1-18.
- RePProT. 1987. *Peta Landsystem RePProt Bangka Belitung*. ODA-Bakosurtanal-Departemen Transmigrasi.
- Thomas, G.W. and W.L. Hargrove. 1984. The chemistry of soil acidity. In F. Adams (ed.). *Soil Acidity and Liming*. ASA, CSSA, SSSA. Madison. p. 3-56.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson and J.D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. 4<sup>th</sup> ed. Macmillan Publ. Com. New York. 754 pp.
- Usman, D., B.E. Tjahjana dan Herwan. 2012. Status hara tanaman lada Bangka Belitung. *Buletin RISTRI*, 3(1): 23-31.
-