

Pengaruh Penggunaan Debu Basalt pada Lahan Tanah Sub Optimal terhadap Perubahan pH Tanah

The Effect of Used of Basalt Powder for Sub Optimum Soil Toward pH Soil Changes

Yusup Hendronursito^{1*)}, J Barus², Kusno Isnugroho¹, DC Birawidha¹, M Amin¹,
MA Muttaqii¹

¹Balai Penelitian Teknologi Mineral – LIPI, Lampung Selatan 35361

² Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, Unila Bandar, Bandar Lampung 35145

^{*)}Penulis untuk korespondensi: yusu016@lipi.go.id

Sitasi: Hendronursito Y, Barus J, Isnugroho K, Birawidha DC, Amin M, Muttaqii MA. 2019. the effect of used of basalt powder for sub optimum soil toward pH soil changes. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2019, Palembang 4-5 September 2019.* pp. 178-185. Palembang: Unsri Press.

ABSTRACT

A The use of basalt dust as a stone meal in Indonesia is still rarely found, while basalt has enormous potential as a fertilizer that is rich in micro and macro nutrients needed by plants especially in the treatment of soil amelioration. Development of complete organic fertilizer enriched with minerals is also very necessary. This study aims to determine the potential of basalt dust on soil ameliorants to changes in acidic soil pH in sub-optimal land. The experiments is carried out on the soil which is given basalt dust treatment in a test column with incubation treatment on a pot. Design experiments uses the orthogonal array L16 taguchi, with parameters of the percentage of basalt weight of organic fertilizer (A) 0, 10, 30, and 60%, the weight of organic fertilizer as much as (B) 5, 20, 35, and 50 tons/ha, and high water immersion (C) 100 and 300 mm. Experiments were carried out on soils treated with basalt dust in a test column with incubation treatment for 3 months and then the change in pH was measured using a pH meter PHT-027. Based on ANOVA analysis it is known that the weight percentage of basalt powder has the most significant effect on changes of soil pH. While the amount of water soaking have less significant effect on changes of soil pH. To obtain the optimum pH change can be used 60% basalt mixture by organic fertilizer, application of fertilizer are 20 tons/ha, and watering 100 mm.

Keywords: anova, basalt, micronutrient dan macronutrient, taguchi

ABSTRAK

Penggunaan debu basalt sebagai pupuk mineral di Indonesia masih jarang dijumpai, sedangkan basalt memiliki potensi yang sangat besar sebagai pupuk yang kaya akan mikro dan makro nutrisi yang diperlukan tanaman terlebih pada pelakuan pembenah tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi debu basalt sebagai pembenah tanah terhadap perubahan pH tanah masam pada lahan sub optimal. Pengujian dilakukan pada tanah yang diberikan perlakuan debu basalt pada sebuah kolom uji dengan perlakuan inkubasi pada sebuah pot berukuran diameter 20 cm dan tinggi 30 cm. Tanah sampel yang telah dimasukkan ke dalam pot kemudian ditaburi basalt pada bagian atas dan diberikan air dengan volume yang telah ditentukan. Perubahan pH diukur menggunakan pH meter PHT-027. Desain eksperimen menggunakan taguchi orthogonal array L16, dengan parameter prosentase berat basalt terhadap pupuk organik (A) 0%, 10%, 30%, dan 60%, penggunaan pupuk per ton ha (B) 5 ton/ha, 20 ton/ha, 35 ton/ha, dan 50 ton/ha, dan tinggi air perendaman (C) 100 mm dan 300 mm. Berdasarkan analisis ANOVA diketahui prosentase berat bubuk basalt paling berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan pH tanah.

Sedangkan banyaknya air pada perendaman serbuk kurang berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan pH tanah. Untuk memperoleh perubahan pH optimum dapat digunakan % basalt terhadap pupuk organik yang digunakan adalah 60%, pemupukan 20 ton/ ha, dan perendaman 100 mm.

Kata kunci: anova, pupuk mineral, pembenah tanah, taguchi

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki cadangan batuan basalt yang sangat berlimpah, menurut K Isnugroho *et al* (2018), cadangan batu basalt di Indonesia lebih dari satu milyar ton (Kusno Isnugroho, Hendronursito, & Birawidha, 2018). Menurut badan geologi kementerian ESDM, basalt banyak dijumpai di Lampung Timur, di daerah-daerah Desa Rajabasa Batanghari, Kec. Sukadana, Desa Asem Kamal, Kec. Sukadana, Daerah Irigasi Way Curup, Desa Rajabasa Baru, Kec. Mataram Baru, Desa Nyampir, Kec. Bumi Agung, Desa Tanjung Harapan, Kec. Marga Tiga, Desa Negeri Katon, Kec. Marga Tiga, Desa Negeri Agung, Kec. Marga Tiga, Desa Bunguk, Kec. Jabung, Desa Mataram Baru, Kec. Mataram Baru dan Ds. Nibung, Kec. Labuhan Maringgai. Sumberdaya basalt di Propinsi Lampung diperkirakan lebih dari 18 juta ton. Pada satuan Basal Sukadana (Bs), berupa aliran lava basal, pejal berwarna kelabu tua kehitaman, bagian atasnya banyak mengandung lubang gas, setempat mengandung xenolit berupa basal berlubang gas (vesikular), mengalami pelapukan mengulit bawang (Kusdarto, Sukmawan, & Sutandi, 2006). Contoh batuan basalt dari Sukada Lampung Timur ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Batuan basalt dari Sukadana Lampung Timur Propinsi Lampung

Batuan basalt ini oleh penduduk setempat disebut dengan batu keriting karena bentuknya yang keriting. Pada tambang-tambang rakyat, batuan ini dipergunakan sebagai batu pondasi.

Penggunaan debu basalt sebagai fertiliser merupakan hal yang baru di Indonesia, sedangkan negara-negara maju lainnya telah banyak melakukan penelitian mengenai manfaat basalt sebagai fertiliser. Penggunaan partikel mineral sebagai pupuk tanah atau lebih dikenal sebagai teknik Stone Meal telah banyak dilakukan (Barak, 1983; Bockman, 2016; Florestal, 2005; Goreau *et al.*, 2013; Haller, 2011; Jakubowski, 2013; Mitsuhiro, Lopes, Neide, Martins, & Lopes-assad, 2014; Nunes, Kautzmann, & Oliveira, 2014; Tchouankoue, Tchekambou, Angue, Ngansop, & Theodoro, 2016; Toscan & Sabedot, 2007). Debu basalt menyediakan makronutrien penting seperti nitrogen, fosforus,

potassium, calcium, magnesium dan sulfur, sama baiknya dengan mikronutrien seperti Fe, Mn, Cu, Zn dan Na, terhadap permukaan lahan/air/tanah (Harley & Gilkes, 2000). Plagioclase and orthoclase pada batuan basalt merupakan sumber penting dari Ca and K, dan beberapa studi menunjukkan bahwa orthoclase sebagai penyedia kandungan K terbesar (Churchman, Lowe, & Zealand, 2012; Shafar, Noordin, Zulkefly, Shamshuddin, & Hanafi, 2017). Selain itu penggunaan debu basalt pada lahan pertanian telah menunjukkan adanya peningkatan produktifitas dan peningkatan respon pertumbuhan tanaman (Goreau *et al.*, 2013). Beberapa penelitian menunjukkan manfaat penggunaan basalt diantaranya perbaikan pH (Florestal, 2005; Nunes *et al.*, 2014; Shafar *et al.*, 2017; Theodoro & Leonardos, 2006), sebagai alternatif untuk mengurangi biaya pertanian dan mengurangi ketergantungan pada bahan baku impor sembari menghindari dampak negatif terhadap lingkungan (Almeida, Junior, & Ralisch, 2006; Fyfe, Leonardos, & Theodoro, 2006), perbaikan Cation Exchange (CEC) lahan, penambahan unsur K pada tanah (WANG & QI, 2007).

Beberapa penelitian mengenai penggunaan debu basalt terhadap perubahan pH tanah telah menunjukkan pengaruh debu basalt. Seperti yang dilakukan oleh Welter (2010), mempelajari tentang pengaruh serbuk basalt pada tanah di Amazon-Brazil. Dalam penelitiannya menggunakan 8.24 gbasalt/Kgtanah, dan berpengaruh terhadap perubahan pH tanah dari 4.8 menjadi 5.6 dalam 120 hari (Welter, 2010). J MG Nunes *et al* (2014), melakukan pengukuran perubahan pH tanah akibat pemberian serbuk basalt dengan cara mencampur serbuk basalt dengan air 0.025 L pada pH 5.6, hasilnya menunjukkan pH yang meningkat menjadi 8.6 pada sampel W-II, W-IV, dan pH 6.7 untuk sampel W-III (Nunes *et al.*, 2014). Menurutnya, perubahan pH ini dipengaruhi oleh penyerapan ion H⁺ kedalam permukaan debu basalt, karena permukaan yang bermuatan negatif seperti yang diperlihatkan pada pengukuran potensial zeta. Basalt dapat bereaksi dengan tanah ultisol maupun tanah oxisols. Pada keadaan ini, toksisitas

Al terhadap tanaman yang tumbuh diminimalkan karena sebagian besar Al menjadi Al Hidroksida. Perbaikan pH tanah menggunakan basalt ini berbeda-beda tergantung terhadap kondisi tanah, tingkat pH yang tinggi dicirikan dengan rendahnya kandungan Al pada tanah. J shamshudin *et al* (2011), menggunakan serbuk basalt untuk mereduksi tanah dengan Al 1.47 cmolc/kg dengan menginkubasi selama 6 bulan dan Al berubah menjadi 0.68 cmolc/kg (J Shamsudin, 2016). Dia menambahkan, untuk mereduksi toksisitas Al pada tanah Ultisol maupun oxisols menggunakan serbuk basalt 10 t/ha. Xu Gao *et al* (2016), melakukan pengujian pengaruh fertilizer dari debu basalt, pengujian dilakukan menggunakan simulasi kondisi pada pengujian kolom. Kolom terbuat dari vinyl chloride, terdiri dari 15 cm lapisan bajak, diatas diberikan air dengan ketinggian 5 cm. Sample dilakukan pengukuran pH dan potensial redoks (Oxidation and Reduction Potential/ ORP). Dari hasil pengukuran menunjukkan perubahan yang signifikan (Gao, Ito, Nasukawa, & Kitamura, 2016).

Rancangan desain eksperimen yang digunakan berdasarkan metode taguchi merupakan metode statistik yang dicetuskan oleh Taguchi dan Konishi (Taguchi & Konishi, 1987). Metode ini melibatkan identifikasi faktor kontrol yang tepat untuk mendapatkan hasil proses yang optimal. Orthogonal arrays (OA), digunakan untuk melakukan serangkaian eksperimen. Hasil percobaan digunakan untuk menganalisis data dan memprediksi kualitas parameter yang digunakan (Athreya & Venkatesh, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari material alternatif yang dapat digunakan sebagai pengkondisi tanah yang dapat meningkatkan pH tanah masam pada lahan sub optimal. Material yang digunakan adalah batuan basalt dimana saat ini pemanfaatan batuan basalt di Indonesia hanya sebatas sebagai material bangunan sebagai pondasi maupun ornamen dinding, secara khusus belum termanfaatkan menjadi material maju yang diolah menjadi benda yang memiliki nilai jual serta manfaat yang tinggi, seperti menjadi basalt stone meal.

BAHAN DAN METODE

Sampel serbuk basalt diperoleh dari Lampung Timur. Serbuk basalt diayak menggunakan mesh 325. Parameter percobaan meliputi persentase basalt terhadap pupuk organik, penggunaan pupuk per ton Ha, dan banyaknya air perendaman, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Metode taguchi merupakan metode statistik yang dicetuskan oleh Taguchi dan Konishi (Taguchi & Konishi, 1987). Metode ini melibatkan identifikasi faktor kontrol yang tepat untuk mendapatkan hasil proses yang optimal. Orthogonal arrays (OA), digunakan untuk melakukan serangkaian eksperimen. Hasil percobaan digunakan untuk menganalisis data dan memprediksi kualitas parameter yang digunakan (Athreya & Venkatesh, 2012). Jumlah sampel ditentukan berdasarkan pemodelan Taguchi orthogonal array L16, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Desain parameter pengujian

Level/ parameter	% basalt vs PO	Ton/ Ha	Volume Air
1	0	5	100
2	10	20	300
3	30	35	
4	60	50	

Tabel 2. Taguchi desain, ortogonal array L16

No. Sampel	A (% Basalt Vs PO)	B Ton/ha	C Volume Air
1	1	1	1
2	1	2	1
3	1	3	2
4	1	4	2
5	2	1	1
6	2	2	1
7	2	3	2
8	2	4	2
9	3	1	2
10	3	2	2
11	3	3	1
12	3	4	1
13	4	1	2
14	4	2	2
15	4	3	1
16	4	4	1

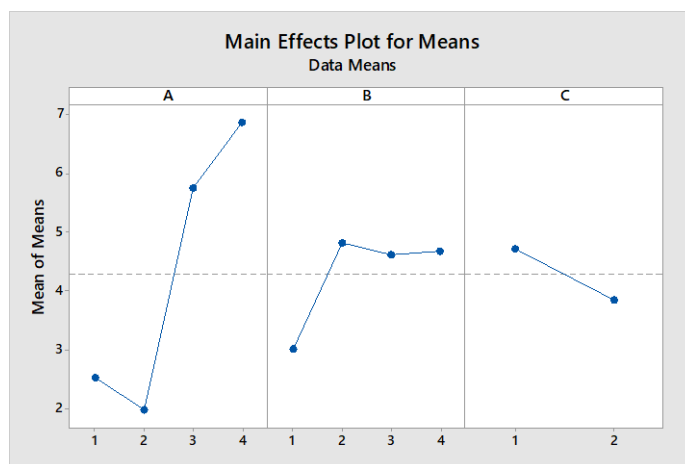
Pengujian anova dilakukan untuk menginterpretasikan data-data hasil pengujian, perhitungan secara kuantitatif yang mengestimasi kontribusi dari setiap faktor pada semua pengukuran respon. Taguchi analisis untuk desain L16(4² 2²) Factors: 4 Runs: 16 terhadap ΔpH dengan rumus signal to noise ratio (S/N) nominal is best seperti pada persamaan 1.

$$S/N = \frac{S}{N} = 10 \times \log_{10} (Ybar^2 / s^2) * 1$$

Perlakuan inkubasi tanah pada sebuah pot berukuran diameter 20 cm dan tinggi 30 cm. Tanah sampel yang telah dimasukkan ke dalam pot kemudian ditaburi basalt pada bagian atas dan diberikan air dengan volume yang telah ditentukan. Pengukuran dilakukan pada tanah sampel sebelum perlakuan dan setelah perlakuan selama 3 (tiga) bulan. Perubahan pH dilakukan pengukuran menggunakan alat PHT-027.

HASIL

Hasil dari pengukuran pH pada tanah yang telah diperlakukan inkubasi dengan pemberian serbuk basalt dan perendaman air seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 2. Hasil analisis taguchi desain

Grafik 2. nilai optimal yang diperoleh dari masing-masing parameter pada setiap parameter. Analisis taguchi desain ini menggunakan minitab 17. Dari hasil analisis dapat diprediksi bahwa perubahan pH akan optimal pada A4, B2, dan C1.

Tabel 3 . Hasil pengukuran pH (92 Hari) L16(4² 2¹) array mean

A	B	C	pH	ΔpH	Mean
1	1	1	6,36	1,82	1,82
1	2	1	7,27	2,73	2,73
1	3	2	7,33	2,79	2,79
1	4	2	7,3	2,76	2,76
2	1	1	6,82	2,28	2,28
2	2	1	6,96	2,42	2,42
2	3	2	5,59	1,05	1,05
2	4	2	6,69	2,15	2,15
3	1	2	6,49	1,95	1,95
3	2	2	6,81	2,27	6,81
3	3	1	7,2	2,66	7,2
3	4	1	7,05	2,51	7,05
4	1	2	6	1,46	6
4	2	2	7,31	2,77	7,31
4	3	1	7,43	2,89	7,43
4	4	1	6,37	1,83	6,77

Hasil dari analisi taguchi desain, respon terhadap means diperoleh rangking dari setiap parameter ABC, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Dari analisis desain taguchi juga diperoleh nilai optimal yang bisa didapatkan dari masing-masing level pada setiap parameternya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Peguajian Anova dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian dari hasil pengujian pH yang telah diperoleh dilakukan. Anova menggunakan software minitab 17. Hasil anova diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Respon terhadap means

Level	A	B	C
1	2,525	3,013	4,713
2	1,975	4,817	3,852
3	5,753	4,617	
4	6,877	4,683	
Delta	4,902	1,805	0,86
Rank	1	2	3

Tabel 5. Analysis of variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
A	3	69,233	23,078	17,05	0,001
B	3	8,685	2,895	2,14	0,173
C	1	2,958	2,958	2,19	0,178
Error	8	10,828	1,353		
Total	15	91,705			

PEMBAHASAN

Pengujian pH tanah yang telah diperlakukan basalt selama 92 hari menunjukkan peningkatan, pH tanah sebelum perlakuan adalah 4.54 meningkat menjadi pH 6 dan 7. Besaran kenaikan ini bervariasi dengan kenaikan terbesar yaitu 2.89.

Dengan menggunakan aplikasi taguchi, hasil penelitian dapat diprediksi parameter-parameter optimal untuk memperoleh kenaikan pH. Dari grafik Main Effects Plot for Mean, dapat dilihat parameter beserta level yang memiliki nilai tertinggi, yaitu A4, B2, dan C1. A4 merupakan prosentase debu basalt yang digunakan terhadap pupuk organik adalah 60%, B2 merupakan banyaknya pupuk hasil dari pencampuran basalt dengan pupuk organik yang digunakan adalah 20 ton/ha, C1 merupakan volume air yang digunakan pada saat perendaman adalah 100 mm. Hal ini berarti untuk memperoleh perubahan pH tanah secara optimal, maka % basalt vs pupuk organik yang digunakan adalah 60%, pemupukan 20 ton/ ha, dan penyiraman 100 mm.

Pengujian Anova nilai α ditetapkan sebesar 0.05

Diperoleh dari hasil uji ANOVA,

P value A < α , maka Ho ditolak

P Value B > α , maka Ho diterima

P value C > α , maka Ho diterima

F tabel = $f(0.05;3;15) = 3.28$

Diperoleh bahwa,

F value A > F tabel, Ho ditolak

F value B < F tabel, Ho diterima

F value C < F tabel, Ho diterima

Dari uraian F value dan P value, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari % basalt terhadap perubahan pH tanah. Sedangkan banyaknya air pada perendaman dan banyaknya penggunaan basalt serbuk kurang berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan pH tanah.

KESIMPULAN

Serbuk basalt dari Lampung Timur telah terbukti dapat meningkatkan pH tanah. Perubahan pH ini sangat dipengaruhi oleh persentase serbuk basalt yang digunakan, dalam percobaan ini penggunaan 60% serbuk basalt merupakan hasil yang paling optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan diberikan kepada Ristekdikti yang telah membiayai penelitian ini melalui program riset INSINAs flagship pangan fungsional. Ucapan terimakasih juga diucapkan kepada Balai Penelitian Teknologi Mineral – LIPI yang telah memberikan fasilitas berupa tempat dan alat pengujian selama penelitian ini. Kepada Bapak Tumpal Ojahan Rajagukguk dari Universitas Malahayati dan Ibu Arfi Irawati dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung yang telah aktif berdiskusi serta memberikan saran dan ilmunya pada grup penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, E De, Junior F, Ralisch R. 2006. Powdered rock to revitalise soils. *Leisa Magazine*, 12–13.
- Athreya S, Venkatesh YD. 2012. Application of taguchi method for optimization of process parameters in improving the surface roughness of lathe facing operation. *International Refereed Journal Of Engineering And Science (Irjes)*. 1(3):13–19.
- Barak P. 1983. Ground basalt and tuff as iron fertilizers for calcareous soils seagram centre for soil and water sciences. Faculty Of Agriculture. Hebrew University ff Jerusalem. (158): 155–156.
- Bockman. 2016. Fertilizers and biological nitrogen fixation as sources of plant nutrients : perspectives for future agriculture author (S): O . C . Bøckman Source : Plant And Soil , 194(1/2). *Opportunities For Biological Nitrogen Fixation In Rice And Ot*. 194 (1): 11–14.
- Churchman GJ, Lowe DJ, Zealand N. 2012. Alteration, Formation, And Occurrence Of Minerals In Soils. In *Handbook Of Soil Sciences*. 2nd Ed.. 1: 20.1-20.72). Crc Press (Taylor & Francis).
- Florestal E. 2005. *Juliane Garcia Knapik Utilização Do Pó De Basalto Como Alternativa À Adubação Convencional Na Produção De Mudás De*.
- Fyfe WS, Leonardos OH, Theodoro SH. 2006. Sustainable Farming With Native Rocks . *The Transition Without Revolution*. (78): 715–720.
- Gao X, Ito T, Nasukawa H, Kitamura S. 2016. Application of fertilizer made of steelmaking slag in the recovery of paddy fields damaged by the tsunami of 2011. *Isij International*. 56(6): 1103–1110.
- Goreau TJ, Stack E, Senechal E, Tang J, Ryals R, Vanacore T, Campe J. 2013. *Basalt Dust And Biochar Interactions At New Harmony Farm*. Massachusetts. 1634.
- Haller H. 2011. Efficacy. Nicaragua: Sustainability And Diffusion Potential Of Rock Dust For Soil Remediation In Chontales.
- Harley AD, Gilkes RJ. 2000. Factors Influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: A Geochemical Overview. *Nutirent Cycling In Agroecosystems*. (56): 11–36.
- Shamsudin J. 2016. Improving the productivity of acid sulfate soils for rice cultivation using limestone, basalt, organic fertilizer and/or their combinations. 45(3): 383–392.
- Jakubowski M. 2013. Usefulness of rock dust waste for the remediation of zinc contaminated soils 1 przydatność odpadowego pyłu skalnego do remediacji gleb

- zanieczyszczonych cynkiem. 24(1): 1–4.
- Kusdarto S, Sukmawan S, Sutandi AS. 2006. Inventarisasi dan evaluasi bahan galian non logam di kabupaten Lampung Tengah dan Lampung Timur, Provinsi Lampung. Retrieved July 22, 2019, From [Http://Psdg.Bgl.Esdm.Go.Id/Index.Php?Option=Com_Content&View=Article&Id=473 &Itemid=478](http://Psdg.Bgl.Esdm.Go.Id/Index.Php?Option=Com_Content&View=Article&Id=473&Itemid=478). [diakses 19 Agustus 2019].
- Isnugroho K, Hendronursito Y, Birawidha DC. 2018. Characterization and utilization potential of basalt rock from east- lampung district characterization and utilization potential of basalt rock from East-Lampung District. In *Materials Science And Engineering*. Indonesia: IoP Conf. Series. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/285/1/012014>
- Mitsuhiro O, Lopes M, Neide E, Martins V, Lopes-Assad LRC. 2014. Effect Of Rock Powder And Vinasse On Two Types. *R. Bras. Ci. Solo*. 38(1): 1547–1557.
- Nunes JMG, Kautzmann RM, Oliveira C. 2014. Evaluation of the natural fertilizing potential of basalt dust wastes from the mining district of nova prata (Brazil). *Journal Of Cleaner Production*. 4–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.032>
- Shafar JM, Noordin WD, Zulkefly S, Shamsuddin J, Hanafi MM. 2017. Improving soil chemical properties and growth performance of hevea brasiliensis through basalt application. In *Proceedings Of International Rubber Conference 2017 Malaysia*: p. 308–323.
- Taguchi G, Konishi S. 1987. Taguchi Methods, Orthogonal Arrays And Linear Graphs, Tools For Quality Engineering. *Dearborn, Mi: American Supplier Institute*. 35–38.
- Tchouankoue JP, Tchekambou ANT, Angue MA, Ngansop C, Theodoro SH. 2016. Rock Fertilizers As An Alternative To Conventional Fertilizers: The Use Of Basalt From The Cameroon Volcanic Line For Maize. In *Geotherapy*. p. 445–458.
- Theodoro SH, Leonardos OH. 2006. The Use of rocks to improve family agriculture in Brazil. *Anais Da Academia Brasileira De Ciências (Annals of The Brazilian Academy Of Sciences)*. 78(4): 721–730. [https://doi.org/0001-3765](https://doi.org/10.1590/0001-3765)
- Toscan L, Sabedot S. 2007. Mineração O Rejeito Da Mineração De Basalto No Nordeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul : Diagnóstico Do Problema, 60(4), 657–662.
- Wang Y, Qi X.-N. 2007. Evaluation on black soil nutrients and fertilization recommendation in Dehui City. *Chinese Journal Of Eco-Agriculture*. 15(2): 26–28.
- Welter, M. K. 2010. *Doses De Pó De Basalto No Desenvolvimento Inicial De Mudanças De Frutíferas Nativas Da Amazônia*. Universidade Federal De Roraima Pró-Reitoria.