

Perbaikan Sifat Kimia Lahan Bekas Tambang Emas Melalui Aplikasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kandang Ayam

PANJI ROMADHAN^{*}), GUSMINI, HERMANSAH

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas,
Kelurahan Limu Manis, Kecamatan Pauh, Kota Padang

^{*}Email: panjiromadhan@gmail.com

ABSTRACT

Improvement of Chemical Properties of Ex-Gold Mine Land Through Application of Rice Husk Biochar and Chicken

Manure. Ex-gold mining land that have been degraded so that soil fertility is very low. Mining with an open system causes an increase in the oxidation of sulfuric minerals which reduces nutrient levels, so it is necessary to make efforts to increase nutrients through the addition of rice husk biochar and manure. The purpose of the study was to determine the role of rice husk biochar and manure to improve soil chemical properties. This study used a completely randomice design (CRD)with 6 treatments and 4 replications. The results showed that 100% manure treatments could increase soil fertility, when the soil pH was 6.28, total N 0.0072%, and available P 59.74 ppm. The best treatments for the organic C parameter is a combination of 50% rice husk biochar + 50% manure, which is 1.42%. Based on research, the addition of organic matter can improve the chemical properties of ex-gold mining land.

Keywords: *Ex-Gold Mining Land, Manure, Rice Husk Biochar*

PENDAHULUAN

Lahan bekas tambang merupakan lahan yang mengalami degradasi yang mempunyai karakteristik tingkat kesuburannya sangat minim, ditandai dengan sifat fisik, kimia, serta biologis dengan kualitas sangat rendah. Luas lahan bekas tambang di Indonesia lebih dari 1,3 juta Ha yang tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Bangka, Sulawesi, Nusa Tenggara, dan Papua.

Salah satu dari lahan bekas tambang adalah lahan bekas tambang emas. Lahan bekas tambang emas merupakan lahan yang telah mengalami degradasi sebagai akibat dari aktivitas tambang yang membolak-balikkan tanah sehingga Top Soil (Lapisan Tanah Atas) hilang di atas permukaan tanah (Widyati, 2011).

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, maraknya aktivitas PETI (Penambangan Emas

Tanpa Izin) merupakan pertambangan liar yang bersifat ilegal. Hal itu pada umumnya dilakukan dengan sistem terbuka. Berdasarkan penelitian Henrianto *et al* (2019), dampak negatif dari kegiatan penambangan emas adalah lahan bekas tambang emas lebih bertekstur pasir, kriteria bahan organiknya sangat rendah sekitar 1,036%, berat volume >1 g/cm³ yang menyebabkan tanah menjadi padat, struktur tanahnya rusak atau tidak mantap, peka terhadap erosi, aerasi dan drainase tanah jelek serta retensi airnya rendah.

Penambangan dengan sistem ini mengakibatkan lapisan tanah atas dan lapisan tanah bawah akan bercampur sehingga terjadi oksidasi mineral bersulfur dengan melepaskan sulfat yang menyebabkan sifat kimia tanah menjadi jelek meliputi pH tanah menjadi masam hingga sangat masam, N-total 0,15 %, P-tersedia 5,43 ppm, K-dd 0,18 me/100 gram, C-organik 0,80 %, kelarutan logam meningkat, dan akumulasi logam-logam. Bahan yang digunakan untuk pemurnian bijih atau mineral adalah sianida (CN), arsen (As), dan merkuri (Hg). Namun, bahan yang digunakan pada tambang emas adalah merkuri (Hg). Bahan-bahan tersebut merupakan

pencemar lingkungan yang sangat beracun (Widyati, 2011).

Berdasarkan penelitian Gusmini *et al*, (2018; 2019) Kabupaten Dharmasraya, Provinsi Sumatera Barat merupakan daerah yang sangat terancam karena lahannya rusak oleh aktivitas PETI serta mengandung bahan pencemar merkuri (Hg) sebanyak 2,96 mg/L dengan kriteria yang sangat tinggi dan bahan organik sebanyak 3,44% dengan kriteria rendah. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Direktorat Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang berkerjasama dengan Pusat Studi lingkungan Hidup Institut Teknologi Bandung (2018) di Kabupaten Dharmasraya dengan luas lahan bekas tambang 22.509 Ha mendapatkan hasil bahwa setiap tanaman yang ditanam di Lahan Bekas tambang mengabsorpsi Hg sebesar 0,58 mg/kg dengan baku mutunya yaitu 0,03 mg/kg. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti lebih lanjut mengenai perbaikan sifat kimia lahan bekas tambang emas melalui penambahan biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam

Biochar sekam padi merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna

dari sekam padi yang berpotensi untuk menambah unsur hara pada tanaman serta juga dapat meningkatkan kualitas tanah dan digunakan sebagai salah satu alternatif untuk pembenah. Pemberian biochar ke tanah dapat meningkatkan kadar karbon, retensi air, pH, K, P, Ca, N, Mg, dan S. Selain itu, karbon pada biochar bersifat stabil dan dapat tersimpan selama ribuan tahun di dalam tanah (Herman et al, 2018).

Pupuk kandang ayam merupakan salah satu dari jenis pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan dan mempunyai kemampuan untuk memperbaiki kesuburan tanah. Penggunaan pupuk kandang ayam bertujuan untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Kandungan hara pada pupuk kandang ayam juga tergantung pada jenis kotoran hewannya dan juga pengelolaannya. Kandungan hara lebih tinggi jika melalui metode pengomposan karena telah terjadi penguraian oleh mikroorganisme, sehingga unsur hara makro dan mikro akan lebih banyak tersedia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam dalam memperbaiki sifat kimia lahan bekas tambang emas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai dengan November 2021 di rumah kaca dan laboratorium Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat. Bahan yang digunakan yaitu tanah bekas tambang emas yang diambil dari Nagari Tebing Tinggi, Kecamatan Pulau Punjung, Kabupaten Dharmasraya.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode percobaan pot rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan, sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Berdasarkan penelitian Shalsabila et al. (2014) diperoleh rekomendasi bahan organik untuk tanah bekas tambang emas yaitu sebesar 40 ton/Ha setara dengan 100% biochar sekam padi dan 100% pupuk kandang ayam. Perlakuan yang digunakan terdiri dari perlakuan A (100% biochar sekam padi), B (25% biochar sekam padi + 75% pupuk kandang ayam), C (50% biochar sekam padi + 50% pupuk kandang ayam), D (75% biochar sekam padi + 25% pupuk kandang ayam), E (100% pupuk kandang ayam), dan F (0% biochar sekam padi + 0% pupuk kandang ayam) sebagai perlakuan kontrol.

Pada penelitian ini dilakukan analisis tanah awal bekas tambang emas dan tanah bekas tambang emas setelah perlakuan. Analisis tanah terdiri dari sifat kimia tanah meliputi indikator pH tanah, N-total tanah, C-organik, P-tersedia, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd, dan KTK. Pengaruh perbedaan perlakuan pada percobaan diuji dengan uji ANOVA pada taraf 5% serta dilakukan uji lanjut menggunakan uji jarak berganda Duncan (DNMRT) taraf 5% menggunakan program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tanah Awal Lahan Bekas Tambang Emas

Analisis tanah awal lahan bekas tambang emas disajikan pada Tabel 1 terdiri dari analisis sifat kimia.

Proses penambangan emas di lokasi penelitian menggunakan metode konvensional atau sistem terbuka yang membolak-balikkan tanah, sehingga lapisan tanah bagian atas (Top soil) dan tanah bagian bawah (Sub soil) menjadi tercampur sehingga sifat kimia dari tanah akan mengalami perubahan atau tanah menjadi terdegradasi. Hal itu akan menyebabkan oksidasi mineral bersulfur yang sangat berpengaruh, ditandai dengan menurunnya pH tanah. Hasil

analisis tanah awal lahan bekas tambang emas, pH H₂O sebesar 4,17 dan pH potensial (KCl) sebesar 3,99 dengan kriteria sangat masam. Menurut Allo *et al.*, (2016) reaksi pH tanah berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara makro dan mikro bagi pertumbuhan tanaman karena pertukaran ion pada koloid tanah dan larutan tanah sangat dipengaruhi oleh derajat kemasaman tanah. Berdasarkan hasil analisis didapatkan hasil N-total sebesar 0,03 %, P-tersedia sebesar 1,29 ppm, K-dd sebesar 0,007 Cmol/kg, Mg-dd sebesar 0,083 Cmol/kg, Ca-dd sebesar 0,091 Cmol/kg, dan Na-dd sebesar 0,008 Cmol/kg, dengan kejenuhan basa sebesar 2,9 % yang mana hal itu tergolong pada kriteria yang sangat rendah sehingga produktivitas dari tanah tersebut sangat minim.

Penambangan dengan sistem terbuka juga berdampak terhadap kandungan bahan organik yang menurun oleh aktivitas pengerukan kulit bumi. Bahan organik pada lapisan bagian atas tanah (Top soil) dikenal dengan istilah humus yang berperan dalam pertumbuhan tanaman. Berdasarkan analisis, lahan bekas tambang emas mengandung bahan organik sebesar 1,07% dengan kriteria yang sangat rendah serta C-organik sebesar 0,62%.

Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan kemampuan tanah memegang dan melepaskan unsur hara yang diserap oleh tanaman. Hasil analisis dari lahan bekas tambang emas nilai KTKnya sebesar 7,9 Cmol/kg. Hal itu dapat kita ketahui bahwa daya tukar kation dari tanah sangat kurang, sehingga unsur hara akan mudah hilang melalui proses pencucian (leaching) ke

tanah lapisan bagian bawah oleh air seiring dengan proses infiltrasi dan perkolasi.

Analisis Tanah Setelah Perlakuan

Analisis tanah setelah perlakuan terdiri dari sifat kimia yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Sifat Kimia Lahan Bekas Tambang Emas

| Parameter | Nilai | Kriteria* |
|--------------------------|-------|---------------|
| pH H ₂ O | 4,17 | Sangat masam |
| pH KCl | 3,99 | Sangat masam |
| C-Organik (%) | 0,62 | Sangat rendah |
| Bahan Organik (%) | 1,07 | Sangat rendah |
| P-tersedia (ppm) | 1,29 | Sangat rendah |
| N-total (%) | 0,03 | Sangat rendah |
| KTK(Cmol/kg) | 7,9 | Sangat rendah |
| Na-dd (Cmol/kg) | 0,008 | Sangat rendah |
| K-dd (Cmol/kg) | 0,007 | Sangat rendah |
| Mg-dd (Cmol/kg) | 0,083 | Sangat rendah |
| Ca-dd (Cmol/kg) | 0,091 | Sangat rendah |
| Kejenuhan Basa (Cmol/kg) | 2,39 | Sangat rendah |

*)= Kriteria sifat kimia tanah menurut balai penelitian tanah – Bogor (2012)

Tabel 2. Nilai pH, C-organik, N total, dan P tersedia

| Kode Perlakuan | Nilai Sifat Kimia Tanah | | | | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | pH H ₂ O | pH KCl | C-organik (%) | N Total (%) | P Tersedia ppm |
| A | 5,2242 ^M e | 5,0678 ^M d | 1,2741 ^R c | 0,0038 ^{SR} c | 18,194 ^S e |
| B | 5,9172 ^{AM} b | 5,4225 ^M b | 1,3973 ^R ab | 0,0069 ^{SR} a | 51,670 ^T b |
| C | 5,7445 ^{AM} c | 5,4785 ^M b | 1,4208 ^R a | 0,0066 ^{SR} a | 45,231 ^T c |
| D | 5,3775 ^M d | 5,2895 ^M c | 1,349 ^R abc | 0,0059 ^{SR} b | 28,666 ^S d |
| E | 6,2765 ^{AM} a | 5,7982 ^M a | 1,3315 ^R bc | 0,0072 ^{SR} a | 59,736 ^T a |
| F | 4,9489 ^M f | 4,5 SM e | 0,7449 ^{SR} d | 0,0018 ^{SR} d | 4,4137 ^{SR} f |

Keterangan: AM = agak masam, M = masam, SM = sangat masam, SR = sangat rendah, R = rendah, S = sedang, dan T = tinggi. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% DNMR. A, B, C, D, E, dan F = 100% biochar sekam padi; 25% biochar sekam padi + 75% pupuk kandang ayam; 50% biochar sekam padi + 50% pupuk kandang ayam; 75% biochar sekam padi + 25% pupuk kandang ayam; 100% pupuk kandang ayam, dan Kontrol

Berdasarkan tabel 2 nilai pH H₂O (aktual) tanah yang tertinggi yaitu pada perlakuan aplikasi pupuk kandang ayam 100% setara 40 ton/ha meningkatkan pH tanah, yang mana pada kontrol 4,9489 dengan kriteria pH tanahnya masam setelah diaplikasikan pupuk kandang ayam mengalami peningkatan nilai pH menjadi 6,2765 serta juga mengalami perubahan kriteria dari tanah tersebut menjadi agak masam. Perlakuan biochar sekam padi 100% juga memberikan pengaruh terhadap nilai pH tanah, namun tidak begitu signifikan ditandai dengan perubahan pH menjadi 5,2242 dan kriteria dari pH tanah bekas tambang emas tidak mengalami perubahan yaitu tetap dengan kriteria masam. Semakin rendah aplikasi pupuk kandang ayam yang diaplikasikan terhadap tanah bekas tambang emas, maka nilai dari pH tanah hanya sedikit meningkat.

Aplikasi biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam juga berpengaruh nyata terhadap nilai pH KCl (potensial) tanah. pH potensial berbanding lurus dengan pH aktual, yang mana jika terjadi perubahan terhadap pH aktual, maka pH potensial juga mengalami perubahan. Aplikasi 100% pupuk kandang ayam meningkatkan nilai pH KCl menjadi 5,7982 dengan kriteria agak masam

dengan nilai pH pada tanah kontrol yaitu 4,5 yang kriterianya sangat masam. Pada perlakuan A, B, C, dan D kriteria pH KCl tidak mengalami perubahan, namun mengalami peningkatan dengan nilainya masing-masing yaitu 5,0678, 5,4225, 5,4785, dan 5,2895. Sama halnya dengan pH H₂O (aktual), pH potensial mempunyai pengaruh terhadap peningkatan nilainya setelah diberi perlakuan. Menurut Rukmi *et al.* (2017) menyatakan bahwa pH KCl (potensial) rendah dibandingkan dengan pH H₂O (aktual) terjadi karena ion K⁺ pada KCl mendesak H⁺ yang terdapat dalam jerapan tanah, sehingga ion H⁺ pada larutan tanah menjadi bertambah menyebabkan pH tanah menjadi menurun sehingga pH KCl (potensial) lebih rendah dibandingkan pH H₂O (aktual). Prastya (2016) menyatakan pH tanah dapat mengalami naik dan turun ditentukan oleh konsentrasi ion H⁺ dan ion OH⁻. Jika konsentrasi ion H⁺ lebih tinggi dibandingkan konsentrasi ion OH⁻, maka akan terjadi penurunan pH tanah yang menyebabkan pH tanah menjadi masam. Jika konsentrasi OH⁻ lebih tinggi dibandingkan H⁺ maka akan terjadi peningkatan pH tanah tanah menjadi basa (alkali).

Persentase paling tinggi dari nilai C-organik serta berbeda nyata yaitu dengan perlakuan kombinasi 50% biochar sekam padi dan 50% pupuk kandang ayam sebesar 1,4208% kriteria mengalami perubahan menjadi rendah, dibandingkan dengan kontrol nilai C-organiknya sebesar 0,7449 dengan kriteria yang sangat rendah. Perlakuan kombinasi yang sebanding antara biochar sekam padi berpengaruh nyata terhadap peningkatan nilai C-organik tanah. Hal itu senada dengan penelitian Syukur dan Indah (2006) yang menyimpulkan bahwa kompos dan pupuk kandang ayam meningkatkan C-organik tanah. Teori yang diperolehnya dari penelitian itu yaitu semakin banyak pupuk kandang ayam yang diaplikasikan terhadap tanah, maka berbanding lurus dengan C-organik yang juga semakin besar peningkatan kandungan C-organik dalam tanah. Menurut Gani (2009) biochar merupakan ameliorant pada tanah yang dapat meningkatkan fungsi tanah, yang mana biochar lebih efektif menahan unsur hara supaya tidak hilang dan tersedia bagi tanaman. Biochar dalam waktu yang singkat belum tersedia langsung bagi tanaman, namun memberikan manfaat dalam jangka yang panjang penampungan C dalam

jumlah besar disamping manfaat lainnya karena biochar bersifat persisten dalam tanah. Berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Steiner (2007) biochar memberikan dampak terhadap tanah dalam jangka waktu yang panjang, namun dalam waktu yang singkat peran biochar tidak terlalu berpengaruh terhadap tanah dibandingkan dengan pupuk kandang ayam dalam jangka pendek berpengaruh nyata terhadap tanah. Selain itu, biochar sangat mampu dalam memegang unsur hara yang bersifat mobile, sehingga dapat digunakan oleh tanaman.

Berdasarkan Tabel 2 dapat kita lihat bahwa semakin tinggi pupuk kandang ayam yang diaplikasikan ke dalam tanah maka peningkatan nitrogen total tanah akan semakin tinggi nilai persentasenya dalam tanah. Pupuk kandang ayam merupakan bahan organik dengan kandungan unsur N, P, K, dan S jika mengalami dekomposisi akan menghasilkan protein dan asam-asam amino yang terurai menjadi ammonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) yang merupakan penyumbang nitrogen terbesar dalam tanah Prasetya (2016). Namun, persentase kandungan nitrogen tanah tidak terlalu signifikan dalam peningkatannya. Sebagaimana teori yang

dikemukakan oleh Bachtiar *et al.*, (2020) pupuk kandang ayam secara kimia memiliki kandungan nitrogen total yang sedikit, namun berpotensi dalam peningkatan unsur hara bagi tanaman. Hal itu karena nitrogen yang dihasilkan oleh pupuk kandang ayam digunakan oleh mikroba tanah yang mana mengubah nitrogen menjadi N-organik relatif tidak tersedia bagi tanaman. Unsur nitrogen-organik yang dihasilkan tanaman dapat digunakan kembali oleh tanaman jika telah mengalami perubahan bentuk nitrogen menjadi nitrogen-anorganik melalui proses hidrolisis protein, aminisasi, amonifikasi, dan nitrifikasi yang mana semua proses tersebut melibatkan mikroba tanah.

Biochar memiliki luas permukaan mencapai 330 m²/g dan ukuran lubang pori yang bervariasi antara 2-5 µm sehingga mampu menjerap nitrogen yang memiliki jari-jari kovalen 71 pm (71 x 10⁻⁶ µm) (Wibowo *et al.*, 2016). Biochar terdekomposisi dalam waktu yang lama sehingga aplikasi biochar sekam padi dalam waktu yang singkat tidak mampu meningkatkan nitrogen secara signifikan (Gani, 2009). Aplikasi biochar yang dilakukan pada penelitian Laird *et al.* (2010) sebesar 20 g/kg mampu menjerap ammonium (NH⁴⁺)

dan menghambat proses mineralisasi serta nitrifikasi ammonium (NH⁴⁺) yang mana biochar juga mampu menurunkan pencucian sebesar 11%.

Pada tabel 2 setiap aplikasi bahan organik biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan unsur P yang tersedia bagi tanaman. Peningkatan nilai P tersedia yang paling signifikan terjadi pada perlakuan E, 100% pupuk kandang ayam sebesar 59,736 ppm dengan kriteria yang tinggi. Jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (F), kandungan P-tersedianya sangat rendah sebesar 4,4137 ppm. Pupuk kandang ayam meningkatkan P-tersedia dalam tanah melalui proses dekomposisi yang menghasilkan CO₂ dan asam-asam organik yang dapat menghasilkan muatan negatif berperan melepaskan fosfor yang terikat pada tanah (Amijaya *et al.*, 2016). Selain itu, pupuk kandang ayam juga menyumbangkan unsur fosfor pada tanah berdasarkan penelitian Hartatik dan Widowati (2010) pupuk kandang ayam mengandung 2,12% Fosfor. Biochar sekam padi diperoleh dari proses karbonisasi biomassa dengan kandungan unsur hara yang relatif rendah. Unsur P akan tersedia pada tanah ketika telah terjadi dekomposisi biochar

sekam padi oleh mikroba tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman secara optimal (Gani, 2009). Pupuk kandang ayam mengandung unsur N, P, dan S sehingga dapat meningkatkan unsur P-tersedia dalam tanah. Aplikasi pupuk kandang ayam terhadap tanah mampu meningkatkan populasi dan aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam dekomposisi sehingga meningkatkan unsur P dalam tanah (Fikdalillah et al. 2016).

SIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa biochar sekam padi dan pupuk kandang terhadap perbaikan sifat kimia lahan bekas tambang emas serta pertumbuhan tanaman hiperkumulator bunga matahari. Aplikasi biochar sekam padi dan pupuk kandang mampu meningkatkan nilai pH tanah dan unsur hara dalam tanah. Berdasarkan hasil, semakin tinggi persentase pupuk kandang yang diaplikasikan maka akan semakin signifikan perbaikan sifat kimia lahan bekas tambang emas. Perlakuan 100% pupuk kandang berperan dalam meningkatkan pH H₂O tanah menjadi 5,7982, N-total tanah 0,00718%, P-tersedia dalam tanah menjadi 59,736 ppm, Ca-dd menjadi 1,8072 Cmol/kg, K-

dd menjadi 0,0669 Cmol/kg, Mg-dd menjadi 0,1902 Cmol/kg, dan Na menjadi 0,3578 Cmol/kg. Sedangkan perlakuan yang mampu meningkatkan C-organik secara signifikan adalah perlakuan C (50% biochar sekam padi + 50% pupuk kandang) sebesar 1,4208%. Pada parameter KTK, perlakuan yang meningkatkan KTK secara signifikan adalah perlakuan D (75% biochar sekam padi + 25% pupuk kandang) yang mana nilai KTK-nya sebesar 21,034 Cmol/kg. Hal itu menandakan bahwa biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam telah mampu memperbaiki sifat kimi tanah bekas tambang emas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh LPPM Universitas Andalas, Padang. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Andalas atas dana dan fasilitasnya. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada tenaga laboratorium yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Allo, M.K. (2016). Kondisi Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*.

- Vol. 4, No. 2. Hal. 201-217
- Amijaya, M., Dunga, Y.P, dan Thaha, A.R. (2015). Pengaruh Pupuk Kandang Sapi terhadap Serapan Posfor dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicun L.*) Varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. *e-J Agrotekbis*. Vol. 2. No. 3. Hal. 187-197
- Bachtiar, T., Robifahmi, N., Flation, A.N., Slamet, S., dan Citraresmini, A. (2020). Pengaruh dan Kontribusi Pupuk kandang terhadap N total, Serapan Hara (15N), dan Hasil Padi Sawah (*Oryzae sativa L.*) Varietas Mira-1. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*. Vol. 21. No. 1. Hal. 35-48
- Fikdalillah, Basir, M. dan Wahyudi, I. (2016). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica pekinensis*) pada Entisol Sidera. *e-J Agrotekbis*. Vol. 4. No. 5. Hal. 491-499
- Gani, A. (2009). Potensi Arang Hayati "Biochar" sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol. 4. No. 1. Hal. 33-48
- Gusmini. Prasetyo, T., B dan Adrinal. (2018). *Upaya Perbaikan Lahan Bekas Tambang Emas dengan Pemberian Tanah Mineral dan Berbagai Jenis Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah*. Padang. Universitas Andalas
- Gusmini. Prasetyo, T., B dan Adrinal. (2019). *Peningkatan Produktivitas lahan Sub-Optimal Bekas Tambang Emas dengan Pemberian Liat, Biochar Sekam Padi dan Bahan Organik pada Budidaya Padi Lokal di Kabupaten Dharmasraya*. Padang. Universitas Andalas
- Hartatik, W. dan Widowati, L.R. (2010). Pupuk Kandang. <http://www.balittanah.litbang.deptan.go.id>. Diakses tanggal 29 April 2022
- Hasibuan, A. S. Z. (2015). Pemanfaatan Bahan Organik dalam Perbaikan Beberapa Sifat Tanah Pasir Pantai Selatan Kulon Progo. *Planta Tropika Journal of Agro Science*. 3(1). 31-40
- Henrianto, A., D. Okalia, dan Mashadi. (2019). Uji Beberapa Sifat Fisika Tanah Bekas Tambang Emas Tanpa Izin (PETI) di Tiga Kecamatan di Daratan Sepanjang Sungai Kuantan. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (JUATIKA)*. 1(2): 19-31.
- Indriani, Y. H. (2007). *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Intara, Y. I., A. Sapel., Erizal., N. Sembiring dan M. H. B. Djoefrie. (2011). Pengaruh Pemberian Bahan Organik pada Tanah Liat dan Lempung Berliat Terhadap Kemampuan Mengikat Air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 16(2). 130-135.
- Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R. and Karlen, D. (2010). Biochar Impact on Nutrien Leaching from a Midwestern Agricultural Soil. *Geodema* 158. Page. 436-442
- Lawenga, F. F., U. Hasanah dan D. Widjajanto. (2015). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Terhadap Sifat Fisika Tanah dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill.*) di Desa Bolupountu Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi. *J. Agrotekbis*. 3(5). 564-570.

- Muhammad., Darusman dan Chairunnas. (2015). Aplikasi Biochar, Kompos dan Urea Terhadap Beberapa Sifat Fisika Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kaylan (*Brassica oleraceae*). *Jurnal Ilmu Kebencanaan*. 2(4). 217-226.
- Mulyono, A., H. Lestiana dan A. Fadhillah. (2019). Permeabilitas Tanah Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Tanah Aluvial Pesisir DAS Cimanuk, Indramayu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(1). 1-6.
- Muslimin, M., A. Asmita, M. Anshor dan S. Masyur. (2012). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Hassanuddin. Makassar.
- Nita, C. E., B. Siswanto dan W. H. Utomo. (2015). Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik (Blotong dan Abu Ketel) Terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Tebu pada Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(1). 119-127.
- Noviardi, R dan Damanhuri T.P. (2016). Penyerapan Logam Timbal (Pb) Pada Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus Annuus L.*) dengan Variasi Penambahan Kompos dan Limbah Batubara pada Media Tanah. Vol. 9, No. 2. Hal 60-71
- Prasetya, D., Wahyudi, I., dan Baharudin. (2016). Pengaruh Jenis dan Komposisi Pupuk Kandang ayam dan Pupuk NPK terhadap Serapan Nitrogen dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) Varietas Lembah Palu di Entisol Sidera. *e-J Agrotekbis*. Vol. 4. No. 4. Hal 384-393
- Ramli., A. K. Paloloang dan U. A. Rajamuddin. (2016). Perubahan Sifat Fisik Tanah Akibat Pemberian Pupuk Kandang dan Mulsa Pada Pertanaman Terung Ungu (*Solanum melongena L.*), Entisol, Tondo Palu. *J. Agrotekbis*. 4(2). 160-167
- Sinaga, A. E. A., R. Subianto dan Fathillah. (2015). Pengaruh Penggunaan Kompos Pelepah Kelapa Sawit dengan Berbagai Mikroorganisme Lokal (MOL) dan Cara Aplikasinya terhadap Sifat Fisik Tanah dan Produksi Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*). *Jurnal AIP*. 3(1). 11-20.
- Steiner, C. (2007). Soil Charcoal Amendements Maintain Soil Fertility and Establish a Carbon Sink – Research and Prospects. *Soil Ecologi Research Developments*. ISBN 978-1-60021-971-9
- Surya, J. A., Y. Nuraini dan Widiyanto. (2017). Kajian Porositas Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik di Perkebunan Kopi Robusta. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4(1). 463-471.
- Syukur, A. dan N. Indah. (2006). Kajian Pengaruh Pemberian Macam Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Caisin di Tanah Pasir Pantai. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 5(1). 61-68.
- Wibowo, W.A., Hariyono, B., dan Kusuma, Z. (2016). Pengaruh Biochar, Abu Ketel dan Pupuk Kandang terhadap Pencucian Nitrogen Tanah Berpasir Asembagus, Situbondo. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol. 3. No. 1. Hal. 269-278
- Widyati, E. (2011). Potensi Tumbuhan Bawah Sebagai Akumulator Logam Berat untuk Membantu Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang. *Mitra Hutan Tanaman*. Vol. 6 No. 2. Hal 47-56