

PERBAIKAN SIFAT KIMIA TANAH BEKAS GALIAN C YANG DIBERI *BIOCHAR* BAMBU DAN MIKROBA SELULOLITIK

Improvement of The Chemical Properties of Exquated Soil with Bamboo Biochar and Cyllostic Microbe

Muhammad Hidayat, Oksana*, & Penti Suryani

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau,
Jl. H.R. Soebrantas No. 155 KM. 15 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

*Email: oksana@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Post-mining soil C is included in the marginal soil category which has lost solum and low organic C. Low fertility levels cause very few valuable plants to survive, so efforts are needed to improve the chemical properties of the soil to increase soil fertility. This research was carried out in the greenhouse of the UARDS Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, Sultan Syarif Kasim State Islamic University, Riau, and macro nutrient analysis was carried out. at the Riau Agricultural Technology Assessment Center (BPTP) Testing Laboratory. The research was carried out from September to October 2022. This research used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 4 replications, namely B0 (5 kg soil + 0 g biochar + 0% cellulolytic microbes) B1 (5 kg soil + 125 g biochar + 50 ml cellulolytic microbes), B2 (5 kg soil + 250 g biochar + 100 ml cellulolytic microbes) B3 (5 kg soil + 375 g biochar + 150 ml cellulolytic microbes). The parameters observed were soil reaction, CEC, base saturation, C-organic and bacterial populations. Research results show that the application of bamboo biochar and cellulolytic microbes to ex-excavated soil C at various doses has an effect on all parameters of the chemical properties of ex-excavated soil C.

Keywords: bamboo, biochar, soil chemical properties.

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan penggunaan lahan semakin meningkat dan berpengaruh terhadap areal pertanian yang semakin berkurang. Penyempitan area lahan ini menyebabkan budidaya tanaman di arahkan ke tanah-tanah yang bersifat marginal atau miskin akan hara. Salah satunya adalah tanah bekas galian C. Bahan tambang berupa kerikil dan pasir atau dikenal sebagai bahan galian C dieksploitasi untuk keperluan bahan bangunan dan sekaligus merupakan sumber pendapatan daerah. Oleh karena itu banyak ditemukan aktivitas penambangan galian C di wilayah Riau yang menyisakan rona lahan berupa lubang-lubang besar yang menimbulkan kerusakan ekosistem dan rawanerosi. mendegradasi selulosa secara enzimatis melalui aktivitas enzim selulase. Bakteri selulolitik merombak selulosa menghasilkan glukosa yang dapat digunakan oleh mikroorganisme heterotrop lainnya sebagai sumber karbon dalam proses dekomposisi bahan organik, diharapkan pupuk anorganik yang diberikan sepenuhnya dapat terserap dan dimanfaatkan oleh tanaman (Harahap, 2012). Penggunaan bakteri selulolitik dalam dekomposisi

bahan organik dapat mengurangi penggunaan pupuk organik. Hasil penelitian Gusmawartati dkk., (2012) bahwa pemberian bakteri selulolitik dengan beberapa kali penyiraman dapat memperbaiki kesuburan tanah gambut dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Tanah pasca tambang galian C termasuk kategori tanah marginal yang telah kehilangan solum dan C-organik rendah (Allo, 2016), didominasi pasir (Ramadhan *et al.* 2015) tidak dapat menahan air lama (Ginting *et al.* 2018), kepadatan tanah rendah, rendahnya populasi mikroorganisme tanah, tanah belum membentuk agregat sehingga peka erosi dan ketersediaan hara yang bagi tanaman rendah.

Perbanyak kopi dilakukan secara Kondisi yang seperti ini diperlukan reklamasi tanah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah baik sifat fisik maupun kimia tanah dengan menambah bahan-bahan organik ke dalam tanah. Bahan organik menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah. Penambahan bahan organik yang memadai dan Bakteri selulolitik dapat berinteraksi dalam memperbaiki kualitas tanah pasca galian C, sehingga dapat digunakan sebagai media tanam. Sinergisme penggunaan bahan organik dan Bakteri selulolitik diharapkan dapat menjadi salah satu cara optimalisasi tanah pasca galian C agar dapat dijadikan media tanam sekaligus berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman. Salah satu bahan organik yang dapat ditambahkan adalah *biochar* bambu.

Biochar merupakan materi padat yang terbentuk dari karbonisasi biomassa, biasa disebut "arang aktif". Biomassa yang dapat digunakan untuk membuat *biochar* dapat berasal dari beberapa limbah pertanian dan kehutanan seperti arang bambu. Bambu merupakan salah satu bahan baku yang dapat digunakan untuk memproduksi *biochar* karena mempunyai daya adsorpsi dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Komponen kimia bambu berperan pada proses pembuatan *biochar* berkualitas tinggi seperti kadar selulosa, lignin dan hemiselulosa. Bambang (2012) menyatakan bahwa pemberian *biochar* bambu ke tanah mampu meningkatkan KTK tanah, C-organik, hara P, K tersedia dan sebagai habitat yang cocok untuk mikroba poliferasi yang mampu meningkatkan kesuburan tanah.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan di rumah kaca Laboratorium UARDS Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan analisis sifat kimia diujikan di Laboratorium kimia tanah Universitas Andalas dilakukan selama 2 bulan yaitu pada bulan Maret sampai April 2023.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan cangkul, parang, bor tanah, kotak sampel, tali rafia, meteran. Polybag ukuran 5 Kg, plastik, air, kertas label, paku, ember plastik, karung goni, alat tulis, timbangan, gembor, spidol, palu, ayakan tanah dan oven.

Bahan yang digunakan adalah tanah bekas galian C, *biochar* bambu, inokulan bakteri selulolitik, media NA, media PDA, aquades, NaCl fisiologis dan *aluminium foil*.

Metode Penelitian

Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) 1 faktor dengan perlakuan komposisit tanah : dosis biochar : Mikroba selulolitik (*Actinomycetes*, *Bacillus* dan *Cellulomonas*) perlakuan terdiri dari 4 taraf komposisi dosis dan 4 pengulangan. Komposisi tersebut sebagai berikut:

- B0 = 5 kg tanah + 0 g *biochar* + 0% mikrobaselulolitik
- B1 = 5 kg tanah + 125 g *biochar* + 50 ml mikrobaselulolitik
- B2 = 5 kg tanah + 250 g *biochar* + 100 ml mikrobaselulolitik
- B3 = 5 kg tanah + 375 g *biochar* + 150 ml mikrobaselulolitik

Unit percobaan sebanyak 16 unit dengan 5 kg tanah bekas galian C yang diinkubasikan bersama perlakuan selama 60 hari. Data berupa sifat kimia tanah galian C dianalisis keragamannya dengan Anova.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Reaksi Tanah

Pengukuran reaksi tanah berdasarkan metode pH meter pada tanah bekas galian C yang diberikan perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik menunjukkan bahwa pemberian *biochar* bambu dan bakteri selulolitik nyata terhadap reaksi tanah bekas galian C. hal ini dibuktikan dengan diperoleh nilai F hitung (719) lebih besar dari F tabel 5% (3,24) dan 1% (5,95) signifikan lebih kecil dari pada 0,05 dan signifikan lebih kecil dari pada 0.01. Rata-rata nilai pH dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rata-rata Nilai pH Tanah Bekas Galian C

Perlakuan	Nilai pH
P0	3,89 ^a
P1	5,39 ^b
P2	5,56 ^c
P3	7,22 ^d

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau lajur yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 4.1. di atas dapat dilihat bahwa dengan pemberian *biochar* bambu dan bakteri selulolitik pada tanah pasca galian C menyebabkan perbedaan kandungan pH Tanah yaitu berkisar antara 3,89 – 7,22. Perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik memberikan pengaruh nyata di setiap perlakuan. Perlakuan P3 dengan nilai pH 7,22 yang merupakan perlakuan dengan nilai pH tertinggi sedangkan perlakuan P0 nilai pH yaitu 3,89 merupakan perlakuan dengan nilai pH terendah. Semakin tinggi dosis *biochar* dan bakteri selulolitik yang diberikan akan semakin meningkat pula pH tanah bekas galian C. Hal ini karena semakin banyak bahan organik seperti *biochar* bambu dan bakteri selulolitik yang diberikan kedalam tanah maka ion-ion OH^- yang dimiliki *biochar* sekam padi menjadi terurai sehingga meningkatkan pH tanah bekas galian C (Siregardkk. 2017).

Bahan organik yang telah terdekomposisi akan menghasilkan ion OH^- yang dapat menetralkan aktivitas ion H^+ . Asam-asam organik juga akan mengikat Al^{3+} dan Fe^{2+} yang dapat membentuk senyawa kompleks (khelat), sehingga Al^{3+} dan Fe^{2+} tidak terhidrolisis kembali. Menurut

Rentina dkk. (2015) bahan organik akan meningkatkan pH apabila telah terurai sempurna di dalam tanah karena bahan organik yang telah termineralisasi akan melepaskan mineralnya berupa kation-kation basa. Penambahan biochar sekam padi dapat meningkatkan pH pada tanah masam karena adanya peningkatan konsentrasi logam alkali oksida (Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^{+}) di biochar yang dapat mengurangi konsentrasi Al^{3+} di dalam tanah (Putri dan Hidayat, 2017).

Keberadaan biochar di dalam tanah dapat dijadikan sebagai habitat fungi dan mikroorganisme tanah. Pada penelitian Cui *et al* (2016) biochar merupakan habitat yang cocok untuk mikroba poliferasi dan berdampak positif pada sifat substrat seperti porositas, permukaan yang luas dapat meningkatkan aktivitas mikroba yang ditandai dengan peningkatan suhu. Hasil penelitian Zhou *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa penambahan biochar dengan dosis 10 – 30 ton/ha secara signifikan meningkatkan respirasi tanah di hutan beriklim sedang sebesar 20,9%. Pemberian bakteri selulolitik bersama biochar merupakan formula yang tepat dalam meningkatkan kesuburan tanah terutama dalam menaikkan pH pada tanah masam. Bakteri selulolitik mampu mendegradasi selulosa yang merupakan penyusun jaringan tanaman, di dalam proses penguraian tersebut bakteri selulolitik menghasilkan oksidasi metabolisme yang berupa ion-ion basa (OH^{-}) sehingga mampu menaikkan pH tanah.

Kapasitas Tukar Kation

Pengukuran KTK tanah berdasarkan metode Metode Schollenberger dan Dreibelbis pada tanah bekas galian C yang diberikan perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik menunjukkan pengaruh nyata terhadap KTK tanah bekas galian C. hal ini dibuktikan dengan diperoleh nilai F hitung (46,62) lebih besar dari F tabel 5% (3,24) dan 1% (5,95) signifikan lebih kecil dari pada 0,05 dan signifikan lebih kecil dari pada 0.01. Rata-rata nilai KTK tanah dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Rata-rata Nilai KTK Tanah Bekas Galian

Perlakuan	Nilai KTK
P0	14,77 ^d
P1	24,49 ^c
P2	28,42 ^b
P3	33,98 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau lajur yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 4.2. di atas dapat dilihat bahwa dengan pemberian *biochar* bambu dan bakteri selulolitik pada tanah pasca galian C menyebabkan perbedaan nilai KTK Tanah yaitu berkisar antara 14,77 – 33,98. Perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik memberikan pengaruh nyata di setiap perlakuan. Perlakuan P3 dengan nilai KTK 33,98 yang merupakan perlakuan dengan nilai KTK tertinggi sedangkan perlakuan P0 nilai KTK yaitu 14,77 merupakan perlakuan dengan nilai KTK terendah. Semakin tinggi perlakuan dosis biochar bambu dan bakteri selulolitik yang diberikan akan semakin tinggi nilai KTK tanah bekas galian C, hal ini karena sifat fisik biochar bambu mempunyai sifat mampu menahan air sehingga sebagian senyawa pada beberapa reaksi oksidasi terlepas pada permukaan koloid tanah yang menyebabkan kemampuan tanah dalam menukarkan kation menjadi lebih tinggi.

Menurut Lehmann dan Joseph (2009), *biochar* diproduksi dari bahan-bahan organik yang sulit terdekomposisi, yang dibakar secara tidak sempurna (*pyrolysis*) atau tanpa oksigen pada suhu

yang tinggi. Arang hayati yang terbentuk dari pembakaran ini akan menghasilkan karbon aktif, yang mengandung mineral seperti kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) dan karbon anorganik. Kualitas senyawa organik yang terkandung dalam *biochar* tergantung pada asal bahan organik dan metode karbonisasi. Dengan kandungan senyawa organik dan anorganik yang terdapat di dalamnya, *biochar* banyak digunakan sebagai bahan amelioran untuk meningkatkan kualitas tanah (Hunt *et al.*, 2010).

Biochar sebagai bahan pembenah tanah memiliki sifat rekalsitran, lebih tahan terhadap reksidasi dan lebih stabil dalam tanah sehingga memiliki pengaruh jangka panjang terhadap perbaikan kualitas kesuburan tanah seperti KTK (Steiner *et al.*, 2007). Pengkayaan tanah akan karbon melalui penambahan *biochar* berpengaruh positif terhadap sifat tanah antara lain stabilitas agregat tanah, KTK tanah, kandungan C organik tanah, retensi air dan hara. Peningkatan KTK dan pH tanah dapat meningkat hingga 40%. Hal ini akan menginduksi kinerja mikroorganisme sebagai agen dekomposer pada tanah tersebut penguraian senyawa-senyawa asam organik hingga ke ukuran terkecil suatu bahan organik dan dalam tanah *biochar* menyediakan habitat bagi mikroba tanah tapi tidak dikonsumsi dan umumnya *biochar* yang diaplikasikan dapat tinggal di dalam tanah selama ratusan tahun (Gani, 2009).

Penambahan *biochar* ke tanah meningkatkan KTK yang pada akhirnya meningkatkan hasil, *biochar* yang mempunyai KTK tinggi sehingga mampu mengikat kation-kation tanah yang dapat dimanfaatkan bagi pertumbuhan tanaman (Gani, 2010). *Biochar* dinyatakan dapat meningkatkan status kesuburan tanah, terutama meningkatkan KTK (Widowati *et al.*, 2012). Peningkatan KTK tanah dengan penambahan *biochar* akan meminimalkan resiko pencucian kation seperti K^+ (Yamato *et al.* 2006; Novak *et al.*, 2009). Hasil penelitian Sukartono dan Utomo (2012) membuktikan bahwa pemberian *biochar* mampu meningkatkan KTK tanah.

Kejenuhan Basa

Pengukuran kejenuhan basa tanah berdasarkan metode AAS pada tanah bekas galian C yang diberikan perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik menunjukkan pengaruh nyata terhadap kejenuhan basa tanah bekas galian C. hal ini dibuktikan dengan diperoleh nilai F hitung (16,61) lebih besar dari F tabel 5% (3,24) dan 1% (5,95) signifikan lebih kecil dari pada 0,05 dan signifikan lebih kecil dari pada 0.01. Rata-rata nilai KB tanah dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Rata-rata Nilai KB Tanah Bekas Galian C

Perlakuan	Nilai KB
P0	34,76 ^a
P1	29,27 ^b
P2	28,97 ^{cb}
P3	26,28 ^c

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau lajur yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 4.3. di atas dapat dilihat bahwa dengan pemberian *biochar* bambu dan bakteri selulolitik pada tanah pasca galian C menyebabkan perbedaan nilai KB Tanah yaitu berkisar antara 26,28 – 34,76. Perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik memberikan pengaruh nyata di setiap perlakuan. Perlakuan P0 dengan nilai KB 34,76 yang merupakan perlakuan dengan nilai KB tertinggi sedangkan perlakuan P3 nilai KB yaitu 26,28 merupakan perlakuan dengan nilai KB terendah, hal ini karena sifat fisik tanah galian C yang fraksi pasirnya lebih tinggi menyebabkan

unsur-unsur basa tercuci sehingga kejenuhan basa semakin rendah. Pemberian bahan-bahan organik mempengaruhi pori-pori tanah semakin banyak bahan-bahan organik seperti biochar yang diberikan maka akan semakin banyak ruang pori-pori pada tanah tersebut, pori-pori yang terbentuk akan menjadi celah pencucian unsur-unsur basa oleh reaksi hidrolisis. Penurunan KB tanah disebabkan oleh tingkat pencucian yang intensif, basabasa umumnya mudah tercuci, Tanah-tanah dengan kejenuhan basa rendah berarti kompleks jerapan lebih banyak diisi oleh kationkation asam yaitu Al^{3+} dan H^+ , Apabila kation asam terlalu banyak terutama Al^{3+} dapat meracuni tanaman. (Hardjowigeno, 2015).

Kation-kation basa umumnya merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman. Disamping itu basa-basa umumnya mudah tercuci, sehingga tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian dan merupakan tanah yang subur. Kejenuhan basa berhubungan erat dengan pH tanah, dimana tanah- tanah dengan pH rendah umumnya mempunyai kejenuhan basa rendah. Menurut Solaiman dan Anwar (2015), tingkat alkalinitas dalam biochar merupakan salah satu faktor biochar berkontribusi terhadap potensinya sebagai kapur. *Biochar* juga dapat mengikat C organik di tanah sehingga tetap stabil dan tidak mudah terdekomposisi oleh mikroorganisme. Berdasarkan penelitian Putri (2017), pemberian biochar 50 gr/polibag memberikan pengaruh terhadap serapan K dan memperbaiki sifat kimia tanah ultisol. Bahan organik selain dapat meningkatkan kesuburan tanah juga mempunyai peran penting dalam memperbaiki sifat kimia tanah. Bahan organik tanah melalui fraksi-fraksinya mempunyai pengaruh nyata terhadap pergerakan dan pencucian hara. Senyawa asam-asam organik menjadi peran utama dalam meningkatkan kualitas kimia tanah.

C-Organik

Pengukuran kandungan C-organik tanah berdasarkan metode Walkey and Black pada tanah bekas galian C yang diberikan perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik menunjukkan pengaruh nyata terhadap kadar C-organik tanah bekas galian C. hal ini dibuktikan dengan diperoleh nilai F hitung (91,00) lebih besar dari F tabel 5% (3,24) dan 1% (5,95) signifikan lebih kecil dari pada 0,05 dan signifikan lebih kecil dari pada 0.01. Rata-rata kadar C-organik tanah dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rata-rata Nilai C-organik Tanah Bekas Galian C

Perlakuan	Nilai C-organik
P0	0,35 ^d
P1	1,20 ^c
P2	2,02 ^b
P3	2,91 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau lajur yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 4.4. di atas dapat dilihat bahwa pemberian *biochar* bambu dan bakteri selulolitik pada tanah pasca galian C menyebabkan perbedaan nilai C-organik Tanah yaitu berkisar antara 0,35 – 2,91. Perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar C-organik Tanah bekas galian C. Perlakuan P3 dengan nilai C-organik 2,91 yang merupakan perlakuan dengan kadar C-organik tertinggi sedangkan perlakuan P0 nilai C-organik yaitu 0,35 merupakan perlakuan dengan kadar C-organik terendah. Semakin tinggi dosis *biochar* bambu dan bakteri selulolitik maka kadar C-organik semakin meningkat, hal ini karena *biochar* bambu mengandung secara dominan unsur carbon. Arang aktif pada *biochar* menyebabkan

kandungan C- organik menjadi meningkat dengan pesat.

Penambahan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik meniadakan unsur C yang tinggi sehingga dalam jumlah yang cukup mampu meningkatkan kadar C-Organik tanah. Pembakaran *biochar* bambu menghasilkan C dalam jumlah yang tinggi sehingga berpengaruh terhadap kadar C-Organik pada tanah. Dalam *biochar*, karbon terbentuk dari proses pirolisis sehingga tidak mudah terdegradasi oleh aktifitas mikroba seperti biomassa lain yang mengandung karbon tingkat rendah. Kualitas *biochar* tergantung dari jenis bahan dan karakteristik bahan yang digunakan. Pembuatan *biochar* dapat menggunakan bahan baku berupasisisa-sisa tanaman misalnya limbah sisa panen tanaman pertanian (Shenbagavalli dan Mahimairaja, 2012). Sejalan dengan penelitian Greber (2010) pemberian *biochar* mampu meningkatkan kandungan C di dalam tanah ultisol, meningkatkan keseimbangan C di dalam tanah, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Utomo dkk. (2011) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* dapat meningkatkan kandungan C-Organik terutama padalapisan 0 sampai 10 cm.

Pemberian bahan organik mampu meningkatkan nilai C organik tanah. Seperti yang disampaikan oleh Utami dan Handayani (2003), yang menyatakan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan C organik tanah dan juga dengan peningkatan C organik tanah dapat mempengaruhi kualitas tanah baik secara fisik, kimia, maupun biologi. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan C organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme, kemudian meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya pelarutan P dan fiksasi N.

Hasil penelitian Yuananto dan Utomo (2018), menyatakan bahwa pemberian *biochar* bonggol jagung diperkaya asam nitrat memberikan pengaruh positif antara C-Organik dengan Nitrogen Total dalam tanah. Peningkatan kadar C-Organik pada tanah PMK setelah perlakuan juga disebabkan oleh pemberian pupuk organik cair limbah ikan pada tanah. Hal ini karena bahan organik seperti limbah ikan yang difermentasikan terdapat kadar C-Organik yang diurai oleh mikroorganisme dan dijadikan sebagai bahan makanan untuk aktivitas bakteri sehingga terjadi peningkatan kadar C-Organik pada tanah. Hal ini sesuai dengan Hanafiah et al (2009) yang menyatakan bahwa kadar karbon dalam bahan organik dapat mencapai sekitar 48%- 58% dari berat total bahan organik, sehingga dengan pengaplikasian bahan organik dengan kadar C- organik tinggi mampu menyuplai kadar C-organik bagi tanah dengan kadar C-organik rendah.

Pemberian bakteri selulolitik berkontribusi positif dalam meningkatkan kandungan C-organik tanah. Pelapukan bahan organik *biochar* oleh bakteri selulolitik menghasilkan asam-asam organik seperti gugus asam humat dan asam fulfat yang memegang peranan penting dalam pengikatan unsur hara sehingga tersedia bagi tanaman. Asam humat dan asam fulfat merupakan senyawa kompleks yang berperan penting dalam reaksi-reaksi kimia dan biokimia di dalam tanah seperti peningkatan unsur C-organik dalam tanah. Sugito dkk (2012) mengatakan bahwa oksidasi senyawa-senyawa yang mengandung karbon organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme heterotrof untuk sintesis sel-selnya. Sel-sel baru yang terbentuk merupakan akumulasi cadangan unsur hara di dalam tanah. Aktivitas bakteri selulolitik yang diberikan menyebabkan proses mineralisasi dan immobilisasi hara berjalan dengan baik, sehingga ketersediaan hara bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman tercukupi, baik secara konsentrasi maupun keseimbangannya dengan hara lain sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Populasi Bakteri

Pengukuran jumlah bakteri berdasarkan metode pengenceran dan cawan tuang pada tanah bekas galian C yang diberikan perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik menunjukkan pengaruh nyata terhadap populasi bakteri tanah bekas galian C. hal ini dibuktikan dengan diperoleh nilai F hitung (91,00) lebih besar dari F tabel 5% (3,24) dan 1% (5,95) signifikan lebih kecil dari pada 0,05 dan signifikan lebih kecil dari pada 0.01. Rata-rata populasi bakteri tanah dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Rata-rata Populasi Bakteri Tanah Bekas Galian C

Perlakuan	Populasi Bakteri
P0	7,47 ^d
P1	7,66 ^c
P2	7,75 ^b
P3	7,85 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris atau lajur yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan ($P < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 4.5. di atas dapat dilihat bahwa pemberian *biochar* bambu dan bakteri selulolitik pada tanah pasca galian C menyebabkan perbedaan populasi bakteri tanah yaitu berkisar antara 7,47 – 7,85. Perlakuan *biochar* bambu dan bakteri selulolitik memberikan pengaruh sangat nyata terhadap populasi bakteri tanah bekas galian C. Perlakuan P3 dengan populasi bakteri 7,85 yang merupakan perlakuan dengan populasi tertinggi sedangkan perlakuan P0 populasi bakteri yaitu 7,47 merupakan perlakuan dengan jumlah populasi terendah. Semakin tinggi dosis *biochar* bambu dan bakteri selulolitik yang diberikan maka jumlah populasi bakteri semakin meningkat, hal ini karena *biochar* sebagai bahan organik mampu menyediakan tempat tinggal bagi bakteri dengan memanfaatkan unsur C sebagai sumber makanan dalam keperluan metabolisme sel-sel bakteri.

Bahan organik mengandung asam-asam organik yang cukup untuk mampu meningkatkan pertumbuhan bakteri. Saraswati dkk., (2007) menyatakan bahwa bahan-bahan organik dapat meningkatkan populasi mikroorganisme karna bahan organik digunakan oleh mikroorganisme tanah sebagai sumber energinya. Selain sumber bahan organik pH tanah juga memiliki peranan penting bagi perkembangan mikroorganisme ditanah salah satunya yakni bakteri (Sinaga dkk., 2012). Keasamaan tanah (pH) yang sesuai untuk pertumbuhannya antara 6,5-8,0 dan populasinya akan menurun seiring dengan menurunnya derajat keasaman tanah. Madigan *et al* (2011), menyatakan dalam kondisi nutrisi yang baik waktu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri relatif cepat, sebaliknya jika nutrisi yang dibutuhkan tidak melimpah, sel-sel harus menyesuaikan dengan lingkungan dan pembentukan enzim-enzim untuk mengurai substrat membutuhkan waktu yang lebih lama.

Peningkatan jumlah bakteri juga disebabkan oleh peningkatan jumlah bakteri selulolitik yang diberikan pada perlakuan. Jumlah bakteri selulolitik akan terus meningkat seiring tersedianya sumber makanan yang ada pada tanah atau medium tumbuh, setiap sel menduplikasi menjadi dua sehingga pertumbuhan dan jumlah bakteri semakin pesat. Variasi derajat pertumbuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh sifat genetik yang diturunkannya (Riadi, 2016). Pada fase ini mikroba membelah dengan cepat dan konstan mengikuti kurva logaritmik. Fase ini kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH dan kandungan nutrient, juga kondisi lingkungan termasuk suhu dan kelembaban udara.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar batang bambu dan bakteri selulolitik pada tanah pasca galian C memberikan pengaruh nyata pada setiap parameter dengan perlakuan terbaik pada setiap parameter yaitu perlakuan B3 = 5 kg tanah + 375 g biochar + 150 ml mikroba selulolitik kecuali parameter kejenuhan basa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Ghany, B. F., Arafa, R. A. M., El-Rahmany, T. A., & El-Sahzly, M. M. 2010. Effect of Some Soil Microorganisms on Soil Properties and Wheat Production under North Sinai Conditions. *Journal of Applied Sciences*, 4(5), 559–579.
- Abu, R.L.A., Zainuddin, B., dan Usman, M. 2012. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Kebutuhan Nitrogen Menggunakan Bagan Warna Daun. *Jurnal Agroland*, 24 (2): 119-127.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Pusat Penelitian dan Tanah Agroklimat. Deptan. Bogor. 215hal.
- Bambang S.A., 2012. Si Hitam Biochar yang Multiguna. PT. Perkebunan Nusantara X (Persero), Surabaya
- Basyuni, Z. 2009. Mineral dan Batuan Sumber Unsur Hara P dan K. *Skripsi*. Fakultas Sains Dan Teknik Program Studi Teknik Geologi Purbaling
- Brady N. C., dan Buckman HO. 1987. *Ilmu Tanah*. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Charania, L, 2010, Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Tebu (*Saccharum officinaru*, *Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam. Surabaya.
- Firdaus dan Endang Susilawati. 2012. Teknologi Budidaya Terung Dalam Pot. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi. Jambi.
- Friska, W., S. Khotimah, dan R. Linda. 2015. Karakteristik Bakteri Pelarut Fosfat pada Tingkat Kematangan Gambut di Kawasan Hutan Lindung Gunung Ambawang. Kabupaten Kubu Raya. *Protobiont*, 4 (1) : 197-202.
- Gani, A. 2009. Potensi Arang Hayati Biochar sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*, 4 (1): 33-48.
- Ginting, I. F., S. Yusnaini., D. Dermiyati, dan M.V. Rini, 2018. Pengaruh Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskular dan Penambahan Bahan Organik Pada Tanah Pasca Penambangan Galian C terhadap Pertumbuhan Dan Serapan Hara P Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(2), 110–118
- Ginting, I. F., Yusnaini, S., Dermiyati, D., & Rini, M. V. 2018. Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskular dan penambahan bahan organik pada tanah pasca penambangan galian C terhadap pertumbuhan dan serapan hara P tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(2), 110–118
- Glaser, B. 2001. The terra preta phenomenon: A model for Sustainable Agriculture in the Humitropic. *Die Naturwissenschaften* 88: 37-41 p.
- Glaser, B. L Haumaier, Gunggen berger & W Zech. 2002. The Terra Pretaphenomenon – A model for sustainable agriculture in the humid tropics, *Naturwissenschaften* 88: 37-41 p.

- Gusmawartati, Sampoerno dan M. Sitorus. 2012. Pemberian Beberapa Dosis Mikroorganisme Selulolitik dan Pupuk Anorganik Dosis Rendah pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) yang Belum Menghasilkan. *Jurnal Teknobiologi*. 4(2): 99-103
- Gusmawartati. 2012. Aplikasi Mikroorganisme Selulolitik Dan Frekuensi Penyiraman Pada Pembibitan Awal Kelapa Sawit Di Tanah Gambut. *J. Natural B*. 4 / I. Universitas Brawijaya, Malang. Hal: 297 – 304.
- Hanafiah, A. L. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 305 hal.
- Hanafiah, A. S., T. Sabrina., dan H. Guchi. 2009. Biologi dan Ekologi Tanah. Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. 15-45 hal.
- Harahap A. R. 2012. Pemberian Mikroorganisme Selulolitik (MOS) dan frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di main nursery pada tanah gambut. Skripsi. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Akademika Pessindo. Jakarta. 133 hal.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pessindo. Jakarta. 3-85 hal.
- Hasibuan, B.A. 2006. *Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Sumatra Utara, Fakulta Pertanian. Medan. 30-76 hal
- Hidayat, C., Arief, D. H., Sauman, J., & Nurbaity, A. 2019. Microaggregate and Macroaggregate of Andisol Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rhizobacteria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 334(1), 0–5.
- Ima, N, P, 2008, Penapisan Tujuh Spesies *Bacillus* Penghasil Selulase dan Xilanase Ekstraseluler dan Isolat *Bacillus* yang terpilih, *Skripsi*, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, ITB: bandung
- Istomo. 2006. Kandungan Fosfor dan Kalsium Pada Tanah dan Biomassa Hutan Rawa Gambut. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 12(3): 40-57.
- Johnston, A and R. Karamanos. 2005. Base Saturation and Basic Cation Saturation Ratios-how do they Fit in Northern Great Plains Soil Analysis. Potash and Phosphate Institute (PPI) and the Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC).
- Kaya, E., C.H. Silahooy dan Y. Risambessy. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair dan Mikroorganisme terhadap Keasaman dan P- Tersedia pada Tanah Ultisol. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 1(2): 91-99.
- Leiwakabessy, F. M. 1988. Diktat Kuliah Kesuburan Tanah. Departemen Tanah. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Lestari, W., T. M. Linda dan A. Martina. 2011. Kemampuan Bakteri Pelarut Fosfat Isolat Asal Sei Garodalam Penyediaan Fosfat Terlarut dan Serapannya pada Tanaman Kedelai. *J. Biospecies*, 4(2): 1-5.
- Mattjik, Ahmad Ansori dan Sumertajaya, Made. 2006. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid I*. Bogor : IPB Press.
- Metasari, I., dkk. 2013. Analisis Usaha Pada Peternakan Rakyat Ayam Petelur di Kecamatan Srengat Kabupaten Blitar. *Jurnal Agroveteriner*. 2(1): 11-18
- Mukhlis, S dan H. Hanum. 2011. *Kimia Tanah. Teori dan Aplikasi*. USU Press. Medan. 197-282 hal.
- Murni, P. 2009. Peningkatan pH Tanah Podsolik Merah Kuning Melalui Pemberian Abu dan Hubungannya dengan Aktivitas Mikroorganisme Pengikat Nitrogen. *Jurnal Biospecies*, 2(2), 18-20.

- Mustofa A. 2007. Perubahan Sifat Fisik, Kimia dan Biologi Tanah Pada Hutan Alam yang Diubah Menjadi Lahan Pertanian di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurbaity, A., C. Hidayat., D. Hudaya, and J. Sauman, 2013. Mycorrhizal Fungi and Organic Matter Affect Some Physical Properties of Andisols. *Soil Water Journal*, 2(2), 639–644.
- Nurmayani, D, 2009, Isolasi dan Uji Potensi Mikroorganisme Selulolitik Asal Tanah Gambut dan Kayu Sedang Melapuk Dalam Mendekomposisikan Kayu, *Skripsi*, Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Nursyamsi, D dan Suprihati. 2002. Sifat-Sifat Tanah dan Mineral serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*) dan Kedelai (*Glycine max*). *Buletin Agronomi*. 33(3): 40-47.
- Pane, P. 2019. Pengaruh Pemberian Biochar Pelepeh Kelapa Sawit terhadap Perubahan Unsur Hara Makro pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Skripsi*, Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Sultan Syarif Kasim Riau.
- Prasetyo, B. Hidayat, dan B. Sitorus. 2020. Karakteristik Kimia Biochar Dari Beberapa Biomassa dan Metode Pirolisis. *Agrium*. 23(1): 1-11
- Ramadhan, M. F., Hidayat, C., dan Hasani, S. 2015. Pengaruh aplikasi ragam bahan organik dan FMA terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum L.*) varietas Landung pada tanah pasca galian C. *J. Agro*, 2(2)
- Ramadhan, M. F., Hidayat, C., dan S. Hasani. 2015. Pengaruh aplikasi ragam bahan organik dan FMA terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum L.*) varietas Landung pada tanah pasca galian C. *J. Agro*, 2(2).
- Resnawati. 2004. Bobot Potongan Karkas dan Lemak Abdomen Ayam Ras Pedaging yang Diberi Ransum Mengandung Tepung Cacing Tanah. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Ruhnayat, A. 1995. Peranan Unsur Hara Kalium dalam Meningkatkan Pertumbuhan Hasil dan Daya Tahan Tanaman Rempah dan Obat. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 14 (1): 201-211.
- Sanyal, S. K., S. K. Datta dan P. Y. Chan. 1993. Phosphate Sorption-Desorption behaviour of some aciditic Soils of South and Southeast Asia. *J. Soil Sci and Soc Am*, 57(2): 937-945
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Soewandita, H. 2008. Studi Kesuburan Tanah dan Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Tanaman Perkebunan di Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 10 (2) : 128-133.
- Steiner C. 2007. Soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish carbon sink-research and prospects. *Soil Ecology ResDev*: 1-6.
- Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macedo, J.L.V., Blum, W.E.H. and Zech, W. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop product and fertility on a highly weathered central Amazonian upland soil. *Plant and Soil* 291 : 275–290.
- Subroto. 2009. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. ALFABETA. Bandung
- Sukandarrumidi, 2009. *Bahan Galian Industri*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Sulaeman, Suparto dan Eviati. 2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor. 136 hal.
- Sulaeman., Suparto dan Eviati. 2005. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air Pupuk*, Balai Penelitian Tanah. Bogor. 73-88 hal
- Sumarsih, S., 2003. *Mikrobiologi Dasar*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.
- Susanto, R. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta. Kanisius. 67 hal.
- Sutedjo, M. M. 2008. *Pupuk dan Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. 139 hal.
- Tambunan, W.A. 2008. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Tanah Hubungannya dengan Produksi Kelapa Sawit. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Tambunan, W.A. 2008. Kajian Sifat Fisika dan Kimia Tanah Hubungannya dengan Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq) di Kebun Kwala Sawit PTPN II. [Tesis]. Medan. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Diterjemahkan oleh D.H. Goenadi. Gajah Mada University Press. Jogyakarta. 295 hal.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson., J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. Ed ke-4. New York: MacMillan
- Widowati, L. R., Sri Widati, dan D. Setyorini. 2004. Karakterisasi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati yang Efektif untuk Budidaya Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah, TA 2004 (Tidak dipublikasikan).
- Wijanarko, A., B. Heru ., D. Shiddieq dan D. Indradewa. 2012. Pengaruh Kualitas Bahan Organik dan Kesuburan Tanah terhadap Mineralisasi Nitrogen dan 45 Serapan Oleh Tanaman Ubikayu Di Ultisol. *Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika*, 2(2), 1-12.
- Zhou, Q.; Jhon Z. Wen; Pei Zhao; dan William A.A. 2017. Synthesis of Vertically-Aligned Zinc Oxide Nanowires and Their Application as a Photocatalyst. *Nanomaterials*, 7(9): 12-23 hal.