

**PERBAIKAN KIMIA TANAH PASCA GALIAN BATUAN DAN PERTUMBUHAN
CABAI RAWIT DAN PEMBERIAN BAHAN ORGANIK DAN
MIKROORGANISME TANAH**

***CHEMICAL SOIL IMPROVEMENT OF POST MINE SAND PITS SOIL AND
GROWTH OF CHILI PEPPER WITH ORGANIC MATERIALS AND SOIL
MICROORGANISMS***

Nurmala Pangaribuan^{1*}, Cecep Hidayat², Yati Setiati Rachmawati²

¹ Program Studi Agribisnis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka
Jl. Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan, 15437

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati
Bandung Jl. AH. Nasution No. 105, Bandung, 40614

Korespondensi : nurmala@ecampus.ut.ac.id

ABSTRACT

Soil from disturbed mine sites render to be unfertile and have poor characteristics. One of the solutions to improve the quality chemistry soil and to rehabilitate the ecosystem is through application of biological amendments such as organic matter, soil microbes, and plant which known to be adaptive such as chili pepper (*Capsicum frutescens*). This study was aimed at understanding the effects of arbuscular mycorrhizal (AMF) fungi, Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB), and organic matter on soil C-organic, soil N-total, soil C/N, and increasing the growth of chili pepper plants on soil originated from sand mining, Sumedang, Indonesia, under greenhouse condition. Different types of organic matter i.e. organic matters and AMF and PSB. Results of experiment showed that application of organic matters: b0 : control, b1: compost Titonia 25 t ha⁻¹, b2: compost Hyacinth 25 t ha⁻¹, b3: palm shell ash 25 t ha⁻¹; microbes m0: control, m1: mix inoculum AMF 15 g polybag⁻¹, m2 : mix inoculum PSB 15 ml polybag⁻¹, m3 : mixture of AMF and PSB, was significantly improved soil C-organic content, N-total, and C/N, pH, CEC, as well as growth on fase vegetative of chili pepper. Planting soil from sand mine sites with chili pepper combined with organic matter and FMA, PSB has potential as restoration tools on ecosystem of sand-mining areas.

Keywords: *Sand-Mine; Organic Matters; Microorganism; Chili Pepper.*

ABSTRAK

Tanah pada lahan pasca galian batuan memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas kimia tanah dan ekosistem di lahan bekas tambang penambangan pasir adalah melalui aplikasi bahan organik, mikroba tanah, dan menggunakan tanaman adaptif pada lahan bekas tambang, cabai rawit (*Capsicum frutescens* L). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efek bahan organik (BO: kompos Paitan dan kompos Eceng gondok, Abu Cangkang Sawit), dan mikroorganisme tanah (FMA dan BPF), terhadap kandungan C-organik, N-total, C/N tanah, pH tanah dan pertumbuhan

vegetatif tanaman cabai rawit, yang ditanam pada tanah bekas tambang pasir asal Sumedang, Indonesia. Penelitian ini dilakukan di Cibiru Bandung, menggunakan naungan. RAK dua faktor, ulangan 3. Faktor pertama bahan organik, b0 : kontrol, b1 : kompos Paitan, b2 : kompos Eceng Gondok, b3 : abu cangkang sawit masing-masing 25 t ha⁻¹. Faktor kedua: mikroba : m0 : kontrol, m1 : campuran inokulum FMA 15 g polibag-1, m2, campuran inokulum BPF 15 ml polibag-1, m3 : campuran FMA dan BPF. Hasil penelitian, pemberian ACS, kompos Paitan, Eceng gondok dan mikroorganisme meningkatkan kandungan C-organik, N-total, C/N tanah, pH, KTK, dan pertumbuhan vegetatif cabai rawit. Penanaman cabai rawit di tanah pasca galian batuan, dengan mengkombinasikan bahan organik, mikroba tanah, berpotensi untuk perbaikan sifat kimia tanah dan ekosistem di lahan pasca galian batuan.

Kata kunci: Tanah galian batuan; Bahan organik; Mikroorganisme.

PENDAHULUAN

Masifnya alih fungsi lahan pertanian menjadi non pertanian mengakibatkan berkurangnya lahan subur untuk kepentingan produksi tanaman, sehingga perlu memanfaatkan tanah sub-optimal diantaranya lahan pasca galian batuan yang banyak terdapat di berbagai daerah di Indonesia (Hidayat, 2019). Pemanfaatan tanah pasca galian batuan memberikan dua sisi manfaat, yaitu untuk memenuhi kebutuhan tanah bagi budidaya tanaman dan sisi lain memperbaiki kondisi ekologis. Namun pemanfaatan tanah pasca galian batuan memerlukan input teknologi guna memperbaiki kesuburan fisik, kimia, dan biologi yang rendah.

Karakteristik tanah pasca galian batuan yang menjadi kendala serius bila digunakan untuk budidaya tanaman, yaitu tekstur didominasi pasir (Ramadhan *et al.*, 2015), Corganik rendah (Allo, 2016), N dan Ptersedia rendah (Hidayat *et al.*, 2020), kapasitas menahan air rendah (Ginting *et al.*, 2018). Selanjutnya Hidayat *et al.* (2020) mengungkapkan data tanah pasca galian batuan di Kabupaten Bandung Barat memiliki tekstur pasir (61 %), C-organik (0,86 %) dan bahan organik (1,49), N (0,05%) dan P-tersedia (14 ppm). Adapun P total (135,69 ppm) termasuk kategori sangat tinggi dan berpeluang untuk dimanfaatkan dengan bantuan mikroba yang dapat merubah dari P total menjadi tersedia bagi tanaman.

Untuk mengatasi keterbatasan tanah pasca galian batuan, maka diperlukan aplikasi bahan organik dan mikroba. Dalam penelitian ini sumber bahan organik yang digunakan berasal dari gulma (paitan dan eceng gondok) dan sisa tanaman berupa Abu Cangkang Sawit (ACS). Adapun mikroba yang diinokulasikan adalah Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) yang mempunyai kemampuan merubah P tidak tersedia menjadi P tersedia.

Banyak pilihan bahan organik dengan keunggulan dan kelemahan masing-masing. Paitan (*Tithonia diversifolia*) memiliki biomasa tinggi, yaitu 1,75-2,0 kg m² tahun⁻¹, adaptif pada elevasi yang luas, dan tumbuh pada kondisi tanah marginal, meningkatkan

sifat fisik dan kimia tanah, serta hasil tanaman cauliflower (Hafifah *et al.*, 2016). Kompos paitan 30 t ha⁻¹ dapat digunakan untuk meningkatkan produksi tanaman cabai pada lahan pasca galian C (Hidayat *et al.*, 2019). Eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) (Solms) sebagai sumber bahan organik memiliki kandungan unsur hara P₂O₅ dan K₂O yang tinggi (Prabawa, 2016), produksi biomassa eceng gondok dapat mencapai 20 – 30,5 kg m⁻² atau 200 – 300 t Ha⁻¹ (Sittadewi, 2007). Eceng gondok juga mengandung asam humat yang berperan dalam meningkatkan pertumbuhan akar. Paitan dan eceng gondok keduanya merupakan gulma yang pertumbuhannya sangat cepat, sehingga pemanfaatannya memberikan manfaat ganda, yaitu sesuai peran bahan organik dan sekaligus mengatasi kehadirannya yang mengganggu. Bahan organik ketiga adalah ACS yang berasal dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan kandungan 23 % dari Tandan Buah Segar (TBS) (Sarifah & Pasaribu, 2017) dan kandungan N,P,K, Ca tinggi sehingga potensi untuk dijadikan sebagai sumber pupuk organik (Yunindanova *et al.*, 2013). Aplikasi ACS pada tanah gambut mampu menjadi pembenah, meningkatkan pH, dan menjadi sumber Kalium (Pangaribuan, 2014).

Faktor kedua yang digunakan untuk membantu budidaya tanaman pada tanah pasca galian batuan adalah dengan inokulasi mikroba. Digunakan BPF dan FMA, dimana keduanya berkaitan dengan unsur P. BPF mampu merubah P tidak tersedia menjadi P tersedia dengan cara mensekresikan asam-asam organik seperti asam formiat, asam propionat, asam laktat dan asam fumarat serta membentuk khelat dengan ion Fe²⁺ dan Al³⁺ sehingga mampu membebaskan ion P terikat menjadi P yang dapat diserap oleh tanaman. Adapun FMA meningkatkan serapan senyawa P hasil dari perubahan tersebut, sehingga kebutuhan unsur hara P yang diperlukan tanaman cabai rawit dapat dipenuhi. Selain itu FMA melalui hifa eksternal berperan dalam meningkatkan stabilitas agregat tanah (Hidayat *et al.*, 2019; Nurbaity *et al.*, 2013; Verbruggen *et al.*, 2013), yang akan mempengaruhi kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Kehadiran bahan organik juga penting dalam pembentukan agregat mikro dan makro (Hidayat, 2019) dan menjadi sumber makanan dan energi bagi BPF dan FMA. Sementara kedua mikroba ini juga mampu mendekomposisi bahan organik yang akan membantu dalam pembentukan agregat dan menyediakan hara bagi tanaman.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi bahan organik dan mikroorganisme terhadap perbaikan sifat kimia tanah pasca galian batuan dan pertumbuhan tanaman cabai rawit (sebagai tanaman indikator).

Secara khusus Vaidya *et al.* (2007) menyatakan pemberian bahan organik meningkatkan pertumbuhan FMA indigenous pada tanah-tanah yang kekurangan hara. Mekanismenya terjadi dengan cara: 1) Perubahan fisika-kimia tanah yang menguntungkan FMA. Pemberian bahan organik meningkatkan kelembaban tanah,

porositas, dan menurunkan penghalang mekanik bagi pertumbuhan hifa atau menyediakan kondisi yang favorable bagi pertumbuhan hifa, 2) Dari percobaan in vitro didapatkan FMA merespon positif terhadap senyawa karbon sederhana seperti trisakarida raffinose yang berasal dari ko-kultivasi bakteri (Hildebrandt *et al.*, 2005), dan 3) Hara yang berasal dari dekomposisi bahan organik dimanfaatkan untuk pertumbuhan hifa. Valarini *et al.* (2009) menemukan pemberian kompos meningkatkan pH tanah, panjang miselium, kadar glomalin, dan Water Stable Aggregate (WSA).

Pemberian bahan organik pada tanah pasca galian C akan membantu peran FMA dalam memperkuat ikatan antara partikel tanah yang cenderung mudah lepas karena kandungan pasir tinggi sehingga tanah menjadi lebih stabil untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pengikatan partikel tanah dilakukan oleh hifa eksternal yang berukuran lebih halus dari rambut akar sehingga mampu mengambil unsur hara yang berada dalam jumlah sedikit (Smith *et al.*, 2011). FMA, juga dikenal menghasilkan enzim fosfatase yang dapat mengubah P tidak tersedia yang termasuk tinggi pada tanah pasca galian C menjadi P tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Suliasih, 2009).

Lahan pasca galian C mengandung P-potensial cukup tinggi, pelepasan fiksasi P pada lahan pasca galian C dapat dilepaskan dengan bantuan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF). Selain itu bakteri mampu mengeluarkan senyawa Eksopolisakarida yang dapat dimanfaatkan sebagai glue soil. Dengan adanya senyawa ini partikel tanah dapat diikat, sehingga stabilitas agregat tanah, pH pada lahan pasca galian C meningkat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di kelurahan Palasari Kecamatan Cibiru Bandung, Jawa Barat dengan titik ordinat - 6.92049471880716, 107.716127309820, dari bulan Juni sampai Oktober 2020. Bahan yang digunakan benih cabai rawit varietas Bara, paitan, eceng gondok, abu cangkang kelapa sawit, Inokulum FMA campuran berupa genus *Gigasspora*, *Glomus*, *Alcaulus spora* (koleksi koleksi Laboratorium Bioteknologi Hutan Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi-LPPM IPB) dengan kerapatan spora 150 spora g^{-1} dengan persentase perkecambahan 70-80%, BPF berupa isolat bakteri campuran terdapat bakteri jenis *Bacillus sp*, *Pseudomonas sp* (isolat dari Balitsa) dengan kerapatan koloni $21,6 \times 10^9$, tanah pasca galian batuan, aquades, pupuk NPK, polibag 30 x 30 cm, gelas ukur, *termohyrometer* dan ph meter.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor dan diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama pemberian Bahan Organik dan faktor kedua Mikroba dengan susunan Faktor 1 : Bahan organik: b0 : kontrol (tanpa pemberian bahan organik), b1: kompos Paitan dosis 25 t ha^{-1} , b2: kompos Eceng gondok 25 t ha^{-1} , b3: Abu Cangkang Sawit 25 t ha^{-1} . Faktor 2 : mikroba: mo: kontrol (tanpa



pemberian mikroba), m1 : Inokulum FMA campuran 15 g polibag⁻¹, m2 : Isolat BPF campuran 15 ml polibag⁻¹ , m3 : campuran FMA dan BPF.

Tahap yang dilakukan di dalam penelitian ini menyiapkan media tanah pasca galian batuan, yang berasal dari Cimareme, Padalarang Kabupaten Bandung Barat Jawa barat. Selanjutnya membuat bokhasi dengan bahan utama paitan dan eceng gondok yang diberi penambahan EM4 dan dedak. Untuk abu cangkang kelapa sawit berasal dari kebun kelapa sawit di Medan. Sebelum dilakukan penanaman benih cabai rawit varietas Bara terlebih dahulu disemai selama 21 Hari.

Tanaman yang sudah disemai dipindahkan ke dalam polibag. Dilakukan pemeliharaan seperti penyiangan gulma, penyiraman, pemupukan dengan menggunakan pupuk daun interval 1 minggu sekali serta pengendalian hama dan penyakit. Pemanenan dilakukan pada saat tanaman berumur 100 HST dengan kriteria cabai siap panen warna cabai orange.

Parameter yang diukur terdiri dari dua jenis parameter yaitu, Parameter Pendukung, berupa analisis tanah awal. Pelaksanaannya dengan cara mengambil sampel tanah pada kedalaman 0-30 cm menggunakan pola zigzag di lahan pasca galian batuan dan analisis kimia pupuk organik yang digunakan. Parameter utama, temperatur tanah ($^{\circ}\text{C}$) diukur menggunakan alat termohigrometer tanah yang diamati pada saat fase vegetatif akhir tanaman, umur tanaman 58 HST. Kelembaban tanah (%) diukur menggunakan alat termohigrometer tanah yang diamati pada saat fase vegetatif akhir tanaman, saat umur tanaman 58 HST. Pengamatan respon terhadap tanaman meliputi: Tinggi tanaman diukur pada saat fase vegetatif akhir (58 HST) dan Jumlah klorofil diukur menggunakan klorofil meter pada fase vegetatif akhir (58 HST). Stabilitas Agregat Tahan Air dianalisis di Laboratorium Tanah Balai Penelitian Tanah Bogor. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Uji F (Anova). Bila terdapat pengaruh. Tabel 2. Hasil analisis pupuk organik dilanjutkan dengan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis tanah pasca galian batuan dari Cimareme, Padalarang, Kabupaten Bandung Barat terdapat beberapa parameter yang menjadi kendala bagi pemanfaatannya untuk budidaya tanaman, yaitu tekstur pasir, C sangat rendah serta bahan organik dan P-tersedia rendah (Tabel 1). Hasil analisis pupuk organik yang berasal dari paitan, eceng gondok, dan abu cangkang kelapa sawit umumnya telah sesuai dengan SNI 19-70302004 (Tabel 2).

No	Jenis Pupuk	pH*		C-Organik*	N Total*	C/N*	P ₂ O ₅ *	K ₂ O *
		H ₂ O	KCl					
		<u>pH</u> <u>M</u>	<u>te</u>	<u>Tanur</u> %	<u>Kjedhal</u>		Spektro FM %	Flame FM
1	Bohasi Paitan	9,32	8,71	9,80	0,69	14	0,53	1,18
2	Eceng Gondok	8,74	8,49	7,04	0,48	15	0,24	0,51
3	Abu Cangkang Kelapa Sawit	9,85	8,97	9,15	0,19	47	1,68	2,79

*Hasil analisis Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk dan Air Balai tanaman sayuran, 2020

Kelembaban Tanah

Pemberian bahan organik dan mikroba berpengaruh nyata terhadap kelembaban tanah. Terjadi peningkatan kelembaban tanah yang diberi eceng gondok 15 t ha⁻¹ yang diberikan bersamaan dengan FMA atau BPF (Tabel 3).

Perlakuan bahan organik kompos eceng gondok yang diberikan bersamaan dengan mikroba baik mikroba FMA maupun BPF konsisten menaikkan kelembaban tanah. Hal ini karena eceng gondok memiliki daya serap air yang cukup banyak (hidrofilik). Sifat hidrofilik kompos eceng gondok meningkatkan kemampuan tanah dalam memegang air. Eceng gondok memiliki karbon yang relatif tinggi sehingga dapat menjadi sumber energi mikroba. FMA dan BPF membantu dalam proses dekomposisi eceng gondok yang menghasilkan senyawa yang meningkatkan kemandapan agregat.

Peningkatan stabilitas agregat membantu tanah dalam memegang air lebih baik. Dengan pasokan karbon memadai dari eceng gondok kedua mikroba yang diberikan akan menjalankan fungsinya dengan baik. Salah satunya FMA melalui hifa eksternal dan BPF melalui Senyawa Ekstra Poli Sakarida (EPS) meningkatkan stabilitas agregat sehingga air dapat ditahan pada tubuh tanah. Kelembaban yang terukur pada penelitian ini umumnya diatas 80 %, sama dengan kelembaban tanah pada lahan tanah revegetasi pasca tambang batubara umur 7 tahun di Kutai Kartanegara. Kalimantan Timur, yaitu 87,8% (Karyati *et al.*, 2018). Fenomena ini terjadi karena terjadi hujan dengan intensitas cukup tinggi selama penelitian berlangsung yang mengakibatkan tanah menjadi jenuh air sehingga kelembaban tanah menjadi tinggi.

Tabel 3. Pengaruh bahan organik dan mikroba terhadap kelembaban tanah (%)

Mikroba	Bahan Organik			
	b0	b1	b2	b3
m0	91,33 b B	75,33 a A	73,67 a A	77,67 b A
m1	79,67 ab A	81,00 a A	93,00 b B	95,33 c B
m2	91,00 b BC	83,67 a B	93,67 b C	63,33 a A
m3	85,00 b AB	78,33 a A	87,67 b B	79,00 b AB

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%, huruf kapital arah horizontal (baris) dan huruf kecil dibaca arah vertikal (kolom)

Temperatur tanah

Pemberian bahan organik menurunkan temperatur tanah. Penurunan temperatur tanah dan signifikan terjadi pada perlakuan inokulasi signifikan ditunjukkan oleh aplikasi kompos BPF 10 ml polibag⁻¹. eceng gondok 15 t ha⁻¹.

Tabel 4. Pengaruh bahan organik dan mikroba terhadap temperatur tanah

Perlakuan	Rata-rata temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
Bahan Organik	
b0 : Kontrol	27,03 b
b1 : kompos paitan dosis 15 t ha ⁻¹	27,42 b
b2 : kompos eceng gondok dosis 15 t ha ⁻¹	24,59 a
b3 : abu cangkang sawit 15 t ha ⁻¹	26,56 b
Mikroba (FMA dan BPF)	
m0 : Kontrol (tanpa pemberian mikroba)	27,10 b
m1 : FMA 10 g polibag ⁻¹	27,58 b
m2 : BPF 10 g polibag ⁻¹	24,37 a
m3 : Campuran FMA + BPF	26,55 b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (Huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf 5%

Tanah pasca galian batuan yang rendah dibandingkan dengan perlakuan diaplikasikan kompos eceng gondok lainnya. Eceng gondok memiliki daya serap memiliki temperatur tanah yang relatif lebih air yang cukup banyak, hal ini menyebabkan tanah pasca galian batuan yang diaplikasikan kompos eceng gondok, temperaturnya paling rendah yaitu 24,59 $^{\circ}\text{C}$. Dilihat dari C/N rasio bahan organik asal eceng gondok sebesar 15 (Tabel 1) menunjukkan bahwa bahan organik tersebut telah mengalami pelapukan dan berperan dalam merekatkan partikel tanah pasca galian batuan yang didominasi pasir membentuk agregat lebih mantap sesuai dengan hasil penelitian (Wiesmeier *et al.*, 2015) yang menyimpulkan bahan organik meningkatkan agregat mikro dan makro dengan pori-pori mikro yang terbentuk akan diisi oleh air. Dengan banyaknya air yang berada pada pori-pori mikro menjadikan tanah lebih lembab dan menurunkan temperatur tanah.

BPF berhasil menurunkan temperature tanah. Hal ini disebabkan BPF mengeluarkan senyawa Eksopolisakarida yang mampu merekatkan partikel tanah sehingga dan meningkatkan daya pegang air tanah. Kandungan air yang lebih banyak akan menurunkan temperatur tanah.

Agregat stabil tahan air

Pemberian ragam bahan organik dan mikroba FMA dan BPF secara tunggal maupun bersama menurunkan agregat stabil tahan air. Penurunan berkisar antara 7 % - 25,63 %.

Stabilitas Agregat Tahan Air, merupakan ukuran pembentukan agregat makro. Bahan organik maupun mikroba berperan dalam tahapan pembentukan agregat. Bahan organik berperan baik pada pembentukan agregat mikro maupun agregat makro. Bakteri berperan pada pembentukan agregat mikro.

Dalam penelitian ini kandungan Corganik rendah (Tabel 1). Bahan organik tanah rendah menyebabkan proses pengikatan partikel tanah pada pembentukan agregat mikro lemah sehingga kemantapan agregat mikro yang terbentuk rendah yang nantinya akan mempengaruhi kemantapan agregat makro (Hidayat *et al.*, 2019). Pada penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa FMA berperan dalam pembentukan agregat makro, namun dalam penelitian ini karena sebelumnya dilaporkan bahwa FMA berperan dalam pembentukan agregat makro, namun dalam penelitian ini karena kandungan bahan organik galian C yang rendah tidak mampu mendukung.

Kinerja FMA dalam pengikatan partikel tanah melalui aktifitas hifa eksternal. Agregat makro tergantung pada pematang organik sementara (*extracellular polysaccharides*) yang dikeluarkan mikroorganisme, jaringan hifa dan akar tanaman. Faktor lain yang menyebabkan FMA tidak berfungsi maksimal dalam pembentukan agregat makro adalah kelembaban tanah yang tinggi (Tabel 3) sebagai akibat dari curah hujan yang terjadi pada saat penelitian berlangsung. Rata-rata curah hujan selama penelitian berkisar antara 20-80 mm jam⁻¹ (BMKG, 2020)

Tabel 5. Pengaruh bahan organik dan mikroba terhadap agregat stabil tahan air

Mikroba	Bahan Organik			
	b0	b1	b2	b3
	%			
m0	64,32 c B	64,25 b B	53,99 a AB	42,09 a A
m1	41,17 a A	46,34 a A	43,42 a A	48,37 a A
m2	45,05 ab A	38,69 a A	53,65 a A	52,85 a A
m3	58,81 bc B	46,83 a AB	38,98 a A	41,20 a A

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%, huruf kapital arah horizontal (baris) dan huruf kecil dibaca arah vertikal (kolom)

Tinggi Tanaman Dan Jumlah Klorofil

Pemberian ragam bahan organik dan mikroba (FMA dan BPF) tidak meningkatkan secara signifikan tinggi tanaman dan jumlah klorofil tanaman cabai rawit pada fase vegetative akhir. Penggunaan kompos paitan dan abu cangkang kelapa sawit lebih meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan kompos eceng gondok (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh bahan dan mikroba terhadap tinggi tanaman dan jumlah klorofil

Bahan Organik b0 : Kontrol (tanpa pemberian bahan organik)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah Klorofil (unit)
	17,08 a	56,17 a
b1 : kompos paitan dosis 15 t ha ⁻¹	19,00 a	55,58 a
b2 : kompos eceng gondok dosis 15 t ha ⁻¹	16,92 a	53,46 a
b3 : abu cangkang kelapa sawit 15 t ha ⁻¹	19,22 a	54,42 a
Mikroba		
mo : Kontrol (tanpa pemberian mikroba)	19,25 a	55,15 a
m1 : Inokulum FMA 10 g polybag ⁻¹	18,87 a	52,28 a
m2 : Inokulum BPF 10 ml polybag ⁻¹	15,79 a	54,90 a
m3 : Campuran FMA + BPF	18,29 a	57,30 a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama (Huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut Duncan pada taraf 5%

Dengan bahan organik rendah menghasilkan pasokan karbon terbatas sehingga serapan N oleh FMA tidak maksimal (Smith & Smith, 2011). Aplikasi FMA dan BPF yang diharapkan sinergis dengan saling menguatkan, ternyata tidak terjadi. BPF seharusnya menyediakan glukosa yang diperlukan untuk pertumbuhan FMA, tetapi karena kandungan bahan organik tanah sangat rendah mengakibatkan pasokan karbon untuk BPF minim dan akibatnya tidak dapat mensuplai glukosa kepada FMA.

Kekurangan pasokan N juga berdampak terhadap klorofil yang terbentuk. Unsur N diperlukan untuk pembentukan klorofil (Mahdiannor, 2014), dengan cara memproduksi asam nukleat dan protein (Rachmadhani *et al.*, 2018). Apabila daun mengandung banyak klorofil akan membantu dalam penyerapan cahaya matahari lebih banyak sehingga proses fotosintesis menghasilkan fotosintat lebih banyak yang akan digunakan untuk pertumbuhan organ vegetatif berupa pemanjangan batang yang diukur dari tinggi tanaman.

Aplikasi kompos paitan dan abu cangkang kelapa sawit sebesar 15 t ha⁻¹ meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan kontrol, namun tidak signifikan. Kandungan nitrogen (Tabel 2) pada ketiga bahan organik sudah memenuhi ketentuan SNI, namun belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan tanaman untuk mendukung pertumbuhan vegetative tanaman seperti tinggi tanaman. Hal ini berkaitan dengan kandungan N yang sangat rendah pada tanah pasca galian batuan, sehingga perlu dipikirkan penambahan dosis bahan organik yang digunakan. Dari sisi mikroba FMA yang diketahui mampu meningkatkan serapan hara nitrogen, belum mampu menunjukkan perannya karena tidak

didukung oleh faktor lingkungan. Bahan organik tanah pasca galian batuan tergolong rendah (Tabel 1) dan kelembaban tanah tinggi (Tabel 3).

pH tanah (14 juli)

Reaksi tanah atau pH tanah merupakan salah satu sifat kimia yang penting dalam proses pertumbuhan tanaman yang mencerminkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro bagi pertumbuhan. Mekanisme pertukaran ion pada koloid tanah dan larutan tanah dipengaruhi oleh derajat kemasaman tanah. Pada umumnya pH tanah yang mendekati netral merupakan kisaran pH yang dapat menyediakan unsur hara dalam kondisi optimum; seperti ketersediaan N mencapai maksimal pada pH antara 6-8, yang erat hubungannya dengan kondisi favorable bagi kehidupan mikroba tanah dalam proses mineralisasi N dan penyerapan N bebas dari udara secara simbiose. Pada awalnya tanah bekas galian C pH berkisar antar pH 6,7-5,1, katagori asam, dan tingkat kesuburan yang rendah. Hal ini dapat dipahami karena tanah yang digunakan merupakan tanah terdegradasi bekas galian C, lapisan atas sudah hilang. Dari hasil analisis tanah (kadar bahan, organik, N total, P tersedia, K tersedia, Ca tersedia dan Mg tersedia) berkisar sangat rendah hingga rendah, sedangkan kapasitas tukar kation dan C/N termasuk sedang. Hal ini menunjukkan bahwa tanah yang digunakan untuk penelitian ini mempunyai muatan negatif yang berarti bahwa koloid tanah bermuatan negatif sehingga dapat mengikat kation. Kenyataan ini didukung dari analisis tanah yang menunjukkan bahwa tanah ini mempunyai kapasitas tukar kation sebesar 29,31 cmol.kg⁻¹ dan tergolong sedang.

Di dalam tanah, muatan negatif lempung / bahan organik biasanya mengikat kation yang ada disekitarnya sehingga terjadi reaksi elektronetralitas yang menghasilkan keseimbangan kimia.

Pertukaran kation dalam tanah banyak digunakan dalam menilai tingkat kesuburan tanah. Kemampuan/kapasitas tanah dalam penyediaan Ca, Mg, dan K, efisiensi pemupukan dan pengapuran pada lapisan olah. Nilai KTK sebagai salah satu penciri untuk menentukan. Pertukaran kation dalam tanah terjadi karena adanya muatan negatif dari koloid tanah yang menyerap kation-kation dalam bentuk dapat ditukarkan (exchangeable). Nilai KPK berhubungan dengan tekstur dan bahan organik. Jika tekstur tanah makin halus, KPKnya akan makin besar. Nilai KPK tanah sangat beragam dipengaruhi jumlah dan jenis kandungan lempung, kadar, dan dekomposisi bahan organik, serta pH tanah.

Nisbah C/N pupuk organik yang digunakan berkisar antara 17,65 hingga 20,43 sehingga dapat dikatakan bahwa pupuk organik sudah terdekomposisi atau matang dan siap digunakan, sehingga apabila diaplikasikan ke dalam tanah sudah dapat menyumbangkan unsur hara yang bisa diserap tanaman.

Pemberian bahan organik berupa bohasi Paitan, bohasi Eceng gondok dan ACS. Tabel 7, menunjukkan bahwa ketiga jenis bahan organik memiliki pH tinggi dan bahan organik C/N dan berarti bahwa terjadi penurunan tingkat derajat kemasaman tanah, $pH > 7$, sehingga mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro P dan K yang ikut berkurang ketersediaannya dalam tanah, yaitu dari 28 me/100 gram menjadi 20 me/100 gram tanah. Sebaliknya terjadi peningkatan unsur hara Al dari 0,200 ke 1,389 me/100 gr yang relatif kurang larut. Demikian pula dengan tingkat ketersediaan unsur hara K, Ca dan Mg pada tingkat kemasaman yang menurun sesuai kondisi tanah bekas penambangan yaitu masing-masing dari 0,60 (tinggi), 12,31 (tinggi) dan 3,75 (tinggi) me/100 gr tanah turun menjadi 0,43 (sedang), 9,72 (sedang) dan 2,40 (tinggi) me/100 gr tanah. Secara nyata bahwa telah terjadi penurunan nilai kandungan masing-masing unsur hara mikro di atas akibat aktivitas penambangan, walaupun masih berada dalam kelas yang sama. pH tanah yang bereaksi masam menandakan meningkatnya ion Al dalam tanah sedangkan unsur-unsur hara mikro yang diperlukan jumlahnya makin sedikit. Hal ini disebabkan unsur-unsur hara tersebut cepat larut. Pada Tabel 2 disajikan sifat tanah setelah

No	Bahan Organik	pH		Kadar Air %	Berat Basah (dasar dari berat asal)				
		H ₂ O	KCl		C-Org %	N Total %	C/N -	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
1	Paitan	9,32	8,71	73,25	9,80	0,69	14	0,53	1,18
2	Eceng Gondok	8,74	8,49	78,29	7,04	0,48	15	0,24	0,51
3	Abu Cangkang Sawit (ACS)	9,85	8,97	59,37	9,15	0,19	47	1,68	2,79

SIMPULAN

1. Aplikasi bahan organik dan mikroorganisme berpengaruh terhadap kelembaban tanah dan suhu, pH, KTK.
2. Bahan organik memiliki C/N tinggi, terutama yang berasal dari ACS. Diaplikasikan ketanaman sebagai upaya meningkatkan kesuburan tanah bekas Galian C.
3. Eceng gondok 25 t ha⁻¹ yang diaplikasikan dengan FMA atau BPF meningkatkan kelembaban tanah sampai pada kategori tinggi.
4. Eceng gondok 25 t ha⁻¹ dan BPF 15 ml polibag⁻¹ masing-masing menurunkan suhu tanah. Adapun pertumbuhan tanaman cabai rawit belum dapat ditingkatkan dengan pemberian bahan organik dan mikroorganisme (FMA dan BPF).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor dan LPPM Universitas Terbuka yang telah mendanai penelitian ini melalui skema bantuan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) tahun anggaran 2020-2021. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada program studi Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung atas Kerjasama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, M. K. (2016). Kondisi sifat fisik dan kimia tanah pada bekas tambang Nikkel serta Pengaruhnya terhadap pertumbuhan trengguli dan mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2), 207–217.
- Ginting, I. F., Yumnaini, 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. <https://doi.org/10.23960/jat.v6i2.2603>
- Hafifah, Sudiarto, M.D, M., & Prasetya, B. (2016). The potential of *Tithonia diversifolia* green manure for improving soil quality for cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Brotrytis* L.). *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 3(2), 499–506. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2016.032.499>
- Hidayat, C., Ahyar, Y., & Setiati, Y. (2019). The effect of swimmer crab flour (*Protunus pelagicus*) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on flowering and yield of Japanese Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/3/033037>
- 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. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/334/1/012025>
- Hidayat, Cecep. (2019). Aplikasi bahan organik dan fungi mikoriza arbuskula untuk mendukung produksi sayuran pada tanah pasca galian C. *Seminar Nasional Agroteknologi*, 581–589.

- Hidayat, Cecep, Supriadin, A., Huwaida'a, F., & Rachmawati, Y. S. (2020). Aplikasi bokashi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan fungi mikoriza arbuskula untuk perbaikan sifat fisika tanah pasca galian C dan hasil tanaman cabai (*Capsicum frutescens* L.). *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 4(2), 95–102. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.124>
- Karyati, Putri, R. O., & Syafrudin, M. (2018). Soil temperature and humidity at Post mining revegetation in PT Adimitra Baratama Nusantara, East Kalimantan Province. *Agrifor*, 17(1), 103–114.
- Mahdiannor. (2014). Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. Var. Saccharata) dengan pemberian pupuk hayati pada lahan rawa lebak. *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 39(3), 105–113.
- Nurbaity, A., Hidayat, C., Hudaya, D., & Sauman, J. (2013). Mycorrhizal fungi and organic matter affect some physical properties of Andisols. *Soil Water Journal*, 2(2), 639–644.
- Pangaribuan, N. (2014). Penjaringan cendawan mikoriza arbuskula indigenous dari lahan penanaman jagung dan kacang kedelai pada gambut Kalimantan Barat. *Jurnal Agro*, 1(1), 50–60.
- Prabawa, I. D. G. P. (2016). Potensi tandan kosong kelapa sawit dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai bahan baku pupuk organik. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v8i1.2063>
- Rachmadhani, N. W., Hariyono, D., & Santosa, M. (2018). Efisiensi pemupukan urea pada tanaman jagung. *Buana Sains Vol 18 No 1 : 1-10, 201*, 18(1), 1–10.
- Ramadhan, M. F., Hidayat, C., & 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*, Vol 2 No 2.
- Sarifah, J., & Pasaribu, B. (2017). Pengaruh penggunaan abu cangkang kelapa sawit guna meningkatkan stabilitas tanah lempung. *Buletin Utama Teknik*, 13(1), 1410–4520.
- Sittadewi, E. H. (2007). Pengolahan bahan organik eceng gondok menjadi media tumbuh untuk mendukung pertanian organik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 8(3), 229–234.
- Smith, S. E., & Smith, F. A. (2011). Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales. *Annual Review of Plant Biology*, 62(1), 227–250. <https://doi.org/10.1146/annurevplant-042110-103846>
- Suliasih, Rahmadsyah M. (2009). Aktivitas fosfatase tanah di lingkungan bentang hutan alami dan non-alami. *Berita Biologi* 9(6), 783-792.



- Verbruggen, Erik., Marcel G. A. van der Heijden, M. C. R. and E. T. K. (2013). Mycorrhizal fungal establishment in agricultural soils: factors determining inoculation success. *New Phytologist*, 197,1104–1109. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04348>
- Wiesmeier, M., Lungu, M., Hübner, R., & Cerbari, V. (2015). Remediation of degraded arable steppe soils in Moldova using vetch as green manure. *Solid Earth*, 6(2), 609–620. <https://doi.org/10.5194/se-6-609-2015>
- Yunindanova, M. B., Herdhata Agusta, D., & Asmono, D. (2013). Pengaruh tingkat kematangan kompos tandan kosong sawit dan mulsa limbah padat kelapa sawut terhadap produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pada tanah Ultisol. *Sains Tanah- Jurnal Ilmu Tanah Dan Agroteknologi*, 2(10), 94–100.