

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 151/ILMU TANAH
Tema : KETAHANAN PANGAN

Laporan Akhir Penelitian

PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN UNIVERSITAS ANDALAS KLASTER RISET-PUBLIKASI PERCEPATAN KE GURU BESAR (KRP2GB-PTU-Unand)



Pemanfaatan Pupuk Kompos Plus Biochar sebagai substitusi Pupuk Sintesis Untuk Perbaikan Kesuburan Tanah dan pertumbuhan tanaman kopi (*Coffea Arabica L.*) di Alahan Panjang

Tim Peneliti

Ketua: Dr. Rer. Nat. Ir. Syafrimen Yasin. MS. MSc

NIDN: 0016046209

Anggota : Dr.Ir. Agustian

NIDN: 0007086110

Anggota : Irwan Darfis. SP. MP

NIDN: 0027126807

Penelitian ini dibiayai oleh:

UNIVERSITAS ANDALAS

Sesuai Dengan Kontrak Penelitian

Nomor: 18/UN.16.17/PP.PGB2/LPPM/2018

Tahun Anggaran 2018

UNIVERSITAS ANDALAS

November 2018

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN UNIVERSITAS ANDALAS
KLASTER RISET-PUBLIKASI PERCEPATAN KE GURU BESAR
(KRP2GB-PTU-Unand)

Judul : **Pemanfaatan Pupuk Kompos Plus Biochar sebagai substitusi Pupuk Sintesis Untuk Perbaikan Kesuburan Tanah dan pertumbuhan tanaman kopi (*Coffea Arabica* L.) di Alahan Panjang**

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 151/ Ilmu Tanah
Tema Isu Strategis Nasional : Ketahanan Pangan
Peneliti

a. Nama lengkap : Dr.rer.nat. Ir. Syafrimen Yasin, MS. MSc.
b. NIDN : **0016046209**
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala / IV c
d. Program studi : Ilmu Tanah
e. No. HP : 081363473565
f. Alamat Surat (e-mail) : svafrimenyasin@yahoo.com

Anggota Peneliti

a. Nama lengkap : Dr. Ir. Agustian
b. NIDN : **0007086110**
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Anggota Peneliti

a. Nama lengkap : Irwan Darfis, SP, MP
b. NIDN : **0027126807**
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Institusi Mitra : -

Lama penelitian keseluruhan : 4 tahun
Penelitian tahun ke : 1 (satu)
Biaya penelitian keseluruhan : Rp 439.135.000,-
Biaya tahun berjalan :
-diusulkan ke UNAND : Rp 90.000.000,-

Padang, 29 November 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Tanah

Dr. Ir. Agustian
NIP. 196108071986031006

Ketua Peneliti

Dr.rer.nat.Ir.Syafrimen Yasin,MS, MSc.
NIP. 196204161986101001



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI	iii
RINGKASAN	iv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	11
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
DAFTAR PUSTAKA.....	36

RINGKASAN

Kopi adalah salah satu komoditas yang sangat penting didalam perdagangan dunia.. Pada tahun 2011-2015 indonesia menempati urutan ke tiga sebagai produsen utama kopi dunia setelah vitnam dan Brazil dengan rata-rata produksi 572 ribu ton (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016) dengan jumlah Export pada tahun 2013 mencapai 534.023 ton mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya 2012 yaitu 448.591 ton (Direktorat Jendral Perkebunan. 2014). Berdasarkan data tersebut terlihat peluang besar dalam mengembangkan tanaman kopi pada daerah dengan kondisi tanah dan iklim mikro yang sesuai.

Lebih dari 90% dari total perkebunan dibudidayakan oleh petani berskala kecil. Salah satu daerah di Sumatera Barat yang cocok untuk penanaman kopi adalah Alahan Panjang. Kabupaten Solok. Daerah ini mempunyai ketinggian 1.616 mdpl dan mempunyai suhu $\pm 20^{\circ}$ C. sehingga cocok untuk ditanami tanaman kopi Arabika karena mempunyai syarat tumbuh dengan ketinggian 700 – 1.700 mdpl dan rata-rata suhu yang ideal berkisar antara $15^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ (Puslitkoka. 2006).

Kendala dalam pengembangan kopi di Alahan Panjang adalah tingkat kesuburan tanah yang rendah dengan jenis Inceptisol yang bereaksi masam (*Dystrudept* dan rendahnya ketersediaan air. serta tingginya laju kehilangan air tanah). Kondisi ini tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman kopi yang dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH tanah 5.5-6.5 (Puslitkoka. 2006). Justru itu perbaikan kesuburan tanah perlu dilakukan diantaranya adalah dengan penambahan kapur dan bahan organik ke dalam tanah. Hasil penelian Yasin dan Suliansyah (2014) menunjukkan bahwa pemberian kapur sebanyak 4 ton/Ha dan bahan organikan pupuk kandang sapi sebanyak 7.5 ton /ha telah dapat memmanperbaiki ciri kimia tanah inceptisol di Alahan panjang dan meningkatkan produksi gandum sebesar 2.69 ton//ha. Yasin et al (2015) melaporkan bahwa pemberian pupuk kogati sebanayk 7.5 tom per ha telah dapat memperbaiki ciri kimia tanah di Alahan Panjang. meningkatkan produksi gandum dan dapat menghemat pemakaian pupuk pabrik (sintesis) sebanyak 50 %.

Bahan pembenah tanah lain yang mampu meningkatkan kesuburan tanah adalah biochar. Pada dasarnya biochar berpotensi meningkatkan kandungan C di dalam tanah secara berkelanjutan. serta meretensi air dan hara didalam tanah (Gani. 2009).. Menurut Lehmann (2007). biochar lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik seperti kompos dan pupuk kandang.

Sehubungan dengan hal tersebut Yasin et al (2017) telah melakukan penelitian manfaat berbagai macam bahan amelioran (kompos kapur dan biochar) terhadap tanaman perkebunan yaitu tanaman kopi di Alahan Panjang . Mereka melaporkan bahwa kombinasi pemakaian kompos plus biochar sebanyak 7.5 to/Ha (50% : 50 %) yang dikombinasikan dengan pemberian kapur Dolomit sebanyak 4 ton/Ha telah dapat memperbaiki ciri kimia tanah inceptisol dan pertumbuhan tanaman kopi arabica. Namun mereka belum mengkaji berapa efisiensi pemakaian pupuk buatan yang dapat dihemat dengan penambahan kompos+biochar dalam meningkatkan kesuburan Inceptisol yang diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) di wilayah tersebut.

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh pupuk kompos plus biochar serta pupuk sintesis terhadap perbaikan sifat kimia-kesuburan Inceptisol yang dikapur serta meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dan kemampuannya dalam menghemat pemakaian pupuk sintesis (Pabrik).

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kopi adalah salah satu komoditas yang sangat penting didalam perdagangan dunia yang melibatkan beberapa negara produsen dan banyak negara konsumen.. Pada tahun 2011-2015 Indonesia menempati urutan ke tiga sebagai produsen utama kopi dunia setelah Vietnam dan Brazil dengan rata-rata produksi 572 ribu ton (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016) . Data Export biji kopi Indonesia pada tahun 2013 mencapai 534.023 ton mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya 2012 yaitu 448.591 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Berdasarkan data permintaan pasar tersebut diatas maka ada peluang besar dalam mengembangkan tanaman kopi serta mendapatkan hasil produksi yang baik. salah satu jenis kopi yang dapat dikembangkan adalah jenis kopi Arabika.

Total luas wilayah Perkebunan kopi di Indonesia pada tahun 2015 mencakup luas wilayah 1.253 juta hektar. yang terdiri dari 931 hektar perkebunan Robusta dan 322 hektar perkebunan kopi jenis Arabika. Lebih dari 90% dari total perkebunan dibudidayakan oleh petani berskala kecil.

Salah satu daerah di Sumatera Barat yang cocok untuk penanaman Alahan Panjang. Kabupaten Daerah ini mempunyai ketinggian 1.616 mdpl dan mempunyai suhu $\pm 20^{\circ}$ C. sehingga cocok untuk ditanami tanaman kopi Arabika karena mempunyai syarat tumbuh dengan ketinggian 700 – 1.700 mdpl dan rata-rata suhu yang ideal berkisar antara 15° C – 25° C dan beriklim kering tiga bulan secara berturut-turut dengan curah hujan 1.500 – 2.500 mm/tahun. dan bisa berproduksi dengan baik pada pH 5.5-6.5 unit (Puslitkoka, 2006).

Akan tetapi tanah tersebut mempunyai keterbatasan dari segi kesuburan tanah untuk pengembangan tanaman gandum. Hal tersebut disebabkan oleh rendahnya nilai pH tanah dan rendahnya ketersediaan P di dalam tanah. Justru itu perbaikan kesuburan tanah perlu dilakukan sebelum penanaman kopi. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kimia kesuburan tanah Inceptisol adalah dengan penambahan kapur dan bahan organik ke dalam tanah. Putri *et al* (2012) dan Yasin dan Suliansyah (2014) menunjukkan bahwa pemberian kapur sebanyak 4 ton/Ha dan bahan organik pupuk kandang sapi sebanyak 7.5 ton /ha telah dapat memperbaiki ciri kimia tanah inceptisol dan meningkatkan produksi tanaman gandum di Alahan panjang.

Yasin et al (2015) melaporkan bahwa pemberian pupuk kogati sebanyak 7.5 ton per ha telah dapat memperbaiki ciri kimia tanah vulkanis di Alahan Panjang. Perbaikan tersebut juga dipengaruhi oleh komposisi pupuk Kogati. Dimana komposisi terbaik adalah komposisi pupuk Kogati (50 % Jerami Gandum+50 % tithonia) telah dapat memperbaiki ciri kimia tanah. meningkatkan produksi gandum dan dapat menghemat pemakaian pupuk pabrik (sintesis) sebanyak 50 % dibandingkan dengan tanpa pemakaian pupuk Kogati.

Walaupun pemberian pupuk kogati ini sangat baik dalam memperbaiki sifat kimia tanah vulkanis dan memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman gandum Namun hasil yang diperoleh jauh lebih rendah dibandingkan dengan potensi hasil Varietas gandum SO3. hal ini disebabkan karena kemampuan tanah dalam menyerap air yang rendah. sehingga selama musim kemarau kehilangan air sangat cepat walaupun dilakukan penyiraman. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman gandum selama fase vegetatif yang memerlukan air cukup tinggi dibanding pada fase generatif. Justru itu perlu penambahan bahan amelioran lain yang mampu meningkatkan daya jerap air perlu diberikan bersamaan dengan pupuk Kogati. Salah satu bahan amelioran yang mempunyai kemampuan menyerap air yang tinggi disamping meningkatkan ketersediaan hara adalah biochar. (Gani. 2009).

Bahan pembenah tanah lain yang mampu meningkatkan kesuburan tanah adalah biochar. Biochar merupakan arang hayati yang berasal dari pembakaran tidak sempurna (pirolisis) yang berasal dari sisa-sisa hasil pertanian yang sukar melapuk. Biochar dapat meningkatkan kualitas tanah serta dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk pengelolaan tanah (Gani. 2009). Pada dasarnya biochar berpotensi meningkatkan kandungan C didalam tanah secara berkelanjutan. serta meretensi air dan hara didalam tanah. Menurut Lehmann (2007). biochar lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik seperti kompos dan pupuk kandang. Lehmann dan Rondon (2006) melaporkan bahwa biochar juga menyediakan media tumbuh yang baik bagi berbagai mikroba tanah. Menurut Haefele. (2007) biochar dapat digunakan sebagai arang kayu untuk bahan bakar. namun manfaat lingkungannya jauh lebih besar bila ditanamkan ke dalam tanah dan dengan seiring berjalannya waktu kesuburan tanah akan meningkat

Disamping telah melakukan kajian manfaat berbagai macam bahan amelioran (kompos. kapur dan pupuk sintesis) terhadap perbaikan ciri kimia Inceptisol di Alahan Panjang terhadap tanaman pangan. Yasin et al (2017) juga telah melakukan penelitian manfaat berbagai macam bahan amelioran (kompos kapur dan biochar) terhadap tanaman perkebunan yaitu tanaman kopi. Yasin et al (2017) melaporkan bahwa kombinasi pemakaian kompos plus

biochar sebanyak 50% : 50 % yang dikombinasikan dengan pemberian kapur Dolomit sebanyak 4 ton/Ha merupakan perlakuan terbaik dalam memperbaiki kimia tanah inceptisol dan pertumbuhan tanaman kopi arabica di Alahan Panjang. Namun mereka belum mengkaji berapa efisiensi pemakaian pupuk buatan yang dapat dihemat dengan penambahan kompos+biochar. Dalam meningkatkan kesuburan Inceptisol yang diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) di wilayah tersebut.

Di daerah Solok pada saat sekarang ini, khususnya di Kecamatan Lembah Gumanti Kenagarian Alahan Panjang di Desa Batu Bagirik terdapat lahan dengan keadaan topografi datar sampai berbukit. Lahan tersebut hanya di tumbuhi oleh tanaman paku resam, sehingga dengan pemanfaatan lahan untuk tanaman perkebunan sangat bermanfaat dalam upaya konservasi tanah dan air serta dapat meningkatkan perekonomian masyarakat.

Petani di daerah Alahan Panjang saat ini sudah mulai membudidayakan tanaman kopi jenis Arabika. Namun demikian hasil penelitian tentang budidaya kopi di daerah ini belum banyak dilakukan.

Berdasarkan masalah yang telah dikemukakan di atas maka penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan pupuk kompos plus Biochar sebagai substitusi pupuk sintesis Untuk Memperbaiki kesuburan tanah Inceptisol Serta Meningkatkan Pertumbuhan Kopi Arabika(*Coffea Arabica* L.) di Alahan Panjang”** menjadi penting untuk dilakukan. **Tujuan khusus penelitian** ini adalah; (1) untuk mendapatkan kombinasi takaran pupuk dan komposisi Biochar yang tepat dalam memperbaiki kesuburan tanah Inceptisol dan pertumbuhan tanaman kopi yang optimal. (2) untuk mengkaji perubahan tingkat kepadatan tanah (BV) tanah dan kadar air akibat pemberian pupuk kompos plus biochar, yang merupakan parameter utama dalam menilai pertanian yang berkelanjutan. **Urgensi Penelitian** : Penelitian ini secara khusus sangat penting dalam memperbaiki kimia- kesuburan tanah inceptisol bereaksi masam untuk menunjang pengembangan tanaman kopi di dataran tinggi dengan jenis tanah Inceptisol. disamping itu teknologi ini juga akan dapat dijadikan contoh untuk pengelolaan budidaya kopi di daerah dataran tinggi Kabupaten solok.

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah; Pada tahun ketiga akan diperoleh paket teknologi pupuk kompos plus Biochar yang paling baik untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman kopi yang optimal pada tanah Inceptisol. Paket teknologi yang didapat akan didesiminasikan pada tiga lokasi yang berbeda

di Alahan Panjang pada tahun ke empat. Disamping itu hasil penelitian tahun satu sampai ke empat akan dipublikasikan di jurnal Nasional terakreditasi atau jurnal internasional

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh pupuk kompos plus biochar serta pupuk sintesis terhadap perbaikan sifat kimia-kesuburan Inceptisol yang dikapur serta meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dan penghematan pemakaian pupuk sintesis (Pabrik).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Inceptisol dan Permasalahannya

Inceptisol adalah tanah yang belum matang dengan perkembangan profil yang lebih lemah dibandingkan dengan tanah yang matang dan masih banyak menyerupai sifat bahan induknya (Hardjowigeno. 1993). Secara morfologi, Inceptisol dicirikan dengan warna tanah yang beranekaragam tergantung dari jenis bahan induknya. warna kelabu akibat bahan induk dari endapan sungai. warna coklat kemerah-merahan karena mengalami proses oksidasi. dan warna hitam karena mengandung bahan organik yang tinggi (Relsman *et al.*.2006). Kesuburan tanah Inceptisol juga sangat beragam tergantung bahan induk mulai dari yang kesuburannya rendah sampai yang kesuburan tinggi. bereaksi masam hingga bereaksi netral. kandungan bahan organik tergolong sedang. nitrogen (N) dan fosfor (P) potensial tergolong rendah hingga tinggi. kalium (K) potensial sangat rendah hingga sedang (Subagyo *et al.*.2000).

Pada umumnya lahan kering jenis Inceptisol memiliki tingkat kesuburan yang rendah. ketersediaan unsur hara seperti N yang rendah. juga merupakan kendala penting dalam kaitannya terhadap pertumbuhan tanaman. Kendala lain yaitu unsur N mudah tercuci sehingga serapan N tanaman rendah. Upaya peningkatan unsur hara N pada tanah salah satunya yaitu dengan cara pemupukan dengan pupuk N (Abdurachman *et al.*. 2008). Sanchez (1992) juga menyatakan bahwa Inceptisol digolongkan ke dalam tanah yang mengalami pelapukan sedang dan tercuci. sehingga Inceptisol memerlukan masukan bahan anorganik yang tinggi seperti pupuk N, P, dan K. Selain itu, juga memerlukan bahan organik berupa pencampuran bahan organik seperti pencampuran sisa panen ke dalam tanah saat pengolahan tanah dan bisa juga dengan pemberian kompos.

2.2. Manfaat Bahan Organik dan Biochar Terhadap Kesuburan Tanah

Pemberian bahan organik mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Fungsi kimia bahan organik yang penting adalah: (1) pupuk organik dapat menyediakan hara makro yaitu nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S) dan mikro seperti zinc (Zn), tembaga (Cu), molibden (Mo), kobalt (Co), boron (B), mangan (Mn), dan besi (Fe); (2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Dengan demikian, penambahan bahan organik sangat diperlukan agar kemampuan tanah dapat dipertahankan atau bahkan ditingkatkan untuk mendukung upaya peningkatan produktivitas tanaman melalui efisiensi penggunaan pupuk anorganik/kimia (Barus. 2011).

Biochar merupakan arang hayati hasil pirolisis tanpa oksigen atau dengan oksigen rendah. disebut arang hayati karena berasal dari biomasa tanaman (pertanian, perkebunan, dan kehutanan) yang sukar melapuk. Biochar bermutu ditentukan oleh bahan baku dan proses pirolisis. Komposisi biochar diantaranya adalah carbon 15-70%. Didalam tanah, biochar menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah, tetapi tidak dapat dikonsumsi oleh mikroba seperti bahan organik. Dalam jangka panjang, biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon-nitrogen, tetapi dapat menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman (Gani dan Anischan, 2009).

Menurut Wilson (2014) biochar atau arang yang dihasilkan menyerupai bentuk asli biomasnya yang hitam dan mengkerut. Secara mikroskopis ia mewarisi sebagian besar struktur biomassa asli. Biochar awalnya berasal dari bahan organik, karena proses pemanasan menjadi lebih mirip mineral. Transformasi ini menciptakan struktur kerangka yang terlihat seperti spons karbon (Gambar 1). Cincin karbon yang aktif secara elektrik juga mendukung reaksi reduksi oksidasi yang penting untuk biokimia tanah dengan bertindak sebagai penyerap elektron.

Penambahan biochar pada tanah pertanian akan memberikan manfaat yang cukup besar antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, menahan air dan mencegahnya dari erosi karena luas permukaannya lebih besar, memperkaya karbon organik dalam tanah, meningkatkan pH tanah sehingga meningkatkan produksi tanaman (Ismail *et al.*, 2011). Hasil penelitian Nisa (2010) menunjukkan bahwa tanah yang diberikan perlakuan biochar 10 ton/ha dapat menaikkan nilai pH tanah dari kondisi awal 6.78 unit menjadi 7.40 unit. Menurut Lehmann (2007), biochar adalah bahan pembenah tanah yang lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik lain seperti kompos atau pupuk kandang. Lehmann dan Rondon (2006) melaporkan bahwa biochar juga menyediakan media tumbuh yang baik bagi berbagai mikroba tanah. Cheng *et al.*, (2008) menyatakan bahwa biochar mempunyai sifat adsorpsi yang lebih besar terhadap kation dibandingkan dengan bahan organik pada umumnya. Biochar yang baru terbentuk mempunyai kapasitas adsorpsi rendah, dan yang sudah berumur lama memperlihatkan kapasitas tukar kation (KTK) sangat tinggi. Lehmann *et al.*, (2003) menyatakan bahwa biochar sekam padi memiliki nilai pH 8.11 unit dan KTK sebesar 46.9 me/100 g. Cheng *et al.*, (2007) menyatakan bahwa stabilitas biochar yang sudah ada di dalam tanah tidak akan dipengaruhi oleh perubahan suhu.

Para ahli belum memiliki penjelasan lebih jauh bagaimana biochar menyediakan unsur hara bagi tanaman. Akan tetapi dapat diketahui bahwa dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan, biochar lebih berperan sebagai soil conditioner yang membuat unsur hara lebih

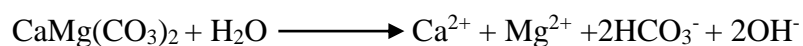
tersedia bagi tanaman dan memperbaiki struktur tanah. Biochar memiliki luas permukaan dan jumlah pori yang tinggi sehingga mempunyai kemungkinan besar untuk menyediakan habitat untuk mikroorganisme tanah, sehingga berdampak pada ketersediaan unsur hara yang lebih tinggi bagi tanaman (Wilson, 2014). Tingginya ketersediaan hara bagi tanaman merupakan hasil dari bertambahnya nutrisi secara tidak langsung dari biochar dan meningkatnya retensi hara (Chan *et al.*, 2008). Lehmann *et al.*, (2003) dengan penelitian pot menggunakan tanaman kacang tunggak (*Vigna unguiculata L.*) dan padi (*Oryza sativa L.*) menyatakan bahwa penambahan biochar mampu meningkatkan pertumbuhan dan nutrisi tanaman.

Di Indonesia potensi penggunaan biochar cukup besar, karena bahan baku seperti kayu, tempurung kelapa, sekam padi, dan tanaman bakau cukup tersedia. Pembuatan arang cukup dikenal masyarakat Indonesia, namun belum dimanfaatkan sebagai pembenah tanah. Penggunaan bahan pembenah tanah dengan bahan baku sisa-sisa hasil pertanian yang sulit terdekomposisi merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh untuk mempercepat peningkatan kualitas sifat fisik tanah dalam pemanfaatan lahan sebagai sumber pangan sehingga produksi tanaman dapat ditingkatkan (Lehmann, 2007).

Bahan dasar yang digunakan dalam pirolisis dapat berupa berbagai jenis dan bentuk biomassa. Residu biomassa pertanian atau kehutanan, termasuk potongan kayu, tempurung kelapa, tongkol jagung, sekam padi atau kulit buah kacang-kacangan, kulit kayu, sisa-sisa usaha perikanan, limbah industri tebu, sisa usaha penyulingan, dan bahan organik daur ulang lainnya (Yaman, 2004). Pada saat ini residu tanaman paling potensial untuk pembuatan biochar adalah sekam padi (Gadde *et al.*, 2007).

Pengapuran adalah pemberian kapur ke dalam tanah yang bertujuan untuk meningkatkan dan memperbaiki sifat-sifat fisika dan kimia tanah sehingga kondisi tanah tersebut produktif untuk tumbuh dan berkembangnya suatu tanaman serta mampu meningkatkan produksi tanaman. Pengapuran merupakan salah satu cara yang sudah lama dikenal dan diterapkan untuk mengatasi pengaruh buruk oleh kemasaman tanah yang tinggi. Pemberian kapur dapat menurunkan kemasaman tanah sampai tingkat yang tidak membahayakan bagi pertumbuhan tanaman. Pemberian dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ dapat menyebabkan desorpsi P sehingga P-tersedia akan meningkat (Winarso *et al.*, 2009). Dolomit membentuk bubuk berwarna putih kekuningan, dikenal sebagai bahan untuk menaikkan nilai pH tanah. Dolomit adalah sumber Ca dan Mg yang cukup baik masing-masing kandungannya adalah 30% dan 19%. Kelarutannya agak rendah dan kualitasnya sangat ditentukan oleh ukuran butiran. Semakin halus butirannya akan semakin baik kualitasnya karena semakin halus akan semakin mudah larut di dalam tanah. Selain itu, dolomit banyak digunakan karena relatif murah

dan mudah didapat. Dalam pemanfaatannya tidak meninggalkan residu yang merugikan bagi tanah, tanaman dan lingkungan. Apabila nilai pH tanah telah meningkat karena pengapuran, maka kation aluminium akan mengendap sehingga tidak lagi merugikan tanaman (Safuan, 2002). Yasin *et al.* (2014) melaporkan bahwa pemberian kapur $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ sebanyak 4 ton/ha dapat meningkatkan kesuburan kimia Inceptisol di Alahan Panjang. Dilihat dari kemasaman tanah, pemberian 4 ton/ha kapur $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ mampu meningkatkan nilai pH tanah dari 5.69 menjadi 6.54 unit. Meningkatnya nilai pH dan berkurangnya Al-dd di dalam tanah dengan pemberian kapur jelas berhubungan dengan ion OH^- yang disumbangkan oleh reaksi kapur di dalam tanah, yang ditunjukkan seperti reaksi dibawah ini:



2.3. Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dan Syarat Tumbuhnya

Kopi Arabika merupakan tanaman berbentuk semak atau pohon kecil yang memiliki tinggi 5 m sampai 6 m dan memiliki diameter 7 cm saat tingginya setinggi dada orang dewasa. Kopi Arabika dikenal oleh dua jenis cabang, yaitu orthogeotropic yang tumbuh secara vertikal dan plagiogeotropic cabang yang memiliki sudut orientasi yang berbeda dengan batang utama. Selain itu, kopi Arabika memiliki warna kulit abu-abu, tipis, dan menjadi pecah-pecah dan kasar ketika tua. Biji kopi terdiri atas kulit biji dan lembaga. Lembaga atau sering disebut endosperm merupakan bagian yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat kopi (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) termasuk ke dalam genus *Coffea* dengan famili *Rubiaceae* (suku kopi – kopian). Tanaman kopi Arabika merupakan jenis tanaman berkeping dua (dikotil) dan memiliki akar tunggang. Pada akar tunggang, ada beberapa akar kecil yang tumbuh ke samping (melebar) yang sering disebut akar lateral. Pada akar lateral ini terdapat akar rambut, bulu-bulu akar, dan tudung akar (Panggabean, 2011).

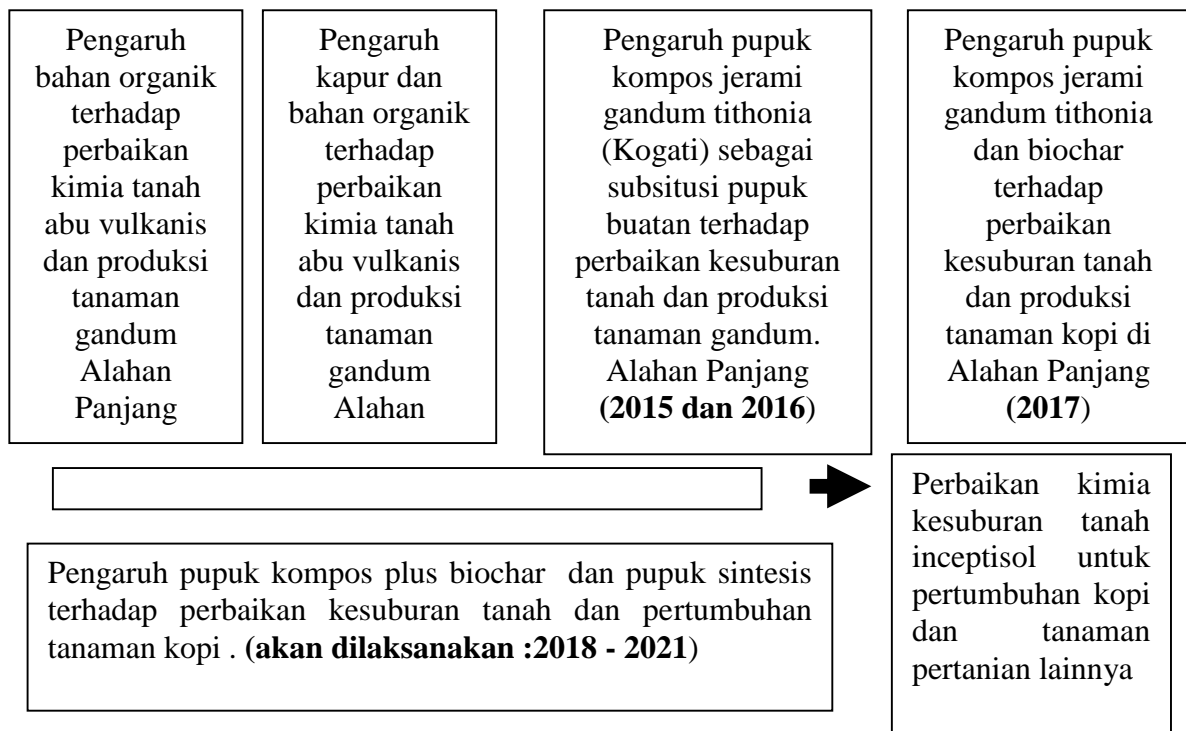
Ketinggian tempat yang sesuai untuk pertumbuhan kopi Arabika berada pada sekitar 700 – 1.700 meter di atas permukaan laut (mdpl). Jika berada pada ketinggian < 700 mdpl, maka kopi Arabika akan mudah terserang penyakit *Hemileia vastatrix*. Sedangkan jika berada pada > 1.700 mdpl, akan mengakibatkan produksi kopi Arabika menjadi tidak optimal karena pertumbuhan vegetatif lebih besar dari generatif (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Selain ketinggian curah hujan juga akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman kopi Arabika. Menurut Tim Karya Tani Mandiri (2010), curah hujan minimal untuk pertumbuhan dan perkembangan kopi adalah 1.500 – 2.500 mm/tahun, dengan rata-rata bulan kering 1-3 bulan. Tanaman kopi Arabika cocok dengan keadaan tanah yang memiliki solum yang dalam (± 1.5 m), gembur.

subur, banyak mengandung humus dan tekstur tanah yang baik. Dengan struktur / teksturnya baik pergiliran udara dan air di dalam tanah akan berjalan dengan baik (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Kapasitas air dan kedalaman efektif tanah adalah dua sifat lain yang harus dipertimbangkan. Karena kapasitas air yang memadai lebih membantu untuk mempertahankan evapotranspirasi selama musim kemarau. Sementara dalam tanah memungkinkan pertumbuhan volume akar akan semakin besar sehingga membantu dalam menyerap lebih banyak air dan nutrisi di sekitar perakaran kopi (Teketay, 1999).

Hulupi dan Martini (2013). menyatakan lubang tanam tanaman kopi dibuat 6 bulan sebelum penanaman dengan ukuran panjang x lebar x dalam = 60 cm x 60 cm x 60 cm. Jarak tanam 2.5 m x 2.5 m (tipe tinggi); 5 m x 2.5 m (sistem tanaman campuran). pupuk kandang atau kompos dimasukkan ke dalam lubang tanam dan tutup lubang tanam dengan tanah satu bulan sebelum penanaman. Dosis pemupukan kopi juga akan mempengaruhi kualitas serta kesuburan tanaman kopi. Semakin subur tanah maka buah yang akan dihasilkan juga akan meningkat. Jika menggunakan pupuk kompos dalam satu batang tanaman kopi membutuhkan 4 kg kompos yang diterapkan 2 kali dalam satu tahun (Pujiyanto, 1999).

Roadmap Penelitian

Peneliti telah melakukan serangkaian kajian tentang pengaruh bahan organik/kompos dan kapur terhadap perbaikan sifat kimia tanah inceptisol berbau vulkanis dan produksi tanaman gandum. Penelitian dimulai dengan mencari takaran BO yang paling baik dalam perbaikan kimia tanah kemudian dilanjutkan dengan mengkaji interaksi BO dan kapur dalam perbaikan sifat kimia tanah dan perbaikan pertumbuhan serta produksi tanaman gandum. Namun demikian pupuk Kogati belum mampu mempertahankan kehilangan air tanah pada musim kemarau pada tanah yang bertekstur kasar (lempung berdebu) seperti di Alahan Panjang. Justru itu penggunaan Biochar bersamaan dengan pupuk kompos juga telah dilakukan terhadap perbaikan ciri kimia tanah dan pertumbuhan tanaman kopi. diharapkan akan dapat lebih mempertahankan kandungan air tanah terutama pada musim kemarau. Adapun rangkaian kegiatan penelitian yang sudah dilakukan adalah sebagai berikut



Gambar 1. Road map penelitian bahan organik dan kopi yang sudah dan akan dilakukan

III. METODE PENELITIAN

Percobaan tahun pertama ini merupakan percobaan pot di rumah plastik **Tujuannya** adalah: Untuk mendapatkan komposisi pupuk kompos + Biochar dan takaran pupuk sintesis yang diperlukan untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah Inceptisol dan mendapatkan pertumbuhan tanaman kopi yang optimal.

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Alahan Panjang dan Laboratorium Ilmu tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Penelitian tahun pertama ini mencakup; (1) pengambilan sampel tanah awal. (2). Analisis contoh tanah awal. (3) pembuatan pupuk kompos pupuk kandang sapi dan pembuatan Biochar sekam padi (4). Percobaan pot di Rumah Plastik dan (6). Analisis contoh tanah setelah inkubasi dan Analisis Tanaman.

Penelitian tahun kedua akan dilaksanakan dalam bentuk percobaan plot di lapangan . dengan menerapkan beberapa perlakuan terbaik di Rumah Plastik. Adapun pengamatan yang dilakukan sama seperti percobaan pot di rumah plastik.

Penelitian tahun ketiga akan dilaksanakan pada plot yang sama dengan tahun kedua di lapangan. guna mengetahui efek sisa dari perlakuan yang diberikan pada tahun pertama. Adapun pengamatan yang akan dilakukan sama seperti percobaan pot di rumah plastik .

Penelitian tahun ke empat (4) merupakan penelitian desiminasi kombinasi perlakuan terbaik pada penelitian tahun 1.2 dan 3 pada tiga lokasi yang berbeda di Alahan Panjang. Adapun pengamatan yang dilakukan sama seperti tahun pertama.

3.2. Pelaksanaan percobaan

Rancangan percobaan

Penelitian dilaksanakan di Rumah Plastik. percobaan dirancang menurut faktorial 2 faktor dalam rancangan acak Lengkap dengan 3 ulangan.

Faktor utama adalah formula pupuk kompos dan biochar yang terdiri dari tiga formula yaitu:

PI = Tanpa Pupuk Kompos dan Biochar

PII = Pupuk Kompos dan biochar (50 % Kompos +50 % Biochar)

P III = Pupuk Kompos dan biochar (25 % Kompos +75 % Biochar)

P III = Pupuk Kompos dan biochar (75 % Kompos +25 % Biochar)

Faktor kedua adalah takaran pupuk sintesis yang terdiri dari 5 taraf yaitu:

B0 = Tanpa pupuk

B1 = Pupuk sintesis 5.0 Rekomendasi

B2 = Pupuk sintesis 7.5 Rekomendasi

B3 = Pupuk sintesis 1.0 Rekomendasi

Dengan demikian akan terdapat sebanyak 16 kombinasi perlakuan. dengan total unit percobaan seluruhnya adalah 48 unit percobaan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang telah diberikan. maka dilakukan uji F dan dilanjutkan dengan uji DNMRT pada taraf nyata 5 %.

Pembuatan Kompos

Bahan kompos yang digunakan pupuk kandang sapi. Pupuk kandang dikering anginkan selanjutnya diaduk secara merata di atas terpal lalu diberi bioaktivator dengan merek dagang EM4 dengan takaran 10 ml/liter untuk 10 kg bahan baku dan diaduk sampai homogen. Selanjutnya diinkubasi selama 30 hari sampai didapatkan kompos yang matang dengan ciri fisik ditandai dengan perubahan warna menjadi berwarna coklat tua. lunak dan mudah dihancurkan. tidak berbau menyengat. dan suhu mendekati suhu ruang (25-30°C) serta ciri kimia di tandai dengan rasio C/N <15.

Pembuatan Biochar Sekam Padi

Biochar yang digunakan dari hasil proses pembakaran dengan supply energi terbatas (pirolisis) dari sekam padi. Alat yang digunakan adalah terbuat dari drom besi yang berfungsi untuk menyalurkan panas. Bahan bakar yang digunakan dalam proses pembuatan biochar adalah kayu dan batok kelapa . Kayu bakar dan batok kelapa yang sudah kering disiram dengan minyak tanah agar memudahkan proses pembakaran. Segera ditutup dengan alat pembuatan arang setelah kayu atau batok kelapa terbakar. kemudian ditutup alat pembuatan biochar dengan menggunakan sekam padi hingga alat tertutup kira-kira setengah dari tingginya. Apabila berkurang dapat ditambahkan bahan bakar dari bagian atas alat. Ditunggu hingga keluar asap putih dari cerobong alat. Selanjutnya. diaduk sekam padi sampai tercampur rata. setelah sekam padi berubah warna menjadi hitam. arang disiram dengan air hingga apinya padam. Kemudian arang dibiarkan hingga dingin untuk dapat diaplikasikan.

Persiapan Tempat Percobaan

Percobaan ini akan dilaksanakan di rumah plastik di desa Batu Bagirik Alahan Panjang Kecamatan Lembah Gumanti. Tempat yang dijadikan sebagai lokasi percobaan dibersihkan dari sampah-sampah dan selanjutnya dilakukan persiapan polibag/pot untuk penanaman bibit tanaman kopi.

Pengambilan Sampel Tanah Percobaan Pot

Inceptisol yang di gunakan untuk percobaan diambil secara komposit pada kedalaman 0-40 cm dari permukaan tanah. Kemudian sampel tanah dikering anginkan, dihaluskan kemudian diayak dengan ayakan 2 mm dan di aduk hingga homogen. Kadar air tanah di tetapkan. kemudian sampel yang sudah diayak dimasukkan kedalam polibag masing-masingnya setara 8 kg tanah setara berat kering mutlak (BKM)

Pemberian Perlakuan

Tanah pada setiap polibag diberi kapur dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ dengan takaran 16 g/polibag setara dengan 4 ton/ha . kemudian diaduk sampai homogen. Setelah pemberian kapur, ditambahkan kompos dan biochar dengan takaran sesuai dengan perlakuan. kemudian diaduk hingga rata setelah itu dimasukan kedalam polibag lalu tambahkan air hingga kapasitas lapang dan diinkubasi selama 15 hari. Setelah masa inkubasi selesai, dilakukan pengambilan sampel tanah untuk di lakukan analisis perubahan ciri kimia tanah.

Penanaman

Tanaman kopi yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman yang berumur tiga bulan. tanaman dipilih yang berkualitas baik yang tidak terserang hama dan penyakit. Penanaman dilakukan dengan memindahkan tanaman dari polibag kecil ke polibag besar yang telah diberi perlakuan. dengan cara membuat lubang di polibag besar seukuran dengan diameter pada polibag kecil kemudian disayat polibag kecil menggunakan pisau dengan hati-hati dari bawah keatas agar mudah dilepas. Selanjutnya dimasukkan tanaman yang berumur 3 bulan beserta tanahnya kedalam lubang pada polibag besar. Kemudian ditekan tanah disekeliling lubang agar lebih padat.

Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman kopi yang akan dilakukan meliputi penyiraman, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan sebanyak dua kali sehari sampai kapasitas lapang yaitu pada pagi dan sore hari. Penyiangan dilakukan pada saat ada gulma yang tumbuh di dalam polibag yang ditanam tanaman kopi dengan cara dicabut dan dibenamkan lagi ke dalam tanah dalam polibag.

Pemupukan dilakukan untuk memacu pertumbuhan tanaman dengan memberikan pupuk sesuai perlakuan. Pemupukan dilakukan pada saat penanaman pemindahan bibit dengan dosis rekomendasi adalah 20 gram Urea, 10 gram SP-36 dan 10 gram KCl. Pada bulan ketiga dengan dosis 30 gram Urea, 15 gram SP-36 dan 15 gram KCl (Puslitkoka, 2006).

Pada pengendalian hama dan penyakit dalam percobaan dilakukan dengan pemberian pestisida Dithane-45 pada saat tanaman terserang penyakit karat daun pada umur 12 minggu setelah tanam (MST) dengan dosis 1g/liter.

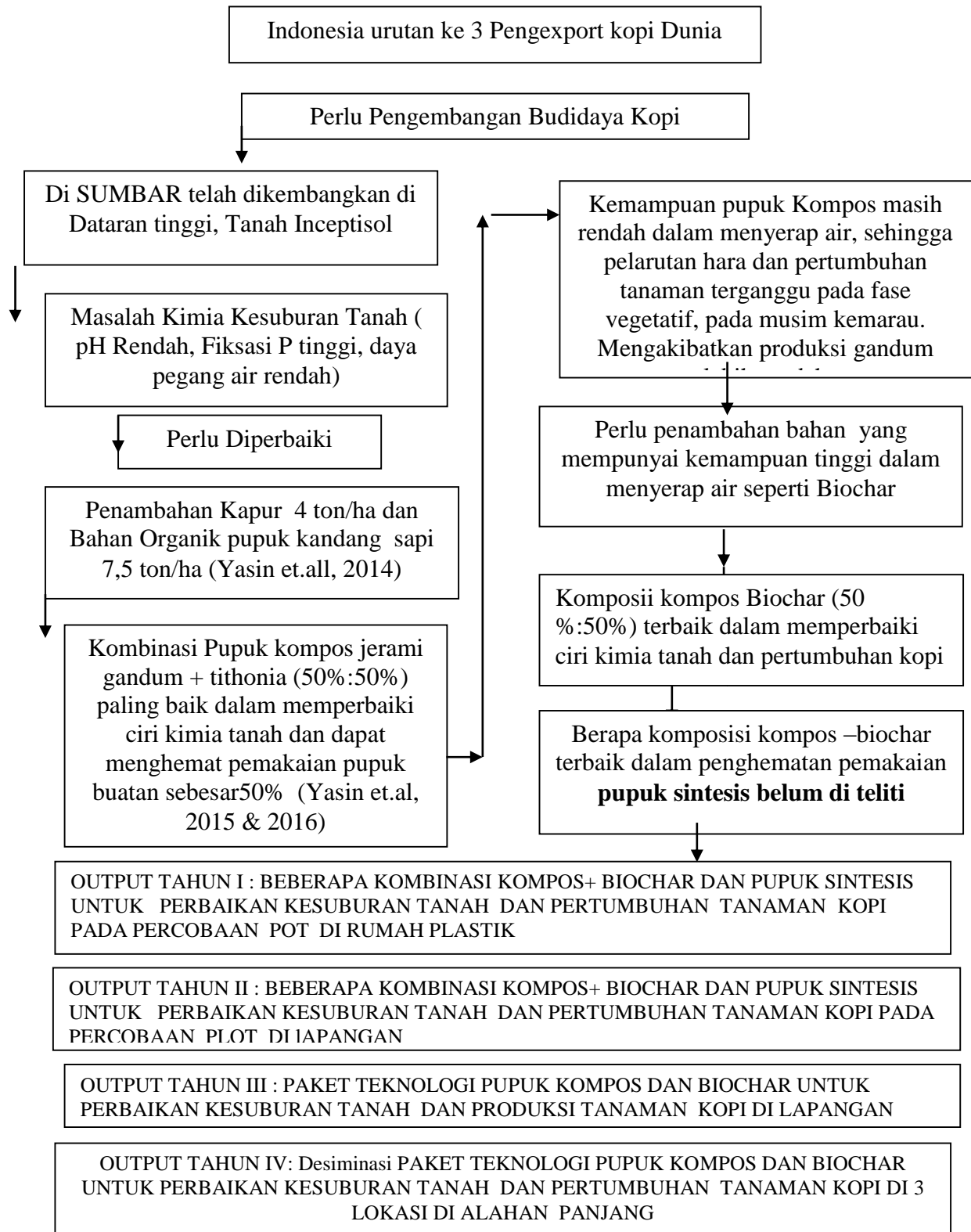
Pengamatan Tanah

Pengamatan terhadap tanah dilakukan meliputi analisis tanah awal dan setelah inkubasi. Analisis kimia tanah meliputi analisis pH (pH H₂O 1:2 dan pH KCl 1:2) yang diukur dengan pH meter. N-total dengan metoda Kjeldahl. P-tersedia dengan metoda Bray II. Al-dd dengan metoda Volumetrik. Kapasitas Tukar Kation (KTK) dengan Ammonium asetat 1 N pH 7. kation K, Ca dan Mg-dd dengan metoda pencucian dengan Ammonium asetat 1 N pH 7. dan C-Organik dengan metoda Walkley and Black.

Pengamatan Tanaman

Pengamatan terhadap tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, kadar hara N, P, dan K.

BAGAN ALIR PENELITIAN TAHUN 1 - 4



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisis Kompos Pupuk Kandang Sapi dan Biochar Sekam Padi.

Berdasarkan hasil analisis beberapa parameter kimia kompos dan biochar, terdapat perbedaan kandungan unsur hara di dalam masing-masing bahan utama yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kompos Pupuk Kandang Sapi dan Biochar Sekam Padi

Parameter	Bahan Baku	
	Kompos	Biochar
Kadar Air	56.06	76.70
pH	7.67	7.88
N-total (%)	3.41	1.50
C-total (%)	37.37	31.87
Nisbah C/N	11.26	22.14
KTK (me/100 g)	80.81	71.60

Dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa rasio C/N yang didapat pada kompos sebesar 11.26. rasio C/N adalah nilai perbandingan yang menunjukkan jumlah karbon (C) dan nitrogen (N) pada tanaman. Ismayana et al.. (2012) menyatakan kompos dengan rasio C/N rendah akan banyak mengandung amoniak (NH₃-) yang dihasilkan oleh bakteri nitrifikasi. Senyawa ini dioksidasi lebih lanjut menjadi nitrit dan nitrat yang dapat diserap tanaman. Pada Tabel 1 juga dapat dilihat kandungan N-total pada kompos lebih tinggi dibandingkan dengan biochar hal ini disebabkan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kompos yaitu pupuk kandang sapi yang tinggi akan kandungan nitrogen (N). fosfor (P). kalium (K) dan kalsium (Ca). Selanjutnya pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa biochar mempunyai cadangan karbon (C) yang tinggi serta nilai pH yang sangat baik untuk pertumbuhan tanaman. Biochar memiliki permukaan yang luas sehingga memiliki daya serap yang tinggi dan bertindak sebagai media untuk mikroorganisme dalam proses dekomposisi dalam tanah (Lehman *et al.*. 2003).

4.2. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Awal di Daerah Batu Bagirik Alahan Panjang

Hasil analisis sifat kimia tanah awal di daerah Alahan Panjang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Awal di Daerah Batu Bagirik Alahan Panjang

Parameter	Satuan	Nilai	Kriteria
pH H ₂ O (1:2)	-	5.30	Masam
pH KCl (1:2)	-	5.26	Masam
Al-dd	me/100 g	0.58	-
P-tersedia	ppm	11.34	Rendah
C-Organik	%	1.89	Rendah
N-total	%	0.19	Rendah
C/N	-	9.95	Sangat rendah
KTK	me/100 g	23.05	Sedang
Ca-dd	me/100 g	2.53	Rendah
Mg-dd	me/100 g	2.39	tinggi
K-dd	me/100 g	0.26	Rendah
Na-dd	me/100 g	0.28	Rendah
Tekstur			Kelas tekstur
Pasir	%	16.98	liat
Debu	%	24.16	
Liat	%	58.85	

* Sumber : Staf Pusat Penelitian Tanah (1983 cit Hardjowigeno. 2003)

Hasil analisis tanah awal disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan analisis tanah Tabel 2 menunjukkan bahwa tanah yang digunakan untuk penelitian ini secara keseluruhan dapat dikatakan mempunyai tingkat kesuburan yang rendah. Dari beberapa analisis tanah seperti pH masam. C-organik. N-total dan nisbah C/N berkisar sangat rendah hingga rendah. sedangkan kapasitas tukar kation termasuk sedang. Tanah yang digunakan dalam penelitian tergolong masam (5.30) dan memiliki nilai pH KCl 5.26. Berdasarkan sifat kimia tanah awal menunjukkan bahwa hasil yang di dapat tidak jauh berbeda dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Setiawan (2017) pada lokasi yang sama dengan nilai pH 5.53 (masam). Hal ini disebabkan bahan induk tanah pada lokasi ini tergolong tuf volkan intermediet. serta disebabkan juga dengan tingginya curah hujan yang mencapai 2.493 mm/tahun (BMKG Sicincin. 2015).

Perbedaan antara nilai pH aktif dan potensial pada tanah ini sebesar 0.04 unit. Hal ini mengindikasikan bahwa tanah ini memiliki sifat penyangga yang tidak terlalu besar, sehingga dibutuhkan kapur yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan tanah bereaksi masam lainnya. Dengan demikian, perlu ditambahkan bahan amelioran kapur untuk menekan Aluminium dalam tanah dan meningkatkan pH tanah tersebut agar kesuburan tanahnya meningkat. Tanah di Daerah Alahan Panjang juga memiliki kandungan P tersedia yang rendah. Ketersediaan P yang rendah disebabkan oleh rendahnya nilai pH dan bereaksi masam. Unsur P menjadi sulit tersedia apabila pH rendah. pH rendah didominasi oleh ion Al. Aluminium dalam larutan tanah diduga dapat menjerap Al dalam bentuk Al-P sehingga kelarutannya dalam tanah menjadi berkurang. Tan (1995) mengemukakan bahwa kondisi tanah yang masam menyebabkan ion fosfat akan bereaksi cepat dengan Al-Oktahedral pada struktur liat, yaitu dapat menggantikan gugus OH⁻ yang terletak pada permukaan liat. Reaksi tersebut menghasilkan ikatan yang sangat kuat dengan ion fosfor (P), akibatnya sangat sedikit ion fosfor (P) yang dapat dilepaskan kembali.

Pada Tabel 2 dapat dilihat kandungan C-organik tanah tergolong rendah, diikuti dengan persentase N-total yang rendah. Rendahnya nilai C-organik dan N-total disebabkan rendahnya kandungan bahan organik tanah. Akibatnya, tanah menjadi miskin dan unsur hara terutama N menjadi lebih mudah hilang akibat proses pencucian dan penguapan ke atmosfer. Hal ini menunjukkan bahwa tanah ini memiliki tingkat kesuburan yang rendah dan unsur hara menjadi sulit tersedia, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan status kesuburan tanah dengan memberikan amelioran yang berasal dari biochar dan kompos serta beberapa takaran pupuk kimia.

4.3. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Setelah Inkubasi dengan Pemberian Kompos Pupuk Kandang Sapi Dan Biochar Sekam Padi

Pengamatan beberapa sifat kimia tanah setelah inkubasi meliputi : pH H₂O, KCl (1:2), Al-dd (me/100g), P-tersedia (ppm), C-organik (%), N-total (%), KTK(me/100g), K-dd (me/100g), Ca-dd (me/100g), dan Mg-dd (me/100g), dan Na-dd (me/100g). Hasil analisis perubahan sifat kimia tanah setelah inkubasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis sifat kimia tanah setelah inkubasi dengan pemberian kompos pupuk kandang sapi dan biochar sekam padi

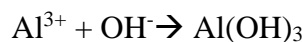
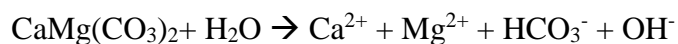
Perlakuan	pH (1:2)		Al-dd	P-tersedia	C-Organik	N-total	KTK	Ca-dd	Mg-dd	K-dd	Na-dd
	H ₂ O	KCl	(me/100 g)	(ppm)	(%)	(%)	(me/100 g)	(me/100 g)			
Kontrol	5.38 m	5.28 m	0.59	11.71 r	2.73 s	0.27 s	23.04 s	2.54 r	2.40 t	0.27 r	0.28 r
P0-1	5.35 m	5.30 m	tu	15.67 s	4.59 t	0.26 s	32.00 t	2.53 r	2.49 t	0.31 r	0.22 r
P0-2	5.47 m	5.32 m	tu	17.57 s	4.56 t	0.30 s	33.52 t	3.06 r	2.90 t	0.35 r	0.30 r
P0-3	5.54 am	5.28 m	tu	18.58 s	4.55 t	0.30 s	31.55 t	3.21 r	3.30 t	0.37 r	0.33 r
P0-4	5.56 am	5.33 m	tu	20.90 s	5.43 st	0.33 s	31.92 t	2.70 r	3.58 t	0.39 r	0.35 r
Rata-rata	5.48	5.31		18.18	4.78	0.30	32.25	2.88	3.07	0.36	0.30
P1-1	6.07 am	5.65 am	tu	19.81 s	5.24 st	0.26 s	35.38 t	2.67 r	3.29 t	0.27 r	0.28 r
P1-2	6.09 am	5.64 am	tu	22.32 s	5.48 st	0.29 s	35.36 t	2.98 r	3.33 t	0.28 r	0.28 r
P1-3	6.11 am	5.62 am	tu	28.74 s	5.97 st	0.25 s	34.82 t	3.31 r	3.83 t	0.31 r	0.33 r
P1-4	6.16 am	5.63 am	tu	31.00 s	6.06 st	0.27 s	38.91 t	3.47 r	3.93 t	0.34 r	0.32 r
Rata-rata	6.11	5.64		25.47	5.69	0.27	36.12	3.11	3.60	0.30	0.30
P2-1	6.32 am	5.65 am	tu	32.18 s	6.72 st	0.29 s	38.36 t	3.29 r	2.77 t	0.31 r	0.37 r
P2-2	6.34 am	5.68 am	tu	31.92 s	6.27 st	0.29 s	35.62 t	3.34 r	3.37 t	0.36 r	0.40 s
P2-3	6.25 am	5.72 am	tu	35.04 s	6.41 st	0.29 s	38.64 t	3.64 r	3.80 t	0.41 s	0.42 s
P24	6.41 am	5.70 am	tu	39.01 t	5.94 st	0.31 s	39.17 t	3.11 r	3.99 t	0.36 r	0.44 s
Rata-rata	6.33	5.69		34.54	6.34	0.30	37.95	3.35	3.48	0.36	0.41
P3-1	6.42 am	5.79 am	tu	40.11 t	6.91 st	0.31 s	38.91 t	3.47 r	3.49 t	0.29 r	0.42 s
P3-2	6.41 am	5.90 am	tu	42.36 t	7.14 st	0.33 s	38.09 t	3.64 r	3.78 t	0.32 r	0.47 s
P3-3	6.36 am	5.74 am	tu	47.06 t	7.23 st	0.33 s	39.48 t	3.84 r	4.11 t	0.36 r	0.51 s
P3-4	6.43 am	5.80 am	tu	48.55 t	7.26 st	0.36 s	39.20 t	4.16 r	4.16 t	0.42 s	0.53 s
Rata-rata	6.41	5.81		44.52	7.14	0.33	38.92	3.78	3.89	0.35	0.48

Keterangan : m: masam. am: agak masam. tu: tidak terukur. t: tinggi. st: sangat tinggi. s: sedang. r: rendah

1. Kemasaman Tanah (pH) dan Al-dd pada Inceptisol

Hasil pengukuran kemasam tanah pada Inceptisol sesudah inkubasi disajikan pada Tabel 3. Peningkatan nilai pH antara tanah setelah inkubasi (kontrol) dan sebelum inkubasi sebesar 0.08 unit (5.30 menjadi 5.38). Peningkatan terjadi karena tanah yang telah diinkubasi mengalami proses dekomposisi komponen organik yang berasal dari tanah awal melalui aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Aktivitas mikroorganisme dalam tanah meningkat dengan meningkatnya tingkat kelembaban pada tanah. Proses dekomposisi ini menghasilkan ion OH⁻ yang mampu meningkatkan nilai pH tanah. Siregar (2017) melaporkan bahwa masa inkubasi mempengaruhi laju dekomposisi senyawa organik dan kation basa yang menyebabkan peningkatan pH tanah. Peningkatan pH tanah pada perlakuan kontrol juga menurunkan konsentrasi Al. Penurunan konsentrasi Al dikarenakan terjadi peningkatan konsentrasi OH⁻ sehingga menurunkan Al sebesar 0.01 me/100 g.

Pada Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan pH tanah pada perlakuan penambahan kapur (P0). Peningkatan pH tanah disebabkan oleh kapur yang diaplikasikan bereaksi dengan air melalui proses hidrolisis. Pemberian kapur juga dapat menurunkan konsentrasi Al dalam tanah hingga tidak terukur. Hasil reaksi ini menghasilkan hidroksida yang dapat mengikat Al dalam bentuk Aluminium Hidroksida sehingga dapat meningkatkan pH tanah dan mengendapkan Al dalam larutan tanah. Dengan reaksi sebagai berikut :



Pada Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan pH H₂O pada pemberian formulasi biochar sekam padi dan kompos. Hasil pengukuran tingkat kemasaman tanah (pH H₂O) setelah inkubasi disajikan pada Tabel 3. Pemberian bahan organik berupa pupuk kompos dan biochar mampu meningkatkan nilai pH tanah. Peningkatan pH terjadi pada semua perlakuan yang diberikan. Pada formulasi 50% kompos dan 50% biochar mampu meningkatkan pH tanah hingga 0.95 unit (5.41 menjadi 6.11). Pada formulasi 25% kompos dan 75% biochar terjadi peningkatan sebesar 0.94 unit (5.38 menjadi 6.33). dan pada formulasi 75% kompos dan 25% biochar terjadi peningkatan sebesar 1.03 unit (5.38 menjadi 6.41).

Pada formulasi 75% kompos dan 25% biochar menunjukkan perubahan nilai pH yang paling tinggi daripada perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan kompos yang diberikan bereaksi netral dan dapat menyumbangkan hidroksida akibat proses dekomposisi dan mineralisasi kompos selama proses pengomposan. Hidroksida yang diberikan akibat proses dekomposisi kompos dapat menurunkan konsentrasi H⁺ dalam larutan tanah sehingga pH tanah dapat

meningkat. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Suntoro (2001) bahwa peningkatan nilai pH tanah terjadi apabila bahan organik yang ditambahkan telah terdekomposisi (matang). Tan (2010) juga mengemukakan bahwa asam-asam organik yang dihasilkan dalam proses dekomposisi kompos bersifat asam lemah yang berfungsi sebagai penyangga reaksi di dalam tanah. Kenaikan nilai pH tanah juga disebabkan oleh kation-kation basa seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , dan Na^+ yang disumbangkan selama proses dekomposisi bahan organik. Sehingga dengan meningkatnya konsentrasi ion OH^- dapat meningkatkan nilai pH tanah. Penambahan biochar ke dalam tanah berpengaruh terhadap peningkatan nilai pH tanah karena biochar memiliki permukaan muatan negatif yang luas sehingga mampu menyerap kation-kation basa. Kemampuan biochar dalam mempengaruhi nilai pH tanah juga disebabkan karena biochar memiliki butiran yang tersusun rapi dan homogen dengan jumlah kerangka stabil yang banyak. Membuat biochar dapat menyerap kation-kation basa lebih banyak sehingga mampu meningkatkan nilai pH tanah.

Pemberian 75% kompos dan 25% biochar juga dapat meningkatkan nilai pH potensial dalam kompleks jerapan tanah. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaplikasian bahan amelioran berupa kompos dan biochar dapat meningkatkan pH tanah hingga mendekati netral sehingga unsur hara dalam tanah memiliki ketersediaan yang lebih tinggi yang berguna untuk pertumbuhan tanaman.

2. Kandungan C-Organik dan N-total

Pemberian bahan organik berupa kompos pupuk kandang sapi dan biochar dapat meningkatkan C-Organik dan N-total tanah. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan C-organik dalam tanah akibat pemberian kompos dan biochar. Peningkatan C-organik pada perlakuan kontrol terjadi sebesar 0.84% dari tanah awal (1.89% menjadi 2.73%). Hal ini dikarenakan proses inkubasi tanah dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah sehingga menyumbangkan karbon dalam tanah. Pada pemberian kapur dan tanpa bahan organik terjadi peningkatan C-Organik sebesar 2.05% dari tanah awal (2.73% menjadi 4.78%). Peningkatan ini terjadi karena adanya penambahan kapur. Sehingga pH tanah meningkat. Peningkatan pH tanah dapat mendukung aktivitas mikroorganisme. Aktivitas mikroorganisme dapat menghasilkan CO_2 baik dari hasil respirasi dan mikroorganisme yang sudah mati. Sabrina (2016) menyatakan bahwa organisme tanah berumur pendek terutama mikroorganisme tanah pada akhirnya menjadi sumber bahan organik dan akan dikonsumsi serta didekomposisi oleh organisme tanah lainnya.

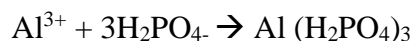
Selanjutnya penambahan bahan organik dengan persentase 50% kompos dan 50% biochar mampu meningkatkan persentase C-Organik sebesar 2.96 % dari perlakuan kontrol (2.73% menjadi 5.69%). Pada perlakuan 25% kompos dan 75% biochar meningkatkan C-Organik sebesar 2.99% dari perlakuan kontrol (2.73% menjadi 6.72%). Pada formulasi 25% biochar dan 75% kompos meningkatkan C-Organik sebesar 3,61% dari perlakuan kontrol (2.73% menjadi 6.34%). Peningkatan C-Organik terjadi seiring dengan peningkatan persentase kompos yang diberikan. Hal ini terjadi karena pengaplikasian bahan organik berupa kompos dan biochar yang telah mengalami dekomposisi menghasilkan sejumlah senyawa karbon seperti CO_2 , CO_3^- , HCO_3^- , CH_4 , dan C (Bertham, 2002 *cit* Septyani, 2017). Di antara senyawakarbon yang sederhana tersebut, CO_2 adalah yang paling banyak, yaitu sekitar 58% (Brady dan Weil, 2002). Karbondioksida dan metan digunakan oleh bakteri fotosintetik dan merubahnya menjadi substrat yang bermanfaat, apabila bakteri fotosintetik tersebut mati dan kemudian melapuk, akan menghasilkan karbon organik dalam tanah. Soembroek (1993) *cit* Yasin (2010) mengemukakan pada umumnya bahan organik mengandung lebih dari 90 % jaringan yang mengandung unsur C, sehingga penambahannya ke dalam tanah mampu meningkatkan kandungan C-organik tanah.

Seiring dengan peningkatan kandungan C-organik dalam tanah, Kandungan N-total juga mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa Seiring dengan peningkatan kandungan C-organik dalam tanah, kandungan N-total juga mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. Dapat dilihat pada Tabel 3 pemberian 50% kompos dan 50% biochar mampu meningkatkan N-total sebesar 0.03 % dari perlakuan tanpa pemberian bahan organik (0.24 % menjadi 0.27 %). Pada pemberian 25% kompos dan 75% biochar mampu meningkatkan N-total sebesar 0.06% dari perlakuan tanpa pemberian bahan organik (0.24% menjadi 0.30%). dan pada perlakuan 25% biochar dan 75% kompos mampu meningkatkan N-total sebesar 0.09% dari perlakuan tanpa pemberian bahan organik (0.24% menjadi 0.33%) akan tetapi masih pada kriteria yang sama yaitu sedang. Peningkatan yang terjadi menunjukkan bahwa pemberian kompos dengan persentase lebih tinggi mampu meningkatkan kandungan N-total lebih besar daripada perlakuan biochar. Hal ini terjadi karena jumlah N-total pada biochar lebih rendah dibandingkan N-total pada kompos pada Tabel 1. Peningkatan kandungan N-total disebabkan biochar mampu menahan nitrogen (N) dalam tanah sehingga nitrogen (N) tidak mudah tercuci atau terbawa aliran air (Steiner *et al.*, 2007). Kompos yang telah mengalami proses dekomposisi dan mineralisasi menghasilkan N, maka N dalam tanah diubah menjadi N dalam bentuk anorganik (NO_3^- atau NH_4^+) yang merupakan penyumbang N di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hasanudin (2003) *cit*

Septyani (2017) peningkatan N-total tanah diperoleh langsung dari hasil dekomposisi bahan organik yang menghasilkan ammonium (NH_4^+) atau nitrat (NO_3^-). Selanjutnya Brady dan Weil (2002) menyatakan bahwa bahan organik merupakan sumber unsur N, P, dan S.

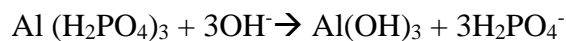
3. Kandungan P-tersedia

Pada Tabel 3 dapat dilihat kandungan P-tersedia mengalami peningkatan pada setiap pemberian perlakuan. Peningkatan kandungan fosfor (P) dalam tanah sejalan dengan adanya peningkatan nilai pH tanah. Semakin mendekati netral pH tanah maka ketersediaan fosfor (P) akan semakin meningkat. Pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik dan penambahan kapur terjadi peningkatan P sebesar 6.47 ppm dari tanah kontrol yang tidak dikapur (11.71 ppm menjadi 18.18 ppm). Peningkatan kandungan Fosfor (P) dalam tanah dikarenakan adanya pemberian kapur dolomit. Tan (1998) menyatakan bahwa Kapur dapat menghasilkan sejumlah ion hidroksida sehingga menggantikan Aluminium yang mengikat P (Al-P) seperti pada reaksi berikut :



P terfiksasi dan menjadi sukar larut

Kapur yang mengalami reaksi hidrolisis akan menghasilkan hidroksida. Sehingga dapat dinyatakan dengan reaksi sebagai berikut :



Selanjutnya pada pemberian 50% kompos dan 50% biochar mampu meningkatkan ketersediaan P hingga 13.76 ppm (11.71 ppm menjadi 25,47 ppm). Pada pemberian 25% kompos dan 75% biochar mampu meningkatkan ketersediaan P hingga 23.83 ppm (11.71 ppm menjadi 35.54 ppm). Selanjutnya pada pemberian 75% kompos dan 25% biochar mampu meningkatkan ketersediaan P hingga 32.81 ppm (11.71 ppm menjadi 44,52 ppm). Hal ini dikarenakan terjadi peningkatan nilai pH tanah. Artinya semakin mendekati netral nilai pH tanah maka kandungan P-tersedia juga semakin tinggi. Peningkatan nilai pH tanah sampai keadaan netral menyebabkan P yang terfiksasi terlepas dan larut. Sehingga ketersediaannya meningkat (Sudarsono, 2016). Kompos meningkatkan ketersediaan P dalam tanah melalui proses dekomposisi yang menghasilkan CO_2 dan asam-asam organik. Gas CO_2 yang dihasilkan larut dalam air membentuk asam karbonat yang mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah. Sementara itu, Biochar memiliki permukaan negatif yang mampu meretensi fosfor (P) dari bahan mineral. Sujana (2014) menyatakan bahwa gugus fungsional diperoleh dari biochar (akibat proses pengolahan $>300^\circ \text{C}$) menimbulkan partikel-partikel penyusun biochar bermuatan negatif sehingga memiliki kemampuan yang lebih besar dalam mengikat ion-ion.

fosfor (P) yang terdapat dalam biochar akan dilepas secara perlahan sehingga akhirnya fosfor (P) dapat diserap oleh tanaman.

4. Kapasitas Tukar Kation dan Basa-Basa dapat dipertukarkan

Kapasitas Tukar Kation (KTK) merupakan kemampuan tanah dalam menyerap dan mempertukarkan kation di dalam kompleks jerapan tanah. Besar KTK tanah dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanah itu sendiri, diantaranya pH tanah, tekstur atau jumlah liat, jenis mineral liat, bahan organik, pengapuran dan pemupukan (Hakim et al., 1988). Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa KTK mengalami peningkatan setiap perlakuan. Pada perlakuan tanpa pemberian bahan organik terjadi peningkatan KTK sebesar 11.31 me/100 g dari KTK tanah yang tidak diberi kapur (23.04 me/100 g menjadi 32.25 me/100 g). Peningkatan terjadi karena adanya pemberian kapur. Kapur yang bereaksi dengan air menghasilkan OH^- sehingga dapat meningkatkan pH dan menimbulkan muatan negatif. Dengan bertambahnya muatan negatif dalam tanah maka kemampuan untuk menyerap dan mempertukarkan kation juga semakin tinggi (Sudarsono, 2016).

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa dengan pemberian bahan organik berupa 50% kompos dan 50% biochar dapat meningkatkan nilai kapasitas tukar kation (KTK) sebesar 13.98 me/100g dari perlakuan kontrol (23.04 me/100 g menjadi 36.12 me/100 g). selanjutnya pada perlakuan 25% kompos dan 75% biochar dapat meningkatkan nilai KTK sebesar 14.91 me/100 g dari perlakuan kontrol (23.04 me/100 g menjadi 37.95 me/100 g). Pada perlakuan 25% biochar dan 75% kompos dapat meningkatkan KTK sebesar 15.88 me/100 g dari perlakuan kontrol (23.04 me/100 g menjadi 38.92 me/100 g) dan pada perlakuan ini memberikan nilai KTK yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Peningkatan nilai kapasitas tukar kation (KTK) disebabkan pemberian bahan organik berupa biochar dan kompos. Suryadi (1992) dan Wahyudi (2009) juga menyatakan bahwa peningkatan nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah akibat pemberian bahan organik (pupuk kompos) disebabkan meningkatnya muatan negatif dalam tanah. muatan negatif berasal dari gugus karboksil (COO^-) dan hidroksil (OH^-) yang dikandung oleh bahan organik. Hal ini diperkuat oleh pendapat Brady and Weil (2002) yang menyatakan bahwa disosiasi gugus karboksil dan hidroksil dari senyawa organik dapat meningkatkan muatan negatif di dalam tanah. Meningkatnya nilai kapasitas tukar kation (KTK) akibat pemberian biochar mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Liang et al., (2006) juga menyatakan bahwa terdapat dua mekanisme yang menyebabkan terjadinya peningkatan nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah setelah penambahan biochar yaitu (a) adanya luas permukaan yang lebih tinggi pada biochar untuk

menjerap kation-kation. (b) adanya kepadatan muatan yang lebih tinggi pada biochar. Dengan adanya pori mikro pada biochar maka dapat membantu dalam menjerap katio-kation basa seperti K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} dan Na^+ dalam koloid tanah yang pada akhirnya akan meningkatkan nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Tingginya nilai kapasitas tukar kation (KTK) suatu tanah dapat berperan untuk meningkatkan daya sangga tanah dan mampu meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman.

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kandungan basa-basa di dalam tanah yaitu Ca-dd, Mg-dd, K-dd, dan Na-dd mengalami peningkatan pada setiap pemberian perlakuan. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian 50% kompos dan 50% biochar serta 25% kompos dan 75% biochar tidak memberikan peningkatan terhadap peningkatan Kalium jika dibandingkan tidak diberikan bahan organik. Peningkatan K-dd terjadi pada perlakuan 75% kompos dan 25% biochar sebesar 0.08 me/100 g dari perlakuan tanpa pemberian bahan organik. Peningkatan kandungan K dalam tanah terjadi karena proses dekomposisi kompos, kandungan K^+ dalam tanah meningkat serta adanya asam-asam organik yang dibebaskan dari kompos dapat menghasilkan kelarutan K^+ dari tanah dan dapat tersedia bagi tanaman. Tan (2010) menyatakan bahwa Bahan organik yang mengalami proses dekomposisi membebaskan sejumlah unsur K^+ , sehingga kandungan K^+ dalam tanah meningkat dan dapat tersedia bagi tanaman. Pemberian biochar kurang berpengaruh terhadap peningkatan nilai K dalam tanah, hal ini dikarenakan biochar mengandung konsentrasi K yang sedikit selama proses pembuatan biochar. Glaser et al. (2002) menyatakan rendahnya K^+ yang terdapat pada biochar disebabkan pada saat proses pembuatan biochar. Proses pembakaran dengan suhu yang tinggi pada saat pembuatan biochar dapat menghilangkan kalium (K) sebesar 70% akibat terjadinya penguapan, namun pengaplikasian biochar sebagai bahan kombinasi dalam perlakuan bahan organik adalah untuk menahan K dalam tanah sehingga tersedia dalam waktu yang lebih panjang, biochar memiliki struktur yang berpori dan memiliki daya serap yang tinggi sehingga mampu mempertahankan K^+ dalam tanah.

Pada Tabel 3 juga dapat dilihat pemberian bahan organik berupa kompos dan biochar mampu meningkatkan kandungan Ca dalam tanah. Pada perlakuan 50% kompos dan 50% biochar mampu meningkatkan Ca sebesar 0.57 me/100 g dari perlakuan tanpa pemberian bahan organik (2.53 me/100 g menjadi 3.78 me/100 g). Pada perlakuan 25% kompos dan 75% biochar mampu meningkatkan Ca sebesar 1.76 me/100 g dari perlakuan tanpa pemberian bahan organik (2.53 me/100 g menjadi 3.35 me/100 g). Sementara pada perlakuan 25% biochar dan 75% kompos mampu meningkatkan Ca sebesar 1.25 me/100 g (2.53 me/100 g menjadi 3.78 me/100 g).

g). Peningkatan tertinggi terjadi pada perlakuan 25% biochar dan 75% kompos namun masih berada dalam kriteria yang sama. Hal ini dikarenakan kompos menyumbangkan unsur Ca akibat proses dekomposisi dan mineralisasi asam organik. sementara biochar berfungsi sebagai penyimpan unsur hara agar tersedia lebih lama bagi tanaman.

Pemberian bahan organik juga dapat meningkatkan kandungan Mg-dd dalam tanah. Peningkatan tertinggi terjadi pada perlakuan 25% biochar dan 75% kompos. yaitu sebesar 1.00 me/100 g tanah dari perlakuan taanpa pemberian bahan organik (2.49 me/100 g menjadi 3.49 me/100 g) namun masih berada dalam kriteria yang sama. Pemberian bahan organik juga tidak terlalu berpengaruh dalam peningkatan Na dalam tanah. Peningkatan Na tertinggi terjadi pada kombinasi perlakuan 25% biochar dan 75% kompos.

4.4. Pengamatan Tanaman

1. Tinggi Batang pada 12 Minggu Setelah Tanam (MST)

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi dan biochar memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pembibitan kopi. Nurholis *et al.*, (2014) menyatakan bahwa peningkatan pertumbuhan tanaman dan ketersediaan hara pada tanah yang disebabkan adanya pemberian bahan organik ke dalam tanah selanjutnya diserap oleh tanaman, sehingga semakin banyak hara yang tersedia di dalam koloid tanah maka tanaman juga akan menyerap hara tersebut dalam jumlah yang banyak. Hasil uji beda rata-rata untuk parameter tinggi tanaman disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Beda Rata-rata Tinggi Batang Pembibitan Kopi (cm) pada umur 12 MST

Kompos + Biochar	Takaran Pupuk Kimia				Rata-rata
	B0	B1	B2	B3	
P0	34,00	35,67	35,83	36,00	35,58
P1	37,00	40,33	37,67	36,00	37,50
P2	35,00	37,33	37,00	35,33	36,17
P3	37,33	38,67	40,67	41,67	39,59
Rata-rata	35,83	38,00	37,54	37,25	

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRT 5%.

Selanjutnya, berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk kimia dengan berbagai dosis tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pembibitan kopi. Hasil sidik ragam juga menunjukkan bahwa interaksi

pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi dan biochar sekam padi dengan takaran pupuk sintetis tidak nyata terhadap parameter tinggi batang tanaman pembibitan kopi pada umur 12 MST.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa interaksi dalam pemberian pupuk kandang sapi dan biochar serta takaran pupuk sintetis tidak berpengaruh nyata. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pemberian kapur dolomit tanpa dibarengi dengan pemberian bahan organik memberikan pengaruh nyata dalam meningkatkan tinggi batang pembibitan kopi jika dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan terjadi sebesar 1.33 cm (dari 37.00 cm pada kontrol menjadi 36.00 cm pada POB0), sementara pemberian pupuk sintesis memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan tinggi batang bibit kopi. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan sebesar 0.67 cm dari perlakuan tanpa pemberian pupuk sintetis (34.00 cm menjadi 37.00 cm). Selanjutnya, pada pemberian pupuk sintesis sebesar 0,75 R dan 100,0 R tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi batang bibit tanaman kopi jika dibandingkan dengan pemberian pada dosis 0,5 R. Tinggi tanaman terbaik ditunjukkan pada perlakuan bahan organik sebesar 50% kompos dan 50% Biochar yang diiringi dengan penambahan pupuk sintesis sebanyak 50 %.

2. Jumlah Daun pada 12 Minggu Setelah Tanam (MST)

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi dan biochar memberikan pengaruh tidak nyata terhadap peningkatan jumlah daun pembibitan kopi. Selanjutnya, berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk kimia dengan berbagai dosis memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan jumlah daun pembibitan kopi. Hasil sidik ragam juga menunjukkan bahwa interaksi pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi dan biochar sekam padi dengan takaran pupuk sintetis tidak nyata terhadap parameter peningkatan jumlah daun kopi pada umur 5 MST. Hasil uji beda rata-rata untuk parameter jumlah daun disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa pemberian kapur memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah helalain daun jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Peningkatan terjadi sebesar 2.67 helai (14,00 helai menjadi 16,67 helai). Selanjutnya pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi dan biochar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap perlakuan pemberian kapur dan tanpa bahan organik.

Tabel 2. Hasil Uji Beda Rata-rata Jumlah Daun Pembibitan Kopi (helai) pada umur 12 MST

Kompos + Biochar	Takaran Pupuk Kimia				Rata-rata
	B0	B1	B2	B3	
P0	14,67	19,00	21,33	21,33	19,08
P1	19,67	23,33	18,67	19,33	20,25
P2	16,67	23,33	26,67	25,00	22,92
P3	17,00	26,00	28,00	26,00	24,25
Rata-rata	17,00	22,92	23,67	22,92	

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRT 5%

Pemberian pupuk sintesis memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah helaian daun jika dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk sintesis. Peningkatan terjadi sebesar 5,92 helai (17.00 helai pada perlakuan tanpa pupuk sintetis menjadi 22,92 helai pada perlakuan pupuk sintesis 0.5 rekomendasi, namun perlakuan pupuk sintesis pada dosis 0.75 dan 1 rekomendasi tidak berpengaruh nyata dalam peningkatan jumlah daun jika dibandingkan dengan dosis 0.5 rekomendasi. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian bahan organik dapat mengurangi penggunaan pupuk sintesis hingga 50%. Fatimah dan Handarto (2008) menyatakan bahwa peningkatan jumlah daun sangat dipengaruhi oleh unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) selain faktor lingkungan seperti suhu dan cahaya. Gardner *et al.*, (1991) juga menyatakan fungsi daun akan berjalan optimal jika lingkungan mendukung, seperti tersedianya air, cahaya, dan unsur hara yang cukup bagi tanaman. Seperti yang dikemukakan oleh Lakitan (2008) bahwa salah satu unsur hara yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun adalah unsur nitrogen (N). Hal ini disebabkan unsur nitrogen (N) dapat mempercepat proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat dari CO₂ dan H₂O, menghasilkan protein, asam nukleat, sehingga pembentukan organ daun menjadi lebih cepat.

3. Jumlah Cabang pada 12 Minggu Setelah Tanam (MST)

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi dan biochar memberikan pengaruh tidak nyata terhadap peningkatan jumlah batang pembibitan kopi. Selanjutnya, berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk kimia dengan berbagai dosis memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan jumlah cabang pembibitan kopi. Hasil sidik ragam juga menunjukkan bahwa interaksi pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi dan biochar sekam padi dengan takaran pupuk sintetis tidak nyata terhadap parameter peningkatan jumlah cabang kopi

pada umur 12 MST. Hasil uji beda rata-rata untuk parameter jumlah batang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Rata-rata Jumlah cabang Pembibitan Kopi pada umur 12 MST

Kompos + Biochar	Takaran Pupuk Kimia				Rata-rata
	B0	B1	B2	B3	
P0	2,33	3,33	4,33	3,67	3,42
P1	2,33	4,33	4,00	3,33	3,50
P2	3,00	4,00	4,67	4,00	3,92
P3	2,00	5,00	5,67	4,67	4,34
Rata-rata	2,42	4,17	4,67	3,92	

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DNMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian kapur ke dalam tanah memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah batang pada bibit kopi jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian kapur. Peningkatan terjadi sebesar 2,42 unit jumlah cabang (1,00 menjadi 3,42). Selanjutnya, pada perlakuan pemberian bahan organik dengan berbagai formulasi pupuk kandang sapi dan biochar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah cabang bibit kopi jika dibandingkan tanpa pemberian bahan organik, namun pemberian bahan organik memberikan hasil yang lebih baik. Peningkatan terjadi sebesar 10,08 sampai 0,91 unit. Selanjutnya, pemberian pupuk sintetis memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah cabang jika dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk sintetis. Peningkatan terjadi sebesar 1,75 unit (2,42 menjadi 4,17 unit) pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian dosis pupuk sintesis sebesar 0.75 rekomendasi dan 1 rekomendasi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang jika dibandingkan dengan dosis 0.5 rekomendasi.

Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian pupuk sintesis sebesar 0.5 rekomendasi sudah dapat meningkatkan pertumbuhan jumlah cabang bibit kopi jika dibarengi dengan penggunaan bahan organik. Dari seluruh perlakuan dapat disimpulkan bahwa dengan pemberian bahan organik dengan berbagai kombinasi dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia hingga 50%. Hal ini sesuai dengan pernyataan . Ramos et al (2016) melaporkan bahwa bahan organik yang ditambah dengan limbah hewan sebagai sumber hara bagi tanah sangat penting dilakukan untuk mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi jumlah limbah, menjaga kesuburan tanah dan mengurangi penggunaan pupuk kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman. A., Dariah. A., dan Mulyani. A., 2008. *Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional*. J. Litbang Pertanian 27(2):43-49.
- Aisyah. D., Kurniawan. T., Mariam. S., Damayanti. M., Syamusa. T., Yuniarti. A., Trinurami. E., Machfud. Y., 2008. *Pupuk dan Pemupukan*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Unpad Press: Sumedang. 420 hal.
- Barus. J., 2011. *Uji Efektivitas Kompos Jerami dan Pupuk NPK Terhadap Hasil Padi*. J. Agrivigor 10(3): 247-252.
- Cheng. C.H., Lehmann. J., and Engelhard. M. H., 2007. *Natural Oxidation of Black Carbon in Soils: Changes in Molecular Form and Surface Charge Along a Climosequence*. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72:1598–1610.
- Cheng. C.H., Lehmann. J., Thies. J. E., and Burton. S., 2008. *Stability of black carbon in soils across a climatic gradient*. *J. of Geophysical Res. (Biogeosciences)*, in press. 1145.
- Direktorat Jendral Perkebunan., 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia 2013-2015* Kopi. Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta. 83 hal.
- Gadde. B., Menke. C., Siemers. W., and Pipatmanomai. S., 2007. *Technologies for energy use of rice straw: a review*. *International Rice Research Notes* 32(2):5-14.
- Gani. dan Anischan., 2009. *“Arang Hayati “Biochar” sebagai Komponen Perbaikan Produktivitas Lahan.” Iptek Tanaman Pangan* Vol. 4 No. 1.
- Haefele. S.M., 2007. *Rice Today*. April-June 2007. International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines 233-236.
- Hardjowigeno., 1993. *Genesis dan Klasifikasi Tanah*.
- Hulupi. R., dan Martini. E., 2013. *Pedoman Budi Daya dan Pemeliharaan Tanaman Kopi di Kebun Campur*. Puslitkoka dan Agfor Sulawesi. Bogor. 70 hal.
- Ismail. M., dan Basri. A. B., 2011. *Pemanfaatan Biochar Untuk Perbaikan Kualitas Tanah*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh. 60 hal.
- Lehmann. J., da Silva Junior. J. P., C. Steiner. C., Nehls. T., Zech. W., and Glaser. B., 2003. *Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon Basin: Fertilizer, Manure And Charcoal Amendments*. *Plant and Soil*. 249: 343-357 pp.
- Lehmann. J. And Rondon. M., 2006. *Biochar soil management on highly weathered soils in the humid tropics*. p: 517-530 In *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems* (Norman Uphoff et al Eds.). Taylor & Francis Group PO Box 409267 Atlanta. GA 30384-9267.
- Lehmann. J., 2007. *Bioenergy in the black*. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 381-387.
- Pujiyanto., 1999. *Materi Sekolah Lapang Kopi*. Jember : Puslit Koka Indonesia. 122 hal.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (puslitkoka). 2006. *Pedoman Teknis Tanaman Kopi*. Jember 70 budidaya dan pasca panen kopi. 96 hal.

- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016. *Outlok Kopi*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian 2016. Jakarta. 93 hal.
- Relsman. A., Syamsul. S., dan Bambang. H. S. 2006. *Kajian Beberapa Sifat Kimia Inceptisol Pada Toposekuen Lereng Selatan Gunung Merapi Kabupaten Sleman*. Pertanian UGM. Yogyakarta. 101 – 108 pp.
- Sanchez. P.A.. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. Wiley. New York. 334 – 337 pp.
- Steiner. C. 2006. *Slash and char as alternative to slash and burn - soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish a carbon sink*. Ph.D Dissertation. Faculty of Biology, Chemistry and Geo-sciences University of Bayreuth. Germany. 221 – 240.
- Steiner. C., Teixeira. W., Lehmann. J., Nehls. T., De Macedo. J., Blum. W., Zech. W. 2007. *Long Term Effects of Manure, Charcoal and Mineral Fertilization on 41 Crop Production and Fertility on a Highly Weathered Central Amazonian Upland Soil*. Plant and Soil 291: 275-290.
- Subagyo. H., Suharta. N., dan Siswanto. A. B. 2000. *Tanah-tanah Pertanian di Indonesia Dalam Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hal 21-26.
- Tan. K. H. 2010. *Principles of Soil Chemistry Fourth Edition*. CRC Press Taylor and Francis Group. Boca Raton. London. New York. 362 p.
- Teketay. D. 1999. History. *Botany and Ecologica Requirements of Coffee*. *Walia*. 20: 28-50.
- Tim Karya Mandiri. 2010. *Pedoman Bertanam Kopi*. Nuansa Aulia. Bandung. 200 hlm.
- Wilson. K. 2014. *How Biochar Works In Soil*. *the biochar journal 2014*. Switzerland. 13 hal.
- Yasin. S., Ningsih. P., dan Armon. N. 2014. *Pengaruh pemberian Kompos dan Kapur Terhadap Perbaikan Sifat Kimia Tanah Abu Vulkanis Alahan Panjang serta Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Gandum*. Dalam: *Kompilasi Penelitian Gandum Universitas Andalas 2011-2014*. Suliansyah. I Dan I. Caniago (ed). Padang. 985 pp
- Yasin. S., Agustian. I., Darfis. I. 2015 *Pemanfaatan Pupuk KOGATI Sebagai Substitusi Pupuk Buatan Untuk Perbaikan Kesuburan Tanah Abu Vulkanis dan Produksi Tanaman gandum (*Triticum aestivum* L.) di Alahan Panjang*. Laporan Penelitian PUPT-Unand. Padang. 61 hal.
- Yasin. S., Hidayat. M., Iko. M., Darfis. I., dan Gusnidar. 2017 *Pengaruh Komposisi Kompos - Biochar dan kapur terhadap Perbaikan Kesuburan Tanah Inceptisol dan Pertumbuhan Tanaman kopi di Alahan Panjang*. Laporan Penelitian Mandiri. Fak. Pertanian Univ. Andalas Padang.