



**PENGARUH APLIKASI BIOCHAR TONGKOL JAGUNG DIPERKAYA
ASAM NITRAT TERHADAP KADAR C-ORGANIK, NITROGEN, DAN
PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) PADA TINGKAT
KEMASAMAN TANAH**

Oleh

HADI YUANANTO



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2017

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala persyaratan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2017

Hadi Yuananto





LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengaruh Aplikasi Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Asam Nitrat Terhadap Kadar C-Organik, Nitrogen, dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Tingkat Kemasaman Tanah

Nama Mahasiswa : Hadi Yuananto

NIM : 135040200111216

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D

NIP. 19491204 197412 1 001

Diketahui,

a.n. Dekan

Ketua Jurusan Tanah

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU
NIP. 19580214 198503 1 003

Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D
NIP. 19491204 197412 1 001

Penguji III

Penguji IV

Cahyo Prayogo, SP. MP. Ph.D
NIP. 19730103 199802 1 002

Dr. Ir. Retno Suntari, MS
NIP. 19580503 198303 2 002

Tanggal Lulus:

RINGKASAN

HADI YUANANTO. 135040200111216. Pengaruh Aplikasi Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Asam Nitrat Terhadap Kadar C-Organik, Nitrogen dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) pada Tingkat Kemasaman Tanah. Di bawah bimbingan Wani Hadi Utomo.

Kebutuhan pangan di Indonesia yang relatif besar, namun tidak diikuti dengan kondisi lahan optimal yang memadai. Salah satu upaya perbaikan kualitas tanah yang dapat diterapkan adalah penggunaan bahan-bahan yang tergolong sebagai bahan pembenah tanah salah satunya biochar. Biochar adalah produk kaya karbon yang diperoleh saat biomassa yang dipanaskan dalam kondisi terbatas atau tanpa oksigen. Biochar sering digunakan sebagai salah satu alternatif yang disarankan untuk mengatasi kesuburan tanah. Karena berasal dari sisa biomassa tanaman, maka banyak sekali bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku biochar salah satunya yaitu tongkol jagung. Pengaplikasian biochar tongkol jagung pada tanah dengan tanaman jagung dimaksud agar memaksimalkan potensi residu biomassa hasil panen jagung sehingga dapat digunakan kembali sebagai bahan pembenah tanah. Di Indonesia pemanfaatan biochar dari berbagai jenis bahan baku sudah banyak digunakan, namun masih sedikit teknik pengkayaan yang dilakukan terhadap biochar tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari aplikasi biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat terhadap kadar C-Organik, kandungan Nitrogen, dan pertumbuhan vegetatif tanaman jagung pada tingkat kemasaman tanah yang berbeda. Dilaksanakan di Kebun Percobaan Universitas Tribhuwana Tungadewi yang dilaksanakan pada bulan September 2016-Maret 2017.

Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan menggunakan dua faktor yaitu faktor pertama pH tanah yang berasal dari tanah Kalimantan Barat (pH 3,8); tanah Wajak (pH 5,3); dan tanah Nusa Tenggara Timur (pH 7,8) kemudian faktor kedua yaitu perlakuan biochar yaitu perlakuan kontrol (tanpa biochar), perlakuan biochar tongkol jagung+urea, dan perlakuan biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat. Analisis dilakukan meliputi kandungan biochar seperti C-Organik, N, P, K, FTIR dan SEM sedangkan untuk analisis tanah meliputi pH, Kapasitas Tukar Kation, C-Organik, dan Nitrogen Total.

Hasil Analisis menunjukkan bahwa pengaruh biochar dan biochar diperkaya asam nitrat memiliki pengaruh lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa biochar) namun pengaruhnya tidak signifikan. Pengaplikasian 5 ton.ha⁻¹ biochar diperkaya asam nitrat memperoleh kadar C-Organik tertinggi yaitu meningkatkan kandungan C-Organik yaitu 2,40% (tanah Kalimantan Barat); 1,3% (tanah Wajak); dan 2,2% (tanah NTT). Sedangkan kadar Nitrogen Total dengan pengaplikasian biochar baik diperkaya asam nitrat ataupun tidak lebih baik dibanding perlakuan kontrol yaitu 0,22% (tanah Kalimantan Barat); 0,10% (tanah Wajak); dan 0,20% (tanah NTT). Dilihat dari pertumbuhan tanaman jagung, perlakuan biochar lebih baik dibandingkan perlakuan tanpa biochar.



**SUMMARY**

HADI YUANANTO, 135040200111216. The Effect of Application Biochar Corncob Supported Nitrate Acids to C-Organic, Nitrogen Contents and Growth of Maize (*Zea mays* L.) in Level of Soil Acidity. Supervised by Wani Hadi Utomo.

The need for food in Indonesia is relatively large, but not followed by optimal land conditions. One of the efforts to improve the quality of the soil that can be applied is the use of materials classified as a soil enhancer that is biochar. Biochar is a carbon-rich product obtained when biomass is heated under limited or no-oxygen conditions. Biochar is often used as one of the recommended alternatives to overcome soil fertility. Because it comes from the rest of plant biomass, so a lot of materials that can be used as raw materials biochar one of which is corncobs. The application of corncob biochar on soil with planting medium of maize plant is intended to maximize the potential of maize yield biomass so that it can be reused as a soil enhancer. In Indonesia, the use of biochar from various types of raw materials has been widely used, but there are still a few enrichment techniques done on the biochar. This study aims to determine the effect of biochar application of corn cobs enriched nitric acid to C-Organic content, Nitrogen content, and vegetative vegetation of maize plants at different soil acidity levels. Implemented in Tribhuwana Tunggal University Experimental Garden, in September 2016-March 2017.

This research uses Factorial Randomized Block Design using two factors, namely the first factor of soil pH from West Borneo (pH 3,8); Wajak (pH 5.3); And NTT (pH 7.8) then the second factor is biochar treatment that is control treatment (without biochar), biochar treatment of corn cobs + urea, and biochar treatment of corn cobs supported nitrate acid. Analysis of biochar content such as C-Organic, N, P, K, FTIR and SEM while for soil analysis includes pH, Cation Exchange Capacity, C-Organic, and Total Nitrogen.

The results of the analysis showed that biochar and biochar added in nitrate acid have a better effect than control treatment (without biochar) but the effect is not significant. The application of 5 ton.ha⁻¹ biochar added with nitrate acid obtained the highest C-Organic content that is increasing the C-Organic content of 2.40% (West Borneo); 1.3% (Wajak); and 2.2% (NTT). While Total Nitrogen content with application of biochar either added nitrate acid or not, is better than control treatment that is 0,22% (West Borneo); 0.10% (Wajak); And 0.20% (NTT). Viewed from the growth of maize crops, biochar treatment is better than treatment without biochar.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Biochar Tongkol Jagung Diperkaya Asam Nitrat Terhadap Kadar C-Organik, Nitrogen, dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Tingkat Kemasaman Tanah”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar strata satu (S1).

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, Ph.D selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan dan bimbingannya kepada penulis. Selain itu ucapan terima kasih kepada Ketua Jurusan Tanah Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU dan seluruh dosen atas bimbingan yang selama ini diberikan serta kepada karyawan Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas fasilitas dan bantuan yang telah diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua dan kakak yang selalu memberikan *support* dan selalu menyematkan nama penulis pada setiap doanya. Juga kepada Soiler khususnya angkatan 2013 atas bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2017

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 28 Juni 1994 sebagai putra kedua dari Bapak Bambang Yuarko dan Ibu Titin Sumarni.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Kaliabang Tengah VII Bekasi Utara pada tahun 2001 sampai tahun 2007, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 5 Kota Bekasi pada tahun 2007 dan selesai pada tahun 2010. Pada tahun 2010 sampai tahun 2013 penulis melanjutkan studi di SMAN 4 Kota Bekasi. Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi dan tahun 2015 terdaftar sebagai mahasiswa Minat Manajemen Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Survei Tanah dan Evaluasi Lahan dan praktikum Mata Kuliah Teknologi Pupuk dan Pemupukan pada tahun 2015, kemudian pada tahun 2016 menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Manajemen Agroekosistem dan praktikum Mata Kuliah Teknologi Konservasi Sumberdaya Lahan, lalu pada tahun 2017 menjadi asisten praktikum Manajemen Daerah Aliran Sungai. Selain itu penulis pernah aktif dalam beberapa kepanitiaan seperti POSTER FP UB (Program Orientasi Studi Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya), Gubuk Brawijaya dan *Soil Juging Contest* pada tahun 2015, dan pada tahun 2016 pernah mengikuti kepanitiaan Soil Bukber, Konsolidasi, GATRAKSI (Galang Mitra dan Kenal Profesi), Olimpiade Ilmu Tanah, dan *Soil Adventure*. Selain kepanitiaan penulis juga mengikuti organisasi berupa Brawijaya Mengajar pada tahun 2014-2016 dan HIMIT FP-UB (Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya) periode 2016. Kemudian di tahun 2016 juga penulis juga pernah melakukan Magang Kerja di PT. Perkebunan Nusantara XII Bangelan, Malang.



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Karakteristik Kimia Beberapa Jenis Biochar	5
2.	Kombinasi Percobaan	12
3.	Analisis Dasar Tanah	15
4.	Analisis Biochar Tongkol Jagung	15
5.	Parameter Pengamatan dan Metode Analisis Penelitian	17
6.	Pengaruh Perlakuan terhadap pH Tanah	22
7.	Pengaruh Perlakuan terhadap KTK Tanah	23
8.	Pengaruh Perlakuan terhadap C-Organik Tanah	24
9.	Pengaruh Perlakuan terhadap N-Total Tanah	26
10.	Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman Jagung	27
11.	Pengaruh Perlakuan terhadap Berat Brangkas Tanaman Jagung	30



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Sketsa Pirolisator.....	13
2.	Sketsa Penanaman dan Pengaplikasian Perlakuan dalam Polybag.....	16
3.	Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman.....	27
4.	Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun.....	29
5.	Hubungan antara pH dengan Kapasitas Tukar Kation.....	32
6.	Hubungan antara C-Organik dengan Nitrogen Total.....	33
7.	Hubungan antara Nitrogen Total dengan Tinggi Tanaman.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Karakteristik Umum Sifat Fisik dan Kimia Tanah	40
2.	Karakteristik Kimia Biochar Tongkol Jagung	40
3.	Hasil Analisis Fourier Transform Infrared	41
4.	Foto Scanning Electron Microscopy Biochar Tongkol Jagung	43
5.	Hasil Analisis Ragam Tanah	44
6.	Analisis Ragam Tanaman Jagung	45
7.	Hasil Korelasi dan Regresi	51
8.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk dan Biochar	53
9.	Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah	54
10.	Deskripsi Varietas Jagung Pioneer 21	55
11.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	56



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini kebutuhan pangan nasional dalam memenuhi sekitar 237 juta penduduk di Indonesia terbilang relatif besar. Oleh karena itu pemerintah sedang melakukan perluasan lahan pertanian di Indonesia terutama pada komoditas tanaman pangan dengan tujuan agar terciptanya swasembada pangan pada tahun 2015-2017 (Kurniawan, 2015). Namun perluasan lahan pertanian memiliki kendala dalam penerapannya. Seperti terbatasnya kondisi lahan pertanian yang optimal. Ketersediaan lahan pertanian yang potensial untuk pertanian sekitar 122,1 juta ha, yang terdiri dari lahan kering masam seluas 108,8 juta ha (89,1%) dan lahan kering iklim kering seluas 13,3 juta ha atau 10,9% (BBSDLP, 2012).

Salah satu faktor tidak optimalnya suatu lahan pertanian dipengaruhi oleh reaksi tanah (pH) disuatu daerah. Beberapa wilayah yang dijadikan perluasan lahan pertanian namun memiliki lahan terganggu atau tidak optimal seperti Kalimantan Barat. Nilai pH yang sangat masam menjadi salah satu faktor kurang optimalnya lahan pertanian di sana. Tidak optimalnya tanah masam disebabkan karena koloid organik didominasi oleh gugus karboksil dan fenol yang bersifat racun bagi tanaman (Maas, 1995) dan intensitas curah hujan yang menyebabkan terjadinya pencucian basa-basa di dalam tanah. Selain itu kondisi vegetasi dipermukaan tanah yang rusak akan menyebabkan terjadinya erosi sehingga tingkat kesuburan tanah rendah akibat hilangnya lapisan atas (*top soil*). Selain itu daerah lain seperti Wajak yang memiliki pH masam serta memiliki fraksi tanah dominan pasir, menyebabkan tingkat kesuburan menjadi rendah akibat mudahnya unsur hara tercuci. Daerah lain yaitu Nusa Tenggara Timur. Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu wilayah kepulauan, dan sebagian besar wilayah memiliki kondisi agroklimat yang ekstrim, karena berada pada ekosistem semi arid yang sangat khas. Menurut Njurumana *et al.* (2008) semi arid dicirikan oleh jumlah bulan kering lebih banyak dibandingkan bulan basah. Kondisi iklim yang ekstrim berdampak juga terhadap laju degradasi hutan dan lahan.

Salah satu upaya dalam perbaikan kualitas tanah dapat diterapkan bahan-bahan yang tergolong sebagai bahan pembenah tanah. Dalam upaya meningkatkan



kualitas sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Bahan pembenah yang digunakan sebaiknya dari bahan yang sulit terdekomposisi agar dapat bertahan lama dalam tanah (Tambunan *et al.*, 2014). Bahan organik yang mudah diperoleh dan relatif murah adalah penggunaan limbah pertanian seperti tongkol jagung. Penggunaan tongkol jagung dirasa efisien melihat tanaman jagung sebagai salah satu tanaman pangan utama di Indonesia. Tingginya total produksi berbanding lurus dengan meningkatnya pula limbah tongkol jagung. Salah satu teknologi dalam pemanfaatan bahan organik yaitu dengan biochar.

Biochar merupakan arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen (*pyrolysis*). Biochar memiliki sifat stabil yang dapat dijadikan pembenah tanah. Penggunaan biochar sebagai suatu alternatif sumber bahan organik segar dalam pengelolaan tanah untuk tujuan pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah kurang optimal atau terganggu sehingga sekarang ini menjadi fokus perhatian penting para ilmuwan tanah dan lingkungan (Glaser, 2001).

Pemberian biochar pada tanah mampu meningkatkan pH tanah, serapan nitrogen, fosfor, dan kalium sehingga cocok diaplikasikan dalam memperbaiki kandungan hara di dalam tanah. Utomo *et al.* (2011) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa aplikasi biochar dapat meningkatkan kandungan C-Organik terutama pada lapisan 0 sampai 10 cm, peningkatan KTK, meminimalkan pencucian unsur hara, terutama kalium dan nitrogen.

Tanaman jagung merupakan tanaman yang responsif terhadap pemupukan. Pemupukan sangat penting karena menentukan tingkat pertumbuhan dan hasil baik kuantitatif maupun kualitatif. Pupuk nitrogen memiliki peran penting dalam meningkatkan produksi jagung. Penyerapan N terbanyak oleh tanaman jagung berlangsung selama pertumbuhannya terutama pada fase vegetatif (Sudjana, 2014) dalam penelitian ini diberikannya penambahan asam nitrat pada biochar guna mengetahui kandungan nitrogen yang diserap.

Dalam penelitian mengenai biochar sebagai bahan pembenah tanah memang sudah banyak dilakukan, namun biasanya hanya membandingkan jenis biochar dari bahan baku yang berbeda sedangkan untuk pengkayaan kandungan biochar



itu sendiri masih jarang dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini melakukan hal tersebut untuk mengetahui pengaruh aplikasi biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat terhadap kadar C-organik, nitrogen, dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada tingkat kemasaman tanah yang berbeda.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat terhadap kadar C-Organik, kandungan Nitrogen, dan pertumbuhan vegetatif tanaman jagung pada tingkat kemasaman yang berbeda.

1.3. Manfaat

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai potensi limbah tongkol jagung sebagai biochar tongkol jagung yang diperkaya asam nitrat untuk memperbaiki kesuburan tanah dan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman jagung. Selain itu mengurangi residu akibat penggunaan pupuk anorganik yang intensif.

1.4. Hipotesis

1. Aplikasi biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat dapat meningkatkan kadar C-organik dan kandungan Nitrogen Tanah pada tingkat kemasaman tanah yang berbeda
2. Pengkayaan menggunakan asam nitrat pada biochar tongkol jagung dapat memberikan hubungan antara sifat kimia tanah dengan peningkatan pertumbuhan tanaman.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biochar

Biochar adalah arang hitam hasil dari proses pemanasan biomassa pada keadaan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Biochar merupakan bahan organik yang memiliki sifat stabil dapat dijadikan pembenah tanah. Penggunaan biochar sebagai suatu pilihan selain sumber bahan organik segar dalam pengelolaan tanah untuk tujuan pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah terdegradasi atau tanah lahan pertanian kritis sehingga berkembang dan sekarang ini menjadi fokus perhatian penting para ilmuwan tanah dan lingkungan (Glaser, 2001).

Dalam perkembangannya sudah banyak penelitian yang menggunakan bahan biochar sebagai bahan pembenah tanah. Namun, beberapa hasil menunjukkan hasil yang berbeda. Hal ini didasari oleh sifat dari biochar, sesuai dengan bahan dasarnya, serta interaksi yang beragam antara biochar dan berbagai tipe tanah (Chan *et al.*, 2007).

Steiner *et al.* (2007) menunjukkan bahwa aplikasi biochar menurunkan kepadatan tanah, kekuatan tanah, Al dapat dipertukarkan, dan Fe dan meningkatkan porositas, kandungan air tanah tersedia, C-organik, P tersedia, KTK, K dan Ca dapat dipertukarkan.

Biochar dapat diproduksi dari berbagai macam bahan baku seperti kotoran hewan, tempurung kelapa, sekam padi, dan limbah tanaman lainnya. Menurut Chan *et al.* (2007) Biochar yang berasal dari bahan baku tanaman seringkali rendah kandungan unsur haranya, terutama Nitrogen. Namun kondisi tersebut tidak selalu karena tergantung dari sifat biochar. Kemudian untuk bahan baku yang berasal dari limbah hewani umumnya memiliki kandungan hara yang lebih tinggi dari pada limbah tanaman (Shinogi, 2004).

2.2. Biochar Tongkol Jagung diperkaya Asam Nitrat

Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang berasal dari biomassa tanaman atau kotoran ternak yang melalui proses *pyrolysis*. Salah satu bahan baku yang dapat dijadikan biochar adalah tongkol jagung. Menurut Sudjana (2014) perkembangan pertanian di Indonesia meningkatkan limbah pertanian yang



sebagian besar merupakan limbah berlignoselulosa sumber serat sisa tanaman seperti sekam, tongkol jagung, katun, sorgum, dan ampas tebu. Sekitar empat juta hektar luas lahan untuk tanaman jagung. Tongkol jagung (sekitar 25-30%) sebagai limbah yang belum termanfaatkan dengan baik.

Sudjana (2014) melanjutkan bahwa tongkol jagung dapat diproses menjadi biochar yang berfungsi sebagai amelioran utama dalam meningkatkan kandungan bahan organik, meningkatkan pH produksi berbagai tanaman dan mampu bertahan hingga ratusan tahun di dalam tanah.

Pada penelitian Christina (2016) yang melakukan percobaan berbagai bahan baku biochar salah satunya biochar (Tabel 1). Nilai unsur kandungan biochar tongkol jagung menunjukkan bahwa kandungan unsur hara C-Organik sebesar 8,48% dan Nitrogen sebesar 0,72% lebih rendah dibandingkan dengan biochar sekam padi dan kulit kakao, namun lebih tinggi dibandingkan dengan batang singkong.

Tabel 1. Karakteristik Kimia Beberapa Jenis Biochar (Christina, 2016)

NO	Jenis Biochar	pH	Bahan Organik		
			C	N	C/N
1	Sekam Padi	7,66	1,11	0,59	2
2	Kulit Kakao	9,6	16,31	1,7	9
3	Batang Singkong	8,3	12,63	0,78	16
4	Tongkol Jagung	8,6	8,46	0,72	12

Pengkayaan pada biochar tongkol jagung dilakukan dengan menggunakan asam nitrat. Asam nitrat yang memiliki rumus molekul HNO_3 yang pementannya dimungkinkan dengan mengoksidasi amonia, digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan natrium nitrat dan amonium nitrat (Buckman *et al.*, 1982).

Secara umum pembuatan pupuk amonium nitrat adalah dengan mereaksikan asam nitrat dengan amoniak dengan reaksi: $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + 23 \text{ kal.}$ (Hakim *et al.*, 1986). Amonium nitrat yang mempunyai keuntungan antara lain memberikan ion NH_4 dan NO_3 . Apabila digunakan sebagai bahan tersendiri, garam ini dapat memberikan dalam bentuk butiran yang dilapisi, atau diperlakukan dengan cara lain untuk mengurangi kecairannya. Sebagai tambahan pada sumber sintesis tersebut diatas natrium nitrat diperoleh hasil alam, salpeter, dari lapisan garam di Chili. Memang sebelum ada sintesis, natrium nitrat Chili



merupakan sumber tunggal senyawa ini. Natrium nitrat merupakan salah satu sumber pokok anorganik dari nitrogen buatan. Natrium nitrat ini mensuplai nitrogen dalam bentuk yang segera memacu banyak tanaman bahkan jika tanaman dingin (Buckman *et al.*, 1982). Dengan pengkayaan pada biochar tongkol jagung nantinya kandungan nitrogen yang dihasilkan dari bahan asam nitrat dapat menghasilkan kandungan nitrat sehingga dapat diserap oleh tanaman dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

2.3. Sifat Kimia Tanah

2.3.1 Kemasaman Tanah (pH)

Nilai pH (*potential of hydrogen*) menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Selain H^+ dari ion-ion lain yang ditemukan pula ion OH^- yang memiliki jumlah berbanding terbalik dengan banyaknya ion H^+ . Pada tanah-tanah masam jumlah ion H^+ lebih tinggi daripada OH^- , sedangkan pada tanah alkalis kandungan OH^- lebih banyak daripada H^+ . Kemudian apabila jumlah kandungan H^+ dan OH^- sama banyak tanah akan bereaksi netral (Hardjowigeno, 2015).

Hardjowigeno (2015) menambahkan di Indonesia umumnya tanah yang bereaksi masam yaitu pada kisaran pH 4,0-5,5 sehingga tanah dengan pH 6,0-6,5 masih dapat dikatakan cukup netral. Di daerah rawa-rawa sering ditemukan tanah-tanah sangat masam dengan pH kurang dari 3,0 yang disebut tanah sulfat masam karena banyak mengandung asam sulfat, sedangkan pada daerah yang sangat kering (*arid*) terkadang pH menunjukkan reaksi pH sangat tinggi karena banyak mengandung garam Na.

Di dalam tanah pH sangat penting untuk diketahui karena dapat menggambarkan karakteristik dari tanah tersebut. Fungsi dari mengetahui pH tanah seperti untuk menentukan mudah tidaknya suatu tanaman menyerap unsur hara. Contohnya pada tanah pada tanah masam unsur P tidak dapat diserap oleh tanaman karena difiksasi oleh Al, sedangkan pada tanah alkalis unsur P juga tidak dapat diserap oleh tanaman karena difiksasi oleh Ca. Fungsi lain yaitu mengetahui perkembangan mikroorganisme yang biasanya berkembang pada pH 5,5 atau lebih (Hardjowigeno, 2015).



2.3.2. C-Organik

Karbon Organik merupakan bagian fungsional dari bahan organik tanah yang berperan penting dalam kesuburan dan produktivitas tanah karena berpengaruh terhadap sifat fisik, biologi, dan kimia tanah (Wander *et al.*, 1994).

Oleh karena itu penambahan karbon organik tanah merupakan salah satu usaha untuk memperbaiki kondisi tanah yang terganggu.

Bahan organik merupakan sumber utama unsur hara esensial yang dihasilkan dari proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Semakin tinggi laju dekomposisi bahan organik akan meningkatkan unsur hara menjadi tersedia (Cambardella dan Elliot, 1992). Selain itu menurut Stevenson (1982) peranan bahan organik berpengaruh terhadap sifat kimia tanah seperti membentuk kelat dengan ion penting seperti Cu, Fe, Al, dan Mn sehingga menjadi bentuk yang stabil dalam tanah, sebagai penyangga pH tanah, dan meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK).

Hasil beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa pemberian bahan organik dapat memberikan dampak positif bagi sifat kimia tanah. Pemberian jerami padi mampu meningkatkan kadar N tanah (Sudarsono, 1991; Utomo *et al.*, 1992), pemberian bahan organik *Flemingia congesta* mampu mempertahankan kadar bahan organik tanah dan KTK tanah (Sukristyonubowo *et al.*, 1993), meningkatkan P tersedia (Irianto *et al.*, 1993), dan hasil penelitian Situmorang (1999) menunjukkan penambahan *Mucuna sp* dan alang-alang dapat meningkatkan Ca, Mg, K, dan Na serta menurunkan Al_{dd} dan Fe_{dd}.

Kadar bahan organik tanah ditentukan oleh keseimbangan antara penambahan bahan organik dan kehilangan melalui dekomposisi dan pencucian, yang selanjutnya dapat menunjukkan apakah terjadi penurunan atau kenaikan (Wander *et al.*, 1994). Karbon dalam tanah disekuestrasi dari atmosfer dalam bentuk organik melalui deposisi tanaman dan akumulasi bahan organik *recalcitrant* dan bersumber dari bahan induk tanah dalam bentuk bikarbonat dari mineral silikat (Chanwick *et al.* 1994). Bahan organik merupakan sumber utama dalam penambahan karbon di dalam tanah. Tanah yang terangkut dari tempat lain, merupakan proses relokasi karbon dari suatu tempat ke tempat lain yang



besarnya sangat tergantung pada proses erosi, translokasi, dan akumulasi di suatu tempat (Quinon *et al.*, 2006)

2.3.3. Nitrogen Tanah

Sumber terbesar nitrogen berasal dari atmosfer. Nitrogen di atmosfer dapat masuk ke dalam tanah dengan berbagai cara. Secara fiksasi misalnya, fiksasi biologis terbagi menjadi fiksasi nitrogen simbiotik dan fiksasi nitrogen asimbiotik. Pada fiksasi simbiotik merupakan suatu hubungan yang saling menguntungkan, contohnya seperti suatu bakteri yang menggunakan nutrisinya pada tanaman legum dapat mengubah unsur N_2 menjadi tersedia bagi tanaman induk. Kemudian fiksasi secara asimbiotik, bakteri-bakteri seperti *Azetobacter*, *Clostridium*, dan *Rhodospirillum* dapat memanfaatkan unsur N_2 tanpa adanya ketergantungan pada tanaman induk. Fiksasi nitrogen lainnya dapat terjadi secara langsung dari atmosfer ke dalam tanah bersamaan dengan air hujan (kilat).

Peningkatan muatan listrik mengakibatkan N_2 berubah menjadi NO dan NO_2 dan masuk kedalam tanah sebagai HNO_3 (Indranada, 1986).

Nitrogen yang terdapat di dalam tanah memiliki bentuk nitrogen organik, yaitu hasil dari fiksasi N biologi, bahan tanaman, atau kotoran ternak yang ditanam ke dalam tanah. Di dalam tanah N Organik dalam bentuk kimianya tidak dapat begitu saja diserap oleh tanaman, perlu adanya proses mineralisasi nitrogen terlebih dahulu yang terdiri dari *aminiasi* (protein menjadi $R-NH_2$), *amonifikasi* ($R-NH_2$ menjadi NH_4^+), dan *nitrifikasi* (NH_4^+ menjadi NO_3^-). Dalam bentuk NO_3^- , nitrogen dapat mudah bergerak ke area perakaran dan mudah terucur karena besar muatan listrik positif tanah biasanya sangat kecil. Nitrogen dalam bentuk NO_3^- juga mudah tereduksi secara mikrobiologis menjadi NO, N_2O , atau N_2 (denitrifikasi) yang menguap. Nitrogen lainnya yang bisa hilang melalui penguapan berbentuk NH_3 . Senyawa gas ini dihasilkan dari NH_4^+ dalam sebuah proses yang disebut *volatilisasi* (Indranada, 1986).

Air sangat berperan penting dalam dinamika nitrogen di dalam tanah. Apabila kadar air optimum, semua proses biologis penyerapan nitrogen, pertumbuhan tanaman, serta mineralisasi nitrogen akan berlangsung secara maksimal. Sebaliknya kondisi air yang berlebih akan menyebabkan kandungan



nitrogen di dalam tanah hilang akibat pencucian. Kondisi pencucian dan pengeringan juga meningkatkan proses denitrifikasi akibat oksigen tanah yang terbatas (Indranada, 1986).

2.3.4. Kapasitas Tukar Kation

Kation adalah ion yang bermuatan positif seperti Ca^+ , Mg^+ , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , H^+ , Al^{3+} dan sebagainya. Kation-kation tersebut terlarut di dalam air tanah atau dijerap oleh koloid-koloid tanah. Banyaknya kation yang dijerap oleh tanah per satuan berat tanah biasanya per 100 gram dinamakan kapasitas tukar kation (Hardjowigeno, 2015).

Hardjowigeno (2015) menambahkan kapasitas tukar kation memiliki hubungan dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi dapat menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah dengan KTK yang rendah. Tingginya nilai KTK didasari oleh kandungan kation basa seperti Ca, Mg, K, dan Na sedangkan kation asam seperti Al dan H akan mengakibatkan KTK rendah atau mengurangi kesuburan tanah.

Hasil data yang dikumpulkan Lyon *et al.* (1952) terkait kemampuan tukar kation tanah permukaan di berbagai bagian di Amerika Serikat. Perbedaan nilai KTK disebabkan oleh kandungan humus serta banyaknya kandungan lempung di dalam tanah. Terdapat hubungan antara tekstur tanah dengan KTK. Semakin halus tekstur tanah semakin tinggi juga nilai KTK.

2.4. Tanaman Jagung

Jagung merupakan tanaman semusim determinat, dan satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk pertumbuhan generatif. Menurut Iriany *et al* (2008) klasifikasi tanaman jagung sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub-divisi : Angiospermae
 Kelas : Monocotyledonae
 Ordo : Graminae



Famili : Graminaceae

Genus : Zea

Spesies : *Zea mays* L.

Susunan morfologi tanaman jagung terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah (Wirawan dan Wahab, 2007). Tanaman jagung tumbuh optimal pada tanah yang gembur, drainase baik, dengan kelembaban tanah cukup, dan akan layu bila kelembaban kurang dari 40% kapasitas lapang atau bila batangnya terendam air. Tanaman jagung memiliki sifat responsif terhadap lingkungan sekitar, seperti kebutuhan unsur hara, air, dan kondisi iklim. Jika terdapat perubahan secara signifikan tanaman jagung akan terlihat perubahan secara fisik (Subekti *et al.*, 2007).

Menurut Novriani (2010), tanaman jagung merupakan salah satu tanaman yang mampu beradaptasi dengan iklim yang bervariasi. Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman jagung berkisar antara 24-30°C. Jagung merupakan tanaman C₄, yang dalam pertumbuhannya menghendaki cuaca yang panas dan membutuhkan sinar matahari penuh agar dapat berfotosintesis dengan sempurna. Curah hujan yang cocok untuk pertumbuhan jagung yaitu antara 250-5000 mm. Tanaman jagung membutuhkan media tumbuh yang gembur dan subur, dengan drainase dan aerasi yang baik, pH yang baik untuk tanaman jagung yaitu berkisar antara 5,5-7,0 dengan ketinggian 0-1300 m dpl.



III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di *screen house* Kebun Percobaan Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang. Analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Fisika Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, dan Institut Bioscience Universitas Brawijaya, Malang.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2016 – Maret 2017.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan di lapang dalam penelitian ini antara lain: ayakan 0,5 cm dan mortal untuk mengayak dan menghaluskan tanah, timbangan analog digunakan untuk menimbang berat tanah dan berat segar tanaman, cetok digunakan untuk mengambil contoh tanah dan gembor digunakan untuk penyiraman, dan meteran untuk mengukur tinggi tanaman. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis laboratorium meliputi timbangan digital “Satorius Digital”, botol vial, pH meter “Schott Instrument”, kaleng kadar air, oven “Memmert”, erlenmeyer 500 ml, pipet 10 ml, *beaker glass*, gelas ukur 25 ml dan 250 ml, magnetik stirer, labu Kjeldahl, alat destruksi “Gerhardt”, alat destilasi “Vapodest Gerhardt”, labu ukur, rotap “Bio-Rad BR-2000 Vorterrer”, *centrifuge* “IRC Damon/IECCivision”, alat titrasi “buret”, spektrofotometri “Shimadzu”, serta alat pendukung lainnya.

Bahan yang digunakan antara lain tanaman jagung varietas Pioneer 21, polybag berukuran 20 cm x 40 cm x 40 cm, biochar tongkol jagung, pupuk urea, pupuk SP-36, pupuk KCl, sampel tanah berdasarkan tingkat pH tanah yaitu sampel tanah Kalimantan Barat, sampel tanah Wajak, sampel tanah Nusa Tenggara Timur. Kemudian bahan untuk analisis laboratorium seperti aquadest, H₂O, H₃PO₄ 85%, K₂Cr₂O₇, H₂SO₄pekat, FeSO₄·7H₂O, defenilamina, bubuk selen, asam borat, NaOH, H₂SO₄, NH₄OAc pH 7, NH₄Cl 1 N, dan bahan kimia lainnya.



3.3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan menggunakan dua faktor yaitu faktor pertama tingkat pH tanah dan faktor kedua yaitu pengaplikasian biochar. Biochar yang digunakan berasal dari tongkol jagung sedangkan pengkayaan ditambahkan dengan asam nitrat.

Faktor I pH tanah

As : Tanah Kalimantan Barat (Masam)

Ne : Tanah Wajak (Netral)

Ba : Tanah NTT (Basa)

Faktor II perlakuan biochar

K : Pupuk NPK (Tanpa biochar)

Bio : Biochar + Urea

BioN : Biochar diperkaya Asam Nitrat

Berdasarkan hasil rancangan kombinasi percobaan (Tabel 2) kedua faktor tersebut diperoleh 9 perlakuan kombinasi dengan menggunakan 3 ulangan. Total petak penelitian yaitu 27 satuan percobaan.

Tabel 1. Kombinasi Percobaan

pH Tanah	Biochar	Ulangan		
		1	2	3
Tanah Kalbar (As)	Tanpa Biochar (K)	AsK1	AsK2	AsK3
	Biochar+Urea (Bio)	AsBio1	AsBio2	AsBio3
	Biochar+Asam Nitrat (BioN)	AsBioN1	AsBioN2	AsBioN3
Tanah Wajak (Ne)	Tanpa Biochar (K)	NeK1	NeK2	NeK3
	Biochar+Urea (Bio)	NeBio1	NeBio2	NeBio3
	Biochar+Asam Nitrat (BioN)	NeBioN1	NeBioN2	NeBioN3
Tanah NTT (Ba)	Tanpa Biochar (K)	BaK1	BaK2	BaK3
	Biochar+Urea (Bio)	BaBio1	BaBio2	BaBio3
	Biochar+Asam Nitrat (BioN)	BaBioN1	BaBioN2	BaBioN3

Keterangan : Tanah (10 kg.polybag⁻¹), urea (1,5 g.polybag⁻¹), SP-36 (0,5 g.polybag⁻¹), KCl (0,5 g.polybag⁻¹), biochar tongkol jagung (25 g.polybag⁻¹), dan biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat (25 g.polybag⁻¹)



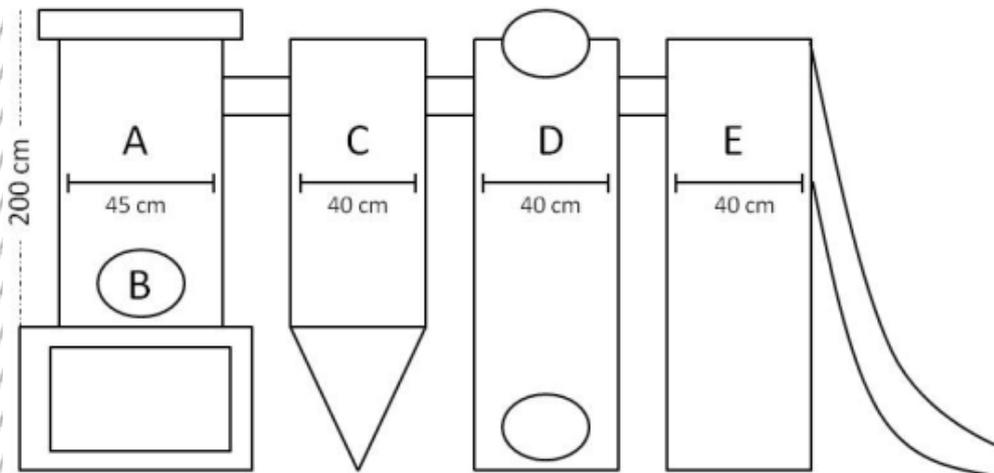
3.4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam 6 yaitu (1) persiapan biochar, (2) persiapan tanah, (3) analisis dasar, (4) pengaplikasian perlakuan, (5) persiapan bahan tanam dan penanaman, dan (6) pemeliharaan tanaman.

3.4.1. Persiapan Biochar

a. Pembuatan Biochar

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biochar ini yaitu tongkol jagung menggunakan proses *pyrolysis* yaitu dekomposisi kimia suatu bahan organik sehingga menghasilkan bahan yang dengan kondisi suhu tinggi dan hampa udara. Dalam proses pembakaran dilakukan kurang lebih 4-8 jam tergantung dari bahan yang digunakan dengan suhu mencapai 500°C - 600°C sehingga menghasilkan arang. (Gambar 1)



Gambar 1. Sketsa Pirolisator

Keterangan: (A) Reaktor, (B) *Blower*, (C) *Cyclone*, (D) Kondensator, dan (E) Filter

Dalam tahapan awal tongkol jagung dimasukan ke dalam suatu tabung reaktor kemudian dibakar dari dalam. Kemudian ketika kondisi api cukup besar *blower* 2 inci dari bagian bawah dinyalakan dan tungku ditutup rapat. Kemudian diberikan air pada sekeliling tutup tungku dengan tujuan untuk menghindari kebocoran asap. Asap dari *pyrolysis* masuk ke dalam *cyclone* yang memiliki fungsi sebagai pemisah gas fraksi berat dan fraksi ringan,



kemudian gas fraksi ringan dibuang dan gas fraksi berat dimasukan ke dalam kondensor untuk mengubah gas menjadi cair. Terdapat dua termometer pada bagian atas dan bawah kondensor. Batas maksimal suhu pada bagian atas 80°C dan bagian bawah 40°C, bila suhu melebihi batas maksimal maka pembakaran harus dihentikan karea bisa merusak pirolisator.

Langkah selanjutnya sisa dari asap yang tidak berubah menjadi cair dibuang melalui filter. Selanjutnya *blower* dapat dimatikan ketika panas sudah mencapai bagian bawah tungku. Kemudian tungku dibuka ketika semua permukaan tungku tidak panas. Setelah proses pendinginan sudah selesai maka biochar bisa dikeluarkan (Tambunan, 2014). Setelah itu biochar tongkol jagung dihaluskan sehingga dapat mudah diaplikasikan ke dalam tanah.

b. Pembuatan Biochar diperkaya Asam Nitrat

Metode yang digunakan dalam pembuatan Biochar yaitu Sorption Ammonium Nitrate pada Biochar (Jassal *et al.*, 2015). Biochar menggunakan bahan baku tongkol jagung menggunakan proses *pyrolysis* dengan suhu 600°C.

Alat dan bahan yang digunakan antara lain: ayakan 0,2 mm, gelas ukur, tabung erlenmeyer, biochar tongkol jagung aquades, CaCl₂(s), botol Container, etanol, alumunium foil, Asam Nitrat, shaker, kertas Whatman.

Tahapan yang pertama biochar diayak menggunakan ayakan 0,2 mm pada setiap bahan, kemudian larutan CaCl₂ dibuat dengan konsentrasi 0,01 M. Kemudian buat larutan 1 dengan cara gunakan botol container 100 mL (9 botol), larutan CaCl₂ 0,01 M dimasukan sebanyak 50 mL ke dalam botol container, lalu tambahkan 2,5 gram biochar ke dalam botol container dan tambahkan etanol 0,1 mL. Kemudian pada larutan 2 buat larutan campuran dari CaCl₂ 0,01 M sebanyak 25 mL yang mengandung 2 g Nitrogen dalam Asam Nitrat, aduk hingga larut, lalu siapkan larutan pertama, 2,5 mL larutan kedua dimasukan ke dalam larutan pertama dengan menggunakan pipet tetes, kocok/*shake* container selama 4 jam (gunakan shaker dengan kecepatan 125 Rpm), wrap container dengan Alumunium foil dan tunggu satu malam, lalu saring dan pisahkan antara biochar dengan larutan kemudian keringanginkan biochar selama 24 jam.



3.4.2. Persiapan Tanah

Tanah yang digunakan diambil dari 3 lokasi yang berbeda dengan indikator tingkat pH yang telah dianalisis, yaitu tanah Kalimantan Barat memiliki pH sebesar 3,8; tanah Wajak memiliki pH sebesar 5,3; dan tanah NTT memiliki pH sebesar 7,8. Sebelum diaplikasikan, tanah dikeringanginkan kurang lebih 7 hari. Kemudian masing-masing tanah diayak menggunakan ayakan 0,5 cm. Lalu dimasukkan ke dalam polybag hingga bobot tanah mencapai 10 kg.

3.4.3. Analisis Dasar

Analisis dasar yang dilakukan meliputi analisis kimia dan fisika tanah sedangkan analisis biochar meliputi analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Parameter dan metode analisis yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3 dan

Tabel 4.

Tabel 2. Analisis Dasar Tanah

No	Analisis Dasar	Metode Analisis	Waktu Pengamatan
1	pH H ₂ O	pH 1:1	0 HST
2	N-total (%)	Kjeldahl	
3	C-organik (%)	Walkey dan Black	
4	KTK (me.100kg ⁻¹)	Titrasi (NH ₄ O Ac 1 N pH 7)	
5	Tekstur (%)	Pipet	

Tabel 3. Analisis Biochar Tongkol Jagung

No	Analisis Dasar	Metode Analisis
Kuantitatif		
1	pH H ₂ O	pH 1:1
2	N-total (%)	Spektrofotometri
3	P-total (%)	Spektrofotometri
4	K-total (%)	ASS
5	C-organik (%)	Titrasi Redoks
Kualitatif		
6	<i>Fourier Transform Infrared</i>	FTIR
7	<i>Scanning Electron Microscopy</i>	SEM



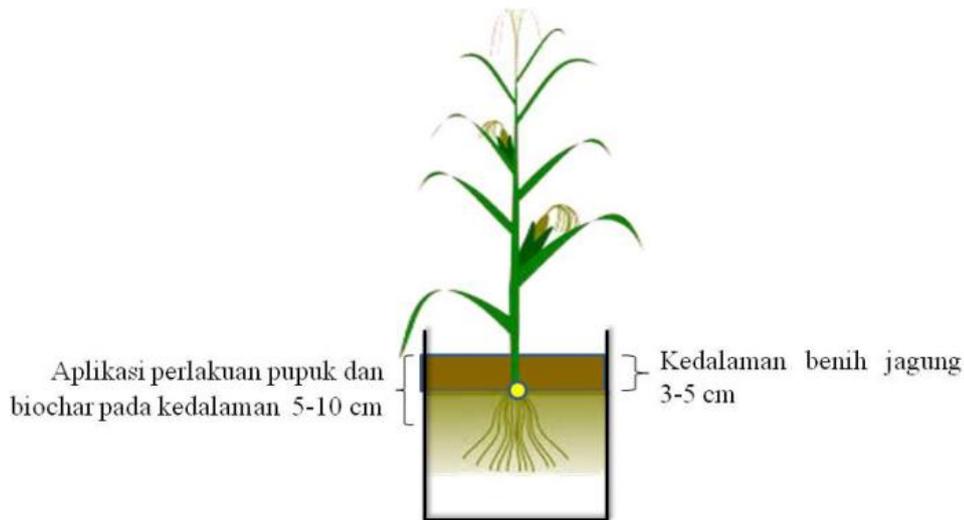
3.4.4. Pengaplikasian Perlakuan

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biochar dan pupuk untuk meningkatkan unsur hara NPK. Dosis perlakuan (Lampiran 8) untuk unsur hara N menggunakan pupuk urea $1,5 \text{ g.polybag}^{-1}$, unsur hara P menggunakan pupuk SP-36 $0,5 \text{ g.polybag}^{-1}$, dan unsur hara K menggunakan pupuk KCl $0,5 \text{ g.polybag}^{-1}$. Penambahan pupuk urea dengan dosis $1,5 \text{ g.polybag}^{-1}$ diaplikasikan pada perlakuan kembali pada 30 HST dan 60 HST. Kemudian untuk dosis biochar yang diaplikasikan sebesar 5 ton.ha^{-1} atau sekitar $25 \text{ g.polybag}^{-1}$.

Pengaplikasian pupuk dan biochar dilakukan secara langsung pada ketiga jenis tanah dan masing-masing ulangan dengan mencampurkan tanah dengan kedalaman kurang lebih 5-10 cm (Gambar 2).

3.4.5. Persiapan Bahan Tanam dan Penanaman

Bahan tanam yang digunakan yaitu benih jagung Pioneer 21 (Lampiran 9). Penanaman dilakukan dengan pembuatan lubang sedalam 3-5 cm. Masing-masing polybag ditanami satu benih jagung (Gambar 2). Apabila tanaman tidak tumbuh atau mati maka akan dilakukan penyulaman yang sudah disiapkan dengan batas maksimal penyulaman sekitar 2 minggu.



Gambar 2. Sketsa Penanaman dan Pengaplikasian Perlakuan dalam Polybag



3.4.6. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman yang dilakukan meliputi penyiraman, penyiangan dan pengendalian OPT. Dalam proses penyiraman dilakukan dengan melihat kondisi lahan atau mencapai kondisi kapasitas lapang. Penyiangan dilakukan secara manual dengan mencabut apabila terdapat gulma yang tumbuh disekitar tanaman. Sedangkan untuk pengendalian hama dan penyakit dilakukan apabila ditemukan gejala serangan dengan cara mekanik atau diambil secara langsung pada tanaman yang terserang.

3.5. Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengamatan penelitian dilakukan pada tanaman dan analisis tanah. Parameter pengamatan, metode analisis dan waktu pengamatan dapat dilihat pada Tabel. 5

Tabel 4. Parameter Pengamatan dan Metode Analisis Penelitian

Objek	Parameter	Metode Analisis	Waktu Pengamatan
Tanaman	Tinggi Tanaman	Kuantitatif	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,
	Jumlah Daun	Kuantitatif	9, 10 MST
	Bobot Brangkas	Kuantitatif	Setelah 10 MST
	Kadar N Tanaman (%)	Kjeldahl	
Tanah	pH H ₂ O	pH 1:1	
	N-total (%)	Kjeldahl	Setelah 10 MST
	C-Organik (%)	Walkley and Black	
	KTK (me.100kg ⁻¹)	Titration (NH ₄ O Ac 1N pH 7)	

3.5.1. Pengamatan Tanaman

Penelitian ini dalam pengamatan tanaman jagung dilakukan hanya pada fase vegetatif saja yaitu sampai 10 MST. Pada pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara tanaman diukur mulai permukaan tanah sampai tanaman tertinggi. Pengamatan jumlah daun yaitu daun dihitung dengan melihat kondisi daun yang telah terbuka sempurna. Kedua pengamatan tersebut dilakukan setiap minggu mulai 1 MST (Minggu Setelah Tanam) sampai 10 MST. Setelah 10 MST dilakukan proses pemanenan. Pengamatan selanjutnya yang dilakukan yaitu bobot brangkas tanaman jagung pada saat pemanenan. Pengambilan bobot brangkas basah dilakukan dengan cara tanaman jagung dipotong tepat pada permukaan tanah kemudian ditimbang, sedangkan bobot brangkas kering



didapat dari brangkasan yang telah dioven dengan suhu 60-80°C selama 48 jam kemudian hasil oven ditimbang.

3.5.2. Analisis Sifat Kimia Tanah

a. pH tanah

Analisis pH tanah digunakan metode H₂O dengan alat pH meter. Prinsip dasar analisis ini tanah dan H₂O dihomogenkan dengan perbandingan 1:1, kemudian nilai pH yang didapat merupakan nilai kemasaman aktual yang menunjukkan kandungan ion hidrogen (H⁺) di dalam larutan tanah.

b. Nitrogen Total

Metode yang digunakan dalam analisis nitrogen total yaitu metode kjeldahl. Prinsip kerja dari metode Kjeldahl dengan menetapkan N-total pada asam amino, protein, dan senyawa yang mengandung Nitrogen dengan cara komponen organik dalam sampel didestruksi dengan menggunakan asam sulfat dan katalis, kemudian hasil tersebut dinetralkan dengan larutan alkali melalui destilasi, lalu ditampung dalam larutan asam borat atau asam klorida yang selanjutnya dititrasi menggunakan HCl atau NaOH.

c. C-Organik

Dalam analisis C-Organik metode yang digunakan yaitu walkley-black, dengan prinsip kerja bahan organik yang mudah teroksidasi dalam tanah mereduksi Cr₂O₇²⁺ yang berlebih. Reaksi ini berjalan dengan energi yang dihasilkan dari pencampuran dua bagian H₂SO₄ pekat dengan satu bagian K₂Cr₂O₇ N. Sisa Cr₂O₇ dapat diketahui dari hasil titrasi dengan FeSO₄ yang diketahui normalitasnya.

d. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Analisis Kapasitas Tukar Kation digunakan metode penyangga larutan NH₄O Ac 1 N pH 7 dengan prinsip koloid tanah bermuatan negatif dapat menyerap kation-kation. Kation-kation tanah dapat ditukar dalam kompleks jerapan tanah akan mengalami reaksi substitusi dengan pengeskrak NH₄⁺



3.6. Analisis Statistik

Data yang sudah terkumpul akan dianalisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf 5%. Apabila didapatkan pengaruh yang nyata maka akan dilakukan uji LSD (*Least Significant Difference*). Kemudian untuk mengetahui hubungan antara variabel pengamatan dilakukan pengujian korelasi dan regresi menggunakan aplikasi SPSS 16.0.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Tanah Awal

Penelitian ini menggunakan tanah yang diambil pada lokasi yang berbeda-beda yaitu Kalimantan Barat (masam), Wajak (netral), dan NTT (basa) dengan tingkat kemasaman tanah yang berbeda. Berdasarkan kondisi tanah awal (Lampiran 1).

Tekstur masing-masing tanah memiliki komposisi fraksi tanah yang berbeda-beda. Pada tanah Kalimantan Barat terdapat 1% pasir, 68% debu, dan 31% liat (lempung liat berdebu). Pada tanah Wajak tekstur tanah yang didapat 68% pasir, 18% debu, dan 15% liat (kriteria lempung berpasir) dan tanah NTT fraksi tanah yang ditemukan sebesar 3% pasir, 83% debu, dan 14% liat (lempung berdebu).

Dilihat dari pH tanah di tanah Kalimantan Barat memiliki pH sebesar 3,8 (kriteria sangat masam), tanah Wajak memiliki pH sebesar 5,3 (kriteria agak masam), dan tanah NTT memiliki pH sebesar 7,8 (kriteria netral).

Nilai kandungan C-Organik pada tanah NTT memiliki nilai tertinggi dibanding lainnya sebesar 2,70% (kriteria sedang), diikuti dengan tanah Kalimantan Barat 1,53% (kriteria rendah), dan tanah Wajak 0,84% (kriteria rendah). Sedangkan untuk nilai N-total didapatkan pada tanah Kalimantan Barat 0,19% (kriteria rendah), tanah NTT 0,16% (kriteria rendah), dan tanah Wajak 0,12 (kriteria rendah). Kapasitas Tukar Kation (KTK) tertinggi pada tanah NTT sebesar 52,89 me.100kg⁻¹ (kriteria sangat tinggi), kemudian diikuti dengan tanah Kalimantan Barat yaitu 29,54 me.100kg⁻¹ (kriteria tinggi) dan tanah Wajak 18,94 (kriteria sedang).

4.2. Kondisi Biochar

Biochar merupakan arang aktif yang digunakan sebagai bahan pembenah tanah. Dalam penelitian ini bahan baku pembuatan biochar yang digunakan berasal dari tongkol jagung yang kemudian diperkaya oleh asam nitrat. Berdasarkan hasil laboratorium (Lampiran 2) menunjukkan bahwa biochar tongkol jagung memiliki nilai pH sebesar 8,6 sedangkan pada biochar yang diperkaya oleh asam nitrat sebesar 2,0 kemudian untuk nilai C-Organik yaitu sebesar 21,77%



sedangkan biochar yang diperkaya asam nitrat menunjukkan hasil 14,98% dan untuk analisis lainnya yaitu kadar nitrogen yaitu 0,78% sedangkan biochar yang diperkaya oleh asam nitrat menunjukkan hasil 1,31%, lalu kandungan P-total didapat 0,09% dan untuk biochar yang diperkaya 0,14% dan analisis K didapatkan 4,29% sedangkan biochar diperkaya didapatkan 3,22%. Lehmann *et al.* (2006) menyatakan kualitas biochar dapat ditentukan berdasarkan bahan baku biochar tersebut. Tingginya kandungan unsur hara pada biochar ditentukan dari bahan baku yang digunakan yaitu tongkol jagung. Sesuai dengan penelitian Christina (2016) bahwa kandungan C-Organik dan nitrogen pada biochar dengan bahan baku tongkol jagung lebih tinggi dibandingkan dengan biochar sekam padi.

Kemudian dari hasil analisis kualitatif biochar yaitu pertama *Fourier Transform Infrared* (Lampiran 3) menunjukkan bahwa pada kandungan biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat mengandung gugus C=C (Cincin aromatik). Lehmann *et al.* (2006) menyatakan biochar memiliki kandungan C-aromatik yang bersifat lebih tanah terhadap dekomposisi sehingga kandungan C-organik tanah dapat diingkatkan dan dipertahankan dalam kurun waktu yang cukup lama. Analisis kedua *Scanning Electron Microscopy* (Lampiran 4) hasil foto SEM dengan perbesaran 1000x, 2000x dan 3000x menunjukkan morfologi dari biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat. Struktur dari biochar tongkol jagung yang tidak beraturan menggambarkan bahwa banyak pori-pori yang terdapat di dalamnya baik berukuran makro hingga mikro. Herath *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa pengaruh porositas tanah akibat pemberian biochar tergantung pada sumber bahan baku atau jenis biochar yang memiliki struktur berpori yang tinggi dan jenis tanah yang diaplikasikan.

4.3. Pengaruh Aplikasi Biochar terhadap Sifat Kimia Tanah

4.3.1. Tingkat Kemasaman Tanah (pH tanah)

Tingkat kemasaman tanah atau pH merupakan salah satu sifat kimia tanah yang penting untuk diketahui karena dapat menggambarkan mudah tidaknya kandungan hara diserap oleh tanaman (Hardjowigeno, 2015). Hasil analisis ragam (Lampiran 5) tidak adanya interaksi yang nyata antara perlakuan biochar dengan pH. Namun secara terpisah faktor pH memberikan pengaruh sangat nyata



terhadap kemasaman tanah hal ini dapat disebabkan kondisi tanah awal memiliki pH tanah yang berbeda. Sedangkan pada faktor biochar tidak berbeda nyata.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan terhadap pH Tanah

pH	Biochar			Rata-rata
	Kontrol (K)	Biochar (Bio)	Biochar+asam nitrat (BioN)	
Asam (As)	4,00 A	3,93 A	3,87 A	3,93 a
Netral (Ne)	5,50 A	5,47 A	5,73 B	5,57 b
Basa (Ba)	6,67 A	6,67 A	6,73 A	6,69 c
LSD 5%	0,23			

Keterangan Analisa yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%

Hasil uji LSD (Tabel 6) pada faktor pH, pada tanah Asam nilai pH tertinggi didapatkan pada perlakuan Kontrol (K) yaitu pH 4,0 sedangkan nilai pH terendah pada perlakuan BioN yaitu 3,87. Tanah Netral nilai pH tertinggi yaitu pada perlakuan BioN yaitu 5,73 sedangkan terendah yaitu Bio 5,50 dan pada tanah Basa nilai pH tertinggi pada perlakuan BioN yaitu 6,73 dan terendah yaitu perlakuan kontrol dan Bio yaitu 6,67. Jika dilihat dari kondisi tanah pada analisis dasar (Lampiran 1) pemberian biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat dapat meningkatkan pH pada tanah masam, namun perubahannya tidak secara signifikan serta dapat menurunkan pH pada tanah basa. Peningkatan pH yang diikuti pengaplikasian biochar diindikasikan adanya pengaruh dari sifat alkali bochar. Selain itu menurut Suntoro (2001) pengaplikasian bahan organik pada tanah masam dengan kandungan Al yang tinggi dapat meningkatkan pH tanah, karena asam-asam organik hasil dekomposisi akan mengikat Al membentuk senyawa kompleks (khelat), sehingga Al tidak terhidrolisis. Dalam penelitiannya juga dilaporkan penambahan bahan organik pada tanah masam seperti inseptisol, ultisol, dan andisol mampu meningkatkan pH tanah dan mampu menurunkan Al tertukar tanah. Sedangkan penurunan nilai pH terjadi karena adanya proses dekomposisi bahan organik. Hal ini sesuai dengan yang dielaskan Buckman *et al* (1982) dalam proses dekomposisi bahan organik terbentuk asam organik dan asam anorganik. Asam organik seperti H_2SO_4 dan HNO_3 merupakan asam yang dapat memberikan banyak ion hidrogen di dalam tanah, bersamaan dengan asam organik lainnya, asam ini merupakan penyebab terbentuknya keadaan keasaman



sedang hingga sangat masam. Asam sulfat dan asam nitrat tidak hanya terbentuk, tidak hanya oleh proses penguraian akan tetapi juga oleh kegiatan mikroba pada bahan pupuk tertentu.

4.3.2. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan sifat kimia yang sangat berkaitan dengan kesuburan tanah. Pada umumnya tanah dengan KTK yang tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara lebih banyak dibandingkan tanah dengan KTK rendah. Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 5) terjadi tidak terdapat interaksi antar faktor. Namun secara terpisah faktor pH memberikan pengaruh berbeda nyata sedangkan pada faktor biochar tidak berbeda nyata.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan terhadap KTK Tanah

pH	Biochar			Rata-rata
	Kontrol (K)	Biochar (Bio)	Biochar+asam nitrat (BioN)	
Asam (As)	29,18 A	30,42 A	30,18 A	29,92 b
Netral (Ne)	17,99 A	20,39 A	20,06 A	19,48 a
Basa (Ba)	47,05 A	50,67 A	50,29 A	49,33 c
LSD 5%	6,12			

Keterangan : Analisa yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%

Berdasarkan hasil uji LSD (Tabel 7) terhadap faktor pH, pada tanah Asam nilai KTK tertinggi didapatkan pada pengaplikasian biochar baik perlakuan Bio dengan nilai 30,42 me.100kg⁻¹ dan nilai terendah pada perlakuan kontrol yaitu 29,18 me.100kg⁻¹. Pada tanah Netral nilai tertinggi yaitu pada perlakuan Bio dengan 20,39 me.100kg⁻¹, terendah perlakuan kontrol 17,99 me.100kg⁻¹. Tanah Basa nilai KTK tertinggi sama seperti tanah lainnya yaitu perlakuan Bio yaitu 50,67 me.100kg⁻¹ dan tertendah pada perlakuan kontrol 47 me.100kg⁻¹. Secara keseluruhan pengaplikasian biochar memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan dengan aplikasi kontrol (tanpa biochar) namun perbedaannya tidak signifikan.

Menurut Hardjowigeno (2015) tanah dengan KTK tinggi bila didominasi oleh kation basa seperti Ca, Mg, K, dan Na sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Kemudian jika dilihat dari pengaruh aplikasi biochar, hasil menunjukkan bahwa pengaplikasian biochar lebih baik dibandingkan dengan faktor tanpa biochar, hal ini baik biochar tanpa diperkaya (Bio) ataupun biochar



diperkaya (BioN). Menurut Buckman *et al.* (1982) pengaruh dari penambahan bahan organik seperti bochar dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi kation yaitu dua sampai tiga kali koloida mineral dan 30-90% kekuatan mengadsorpsi mineral tanah. Kemudian jika dilihat dari kandungan teksturnya (Lampiran 1) tekstur tanah ketiga berbeda. Buckman *et al.* (1982) menambahkan dalam hasil pengamatannya pengaruh KTK dengan tekstur dan bahan organik yaitu kemampuan KTK semakin besar apabila tekstur semakin halus. Tanah yang mengandung liat lebih banyak dan bahan organik lebih banyak kemampuan dalam mengadsorpsi kation lebih besar.

4.3.3. Kadar C-Organik Tanah

Karbon Organik merupakan bagian fungsional dari bahan organik tanah yang berperan penting dalam kesuburan dan produktivitas tanah karena berpengaruh terhadap sifat fisik, biologi, dan kimia tanah (Wander *et al.*, 1994). Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara kedua faktor. Namun dilihat dari masing-masing faktor terdapat pengaruh yang sangat nyata terhadap faktor pH dan biochar.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan terhadap C-Organik Tanah

pH	Biochar			Rata-rata
	Kontrol (K)	Biochar (Bio)	Biochar+asam nitrat (BioN)	
Asam (As)	1,98 bA	2,34 cB	2,40 bB	2,24 b
Netral (Ne)	1,13 aA	1,17 aAB	1,33 aB	1,21 a
Basa (Ba)	1,88 bA	2,08 bB	2,28 bC	2,08 b
Rata-rata	1,67 A	1,87 B	2,00 B	1,85
LSD 5%	0,176			

Keterangan : Analisa yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%

Dari hasil uji LSD (Tabel 8) masing-masing perlakuan pada faktor pH menunjukkan bahwa pengaruh biochar diperkaya asam nitrat pada setiap tanah memiliki nilai C-Organik lebih baik dibandingkan lainnya. Pada tanah Asam nilai C-Organik tertinggi pada perlakuan BioN yaitu 2,40% dan terendah pada perlakuan kontrol yaitu 1,98%. Tanah Netral nilai tertinggi pada perlakuan BioN yaitu 1,33% dan terendah pada perlakuan kontrol yaitu 1,13%. Kemudian pada



tanah Basa nilai tertinggi pada perlakuan BioN yaitu 2,28% dan terendah pada perlakuan kontrol yaitu 1,88%.

Dari hasil faktor Biochar, perlakuan tanpa biochar nilai C-Organik tertinggi pada tanah Asam yaitu 1,98% dan terendah pada tanah Ne yaitu 1,13%.

Pengaplikasian biochar tongkol jagung (Bio) nilai C-Organik tertinggi pada tanah Asam yaitu 2,34% dan terendah tanah Netral yaitu 1,17%. Lalu pada pengaplikasian biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat (BioN) nilai tertinggi pada tanah Asam yaitu 2,40% dan terendah tanah Netral 1,33%.

Dilihat dari analisis awal (Lampiran I) terlihat juga bahwa adanya peningkatan kandungan C-organik pada masing-masing perlakuan. Tingginya kandungan C-organik pada tanah disebabkan terjadinya proses dekomposisi oleh mikroba pengurai di dalam tanah pada biochar sehingga penambahan biochar tongkol jagung dapat meningkatkan bahan organik tanah. Menurut Lehmann *et al.* (2006) menyatakan bahwa pengayaan karbon melalui pemberian pembenah tanah biochar memberikan pengaruh yang positif terhadap C-Organik tanah. Selain itu Buckman *et al.* (1982) menambahkan bahwa tingginya nilai C-Organik dipengaruhi oleh sumber bahan organik yaitu dalam penelitian ini menggunakan tongkol jagung sebagai bahan dasar biochar. Bahan kering tanaman umumnya mengandung karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, dan unsur-unsur mineral lainnya. Karena adanya dekomposisi oleh organisme tanah, hasilnya akan menjadi bagian dari tanah karena diadsorpsi pencampuran fisik secara aktif.

4.3.4. Kadar Nitrogen (N) Total Tanah

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang sangat dibutuhkan tanaman dalam proses pertumbuhannya. Berdasarkan analisis ragam (Lampiran 5) terlihat adanya interaksi antara kedua faktor. Hal ini menunjukkan bahwa adanya interaksi antara peningkatan pH dan aplikasi biochar terhadap peningkatan kadar nitrogen total tanah.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan terhadap N-Total Tanah

pH	Faktor	N-Total (%)	Kriteria
	Biochar		
Asam (As)	Kontrol (K)	0,201 de	Sedang
	Biochar+urea (Bio)	0,224 g	Sedang



	Biochar+asam nitrat (BioN)	0,216 f	Sedang
Netral (Ne)	Kontrol (K)	0,099 a	Sangat Rendah
	Biochar+urea (Bio)	0,108 b	Rendah
	Biochar+asam nitrat (BioN)	0,108 b	Rendah
Basa (Ba)	Kontrol K	0,189 c	Rendah
	Biochar+urea (Bio)	0,195 cd	Rendah
	Biochar+asam nitrat (BioN)	0,205 e	Sedang
LSD 5%		0,0065	

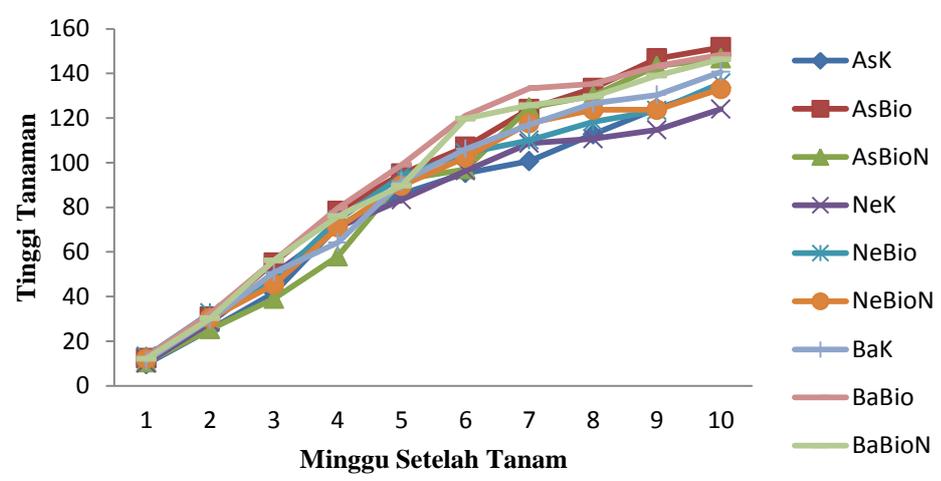
Keterangan : Analisa yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%

Dari hasil uji LSD (Tabel 9) nilai kadar nitrogen tertinggi didapat yaitu pada perlakuan tanah Asam dengan pengaplikasian biochar yaitu 0,22% (sedang), kemudian yang terendah yaitu pada perlakuan tanah netral dengan perlakuan kontrol yaitu 0,09% (sangat rendah). Secara keseluruhan hasil analisis laboratorium, aplikasi biochar memberikan pengaruh baik bagi kadar nitrogen total pada masing-masing tanah baik diperkaya asam nitrat atau tanpa diperkaya. Sama halnya jika dibandingkan dengan data analisis N-Total awal, hasil menunjukkan adanya peningkatan nilai N-total pada setiap perlakuan khususnya pada pengaplikasian biochar diperkaya asam nitrat atau tanpa diperkaya. Tingginya kandungan nitrogen total pada tanah disebabkan pengaplikasian perlakuan biochar dan biochar diperkaya asam nitrat. Biochar sebagai bahan organik dapat meningkatkan mikroba heterotrofik yang berguna sebagai pengurai asam amino menjadi amonium melalui proses amonifikasi, selain itu peran dari mikroorganisme melalui proses nitrifikasi juga dapat mengubah amonium menjadi nitrat sehingga dapat diserap oleh tanaman. Menurut Stevenson (1984) sebagian besar N-total tanah masam dalam bentuk senyawa organik. Setelah terjadi proses mineralisasi, senyawa N-organik akan berubah menjadi $\text{NH}_4\text{-N}$ dan $\text{NO}_3\text{-N}$ yang dapat digunakan oleh tanaman.

4.4. Pengaruh Aplikasi Biochar terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung

4.4.1. Tinggi Tanaman Jagung

Pengamatan tinggi tanaman jagung dilakukan pada 1 MST sampai 10 MST, dengan mengukur tinggi tanaman jagung dari permukaan tanah. Dilihat dari gambar grafik tinggi tanaman jagung (Gambar 3) tanaman jagung tertinggi pada perlakuan AsBio yaitu 152 cm, kemudian yang terendah yaitu perlakuan NeK yaitu 124 cm.



Gambar 1 Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman

Tabel 5. Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman Jagung

Perlakuan	Tinggi Tanaman pada Umur (cm)					
	3 MST	4 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST
AsK	41,67 ab	71,67 cd	100,67 a	112,66 a	124,33 b	133,67 b
AsBio	55,17 d	78,33 ef	124,00 d	133,33 f	146,67 f	151,67 e
AsBioN	39,00 a	58,00 a	124,67 d	130,00 e	143,33 ef	146,67 d
NeK	50,00 cd	71,00 c	108,67 b	110,67 a	114,67 a	124,00 a
NeBio	47,17 bc	74,33 cde	110,00 b	118,33 b	123,33 b	135,67 b
NeBioN	45,33 abc	71,00 c	117,67 c	123,67 c	123,66 b	133,00 b
BaK	50,83 cd	64,17 b	117,00 c	126,67 d	130,33 c	140,66 c
BaBio	56,00 d	79,67 f	133,33 e	135,33 f	143,33 ef	148,33 de
BaBioN	56,17 d	76,00 def	125,67 d	129,66 e	139,00 d	146,33 d
LSD 5%	7,75	4,58	3,54	2,94	3,92	4,54

Keterangan Analisis yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%; As (tanah masam), Ne (tanah netral), Ba (tanah basa), K (kontrol), Bio (biochar + urea), BioN (biochar + asam nitrat).



Kemudian dari hasil analisis ragam (Lampiran 6) terdapat interaksi antara faktor pH tanah dengan aplikasi biochar yaitu pada 3 MST, 4 MST, 7 MST, 8, MST, 9 MST, dan 10 MST. Hasil ini menunjukkan bahwa biochar dan pH sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

Pada 3 MST nilai tertinggi pada pengaplikasian biochar terdapat pada BaBioN 56 cm, dan AsBio 55 cm, dan NeK 50 cm. Lalu pada 4 MST tanaman jagung tertinggi pada perlakuan AsBio 78 cm, BaBioN 76 cm dan NeBio 74 cm.

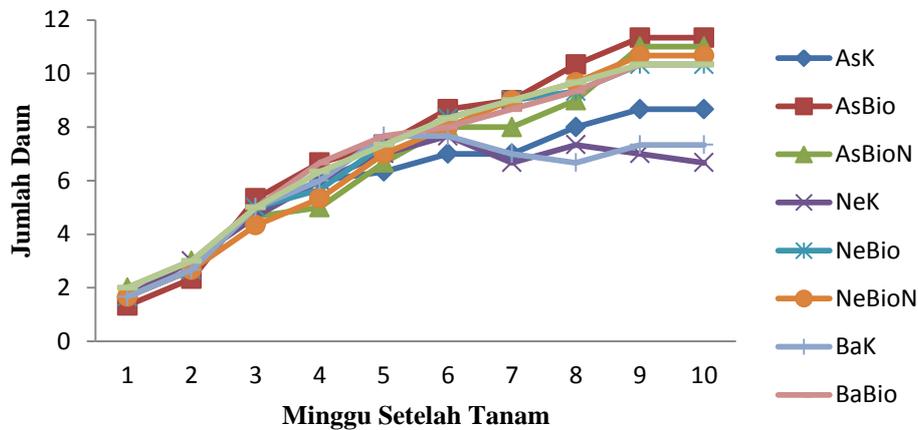
Pada 7 MST dilihat dari pengaplikasian biochar didapatkan hasil bahwa tanaman jagung tertinggi pada perlakuan tanah BaBio 133 cm, AsBioN 124 cm, dan NeBioN 117 cm; sedangkan pada perlakuan pupuk tertinggi terdapat pada tanah basa, tanah masam, dan tanah netral. Kemudian pada 8 MST dari faktor biochar didapatkan hasil bahwa tanaman jagung tertinggi pada perlakuan tanah BaBio 135 cm yang memiliki nilai tidak beda nyata dengan AsBio 133 cm, dan terakhir NeBioN 123 cm; sedangkan pengaruh faktor pH pada tinggi tanaman tertinggi masih sama seperti minggu sebelumnya. Pada 9 MST dari faktor biochar didapatkan hasil bahwa tanaman jagung tertinggi pada perlakuan tanah AsBio 146 cm yang memiliki nilai tidak beda nyata dengan BaBio 143 cm, dan terakhir NeBioN 123 cm; sedangkan pengaruh faktor pH pada tinggi tanaman tertinggi yaitu tanah masam, tanah basa, dan tanah netral. Pada 10 MST dari faktor biochar didapatkan hasil bahwa tanaman jagung tertinggi pada perlakuan tanah AsBio 151 cm yang memiliki nilai tidak beda nyata dengan BaBio 148 cm, dan terakhir NeBioN 135 cm; sedangkan pengaruh faktor pH pada tinggi tanaman tertinggi masih sama seperti minggu sebelumnya.

Dilihat dari data tersebut secara keseluruhan menunjukkan bahwa pengaruh biochar baik tidak diperkaya ataupun diperkaya asam nitrat memiliki pengaruh positif terhadap tinggi tanaman jagung dibandingkan dengan tanpa perlakuan biochar. Dari hasil ini sesuai dengan pernyataan Buckman *et al.* (1982) senyawa nitrogen organik tertentu dapat diabsorpsi oleh tanaman tingkat tinggi, namun biasanya bahan tersebut tidak mencukupi kebutuhan tumbuhan akan nitrogen, kebanyakan tumbuhan masih memerlukan penambahan nitrat dalam menunjang pertumbuhannya.



4.4.2. Jumlah Daun Tanaman Jagung

Jumlah daun diamati secara langsung dengan menghitung jumlah daun yang telah terbuka sempurna. Dari hasil pengamatan yang dilakukan setiap minggu pada 1 MST sampai 10 MST (Gambar 4) pada tiap minggunya jumlah daun mengalami peningkatan, namun pada tiap perlakuan mengalami peningkatan yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 6) dapat dilihat terjadi perbedaan nyata yang terjadi akibat adanya interaksi dari faktor pH dan pengaplikasian biochar terjadi pada 4 MST. Hasil rerata pada 4 MST menurut faktor pengaplikasian menunjukkan bahwa jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan BaBioN, AsBio, dan NeK yaitu 6 daun. Sedangkan berdasarkan faktor pH secara berturut-turut tertinggi didapatkan oleh tanah basa, tanah masam, dan tanah netral. Kemudian pada terakhir pengamatan yaitu 10 MST rerata menunjukkan bahwa jumlah daun terbanyak berdasarkan aplikasi biochar secara berturut-turut yaitu AsBio yaitu 9 daun, NeBioN 10 daun, dan BaBioN 10 daun.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun

Peningkatan jumlah daun tanaman jagung dipengaruhi oleh kondisi unsur hara di dalam tanah. Menurut Paliwal (2000) bahwa jumlah daun pada umumnya berkisar antara 10-18 helai, rata-rata munculnya daun yang terbuka sempurna adalah 3-4 hari setiap daun.

4.4.3. Berat Brangkas Tanaman Jagung

Berat brangkas merupakan berat keseluruhan dari daun dan batang tanaman jagung. Berat brangkas ditimbang setelah 10 MST. Berdasarkan hasil



analisis sidik ragam (Lampiran 6) bahwa terdapat beda nyata terhadap berat brangkasan tanaman jagung yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 6. Pengaruh Perlakuan terhadap Berat Brangkasan Tanaman Jagung

Perlakuan	Berat Brangkasan (Setelah Panen)	
	Basah (gram.polybag ⁻¹)	Kering (gram.polybag ⁻¹)
AsK	245,00 c	42,80 c
AsBio	277,33 d	46,80 c
AsBioN	330,00 e	63,43 d
NeK	97,33 a	16,10 a
NeBio	185,00 b	31,95 b
NeBioN	200,00 b	30,63 b
BaK	120,00 a	19,90 a
BaBio	230,00 bc	32,75 b
BaBioN	295,00 de	40,78 c
LSD 5%	45,45	6,83

Keterangan : Analisa yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji LSD pada taraf 5%; As (tanah masam), Ne (tanah netral), Ba (tanah basa), K (kontrol), Bio (biochar + urea), BioN (biochar + asam nitrat).

Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian biochar tongkol jagung baik yang diperkaya ataupun tidak menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada masing-masing kondisi tingkat kemasaman tanah. Berat basah tertinggi pada masing-masing tingkat kemasaman tanah terdapat pada perlakuan AsBioN yaitu 330 gram.polybag⁻¹, NeBioN yaitu 200 gram.polybag⁻¹, dan BaBioN 295 gram.polybag⁻¹. Sedangkan berat kering brangkasan tertinggi didapatkan pada AsBioN 63,43 gram.polybag⁻¹, NeBio 31,95 gram.polybag⁻¹ dan BaBio 32,75 gram.polybag⁻¹.

Tingginya berat brangkasan dipengaruhi oleh proses pertumbuhan tanaman baik dari jumlah daun, batang dan akar tanaman. Semakin tinggi pertumbuhan dari suatu tanaman semakin tinggi pula berat brangkasan pada suatu tanaman.

4.5. Pembahasan Umum

Pada penelitian ini diketahui bahwa pengaruh pH tanah dan pengaplikasian biochar berpengaruh terhadap sifat kimia tanah. Lehmann *et al.*, (2006) biochar memiliki manfaat dalam jangka panjang untuk ketersediaan hara yang lambat dari penambahan bahan organik, retensi hara lebih baik karena kapasitas tukar kation



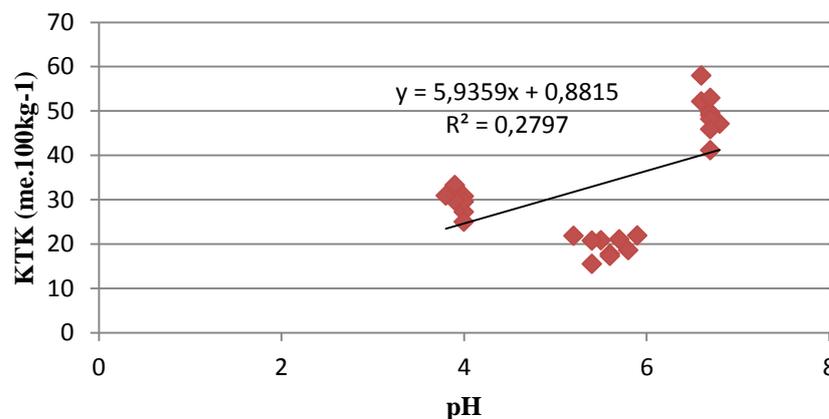
menjadi besar. Selain hasil menunjukkan bahwa pengaplikasian biochar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

Hasil keseluruhan analisis ragam (ANOVA) pada sifat kimia tanah bahwa tidak terdapat interaksi pada masing-masing parameter pengamatan kimia tanah kecuali pada N-total tanaman. Pengaruh nyata secara umum terdapat pada faktor pH tanah. Dari masing-masing pH tanah, nilai tertinggi dari hasil analisis kimia yaitu pada pengaplikasian biochar, baik dengan pengkayaan asam nitrat ataupun tanpa pengkayaan. Dengan demikian pada pengaplikasian biochar dapat menjaga dan meningkatkan kesuburan seperti kapasitas tukar kation (KTK), C-organik, dan Nitrogen tanah namun tidak secara signifikan.

Berdasarkan hasil korelasi (Lampiran 6) didapatkan adanya hubungan antar variabel pengamatan antara lain pH tanah, KTK, C-Organik, Nitrogen serta tinggi tanaman jagung.

a. Hubungan pH tanah dengan KTK

Berdasarkan hasil uji regresi linear (Lampiran 6) menyatakan bahwa pH tanah berkorelasi positif terhadap KTK dengan derajat hubungan sedang. Nilai Korelasi (R) sebesar 0,529. Dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R square) sebesar 0,280, yang mengandung pengertian bahwa pengaruh pH terhadap KTK adalah 28%. Kemudian hasil koefisien regresi yang didapat yaitu 5,936 artinya setiap penambahan 1 nilai pH, maka nilai KTK bertambah 5,936.



Gambar 3. Hubungan antara pH dengan Kapasitas Tukar Kation

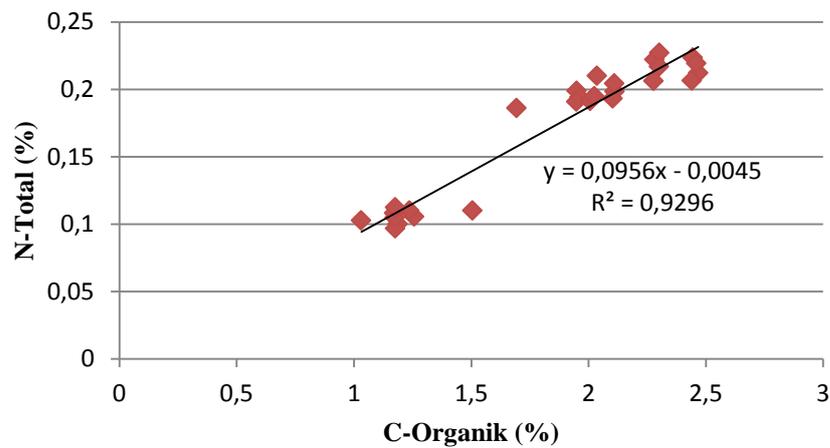


Pada perlakuan pH nilai KTK tertinggi didapat pada pH basa. Selain memang pada analisis dasar menunjukkan nilai tertinggi pada pH basa, faktor lain yaitu kelarutan Al dan Fe. Damanik *et al.* (2010) menyatakan Kapasitas tukar kation merupakan suatu kemampuan permukaan kaloid tanah menyerap dan mempertukarkan kation yang dinyatakan dalam $\text{me} \cdot 100\text{g}^{-1}$ koloid. Koloid tanah dapat menyerap dan mempertukarkan sejumlah kation, yang biasanya adalah Ca, Mg, K, Na, NH_4 , Al, Fe, dan H.

b. Hubungan C-Organik dengan Nitrogen (N) Total

Bahan organik dalam tanah merupakan salah satu faktor yang penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Penerapan kandungan bahan organik dilakukan berdasarkan jumlah C-Organik. Sedangkan nitrogen merupakan unsur hara makro esensial. Menurut Hardjowigeno (2015), nitrogen dalam tanah berasal dari bahan organik (bahan organik halus dan bahan organik kasar), pengikatan oleh mikroorganisme dari N udara, pupuk dan air hujan. C-Organik penting untuk mikroorganisme, tidak hanya sebagai unsur hara, tetapi juga sebagai pengkondisi sifat fisik yang mempengaruhi karakteristik agregat dan air. Selain itu mikroorganisme setelah mengalami proses dekomposisi dari bahan organik akan membebaskan kandungan nitrogen.

Berdasarkan hasil uji regresi linear (Lampiran 6) menyatakan bahwa C-Organik tanah berkorelasi positif terhadap N-Total dengan derajat hubungan berkorelasi sempurna. Nilai Korelasi (R) sebesar 0,964. Dari hasil tersebut diperoleh koefisien determinasi (R square) sebesar 0,930, yang mengandung pengertian bahwa pengaruh C-Organik terhadap N- Total adalah 93%. Dari hasil koefisien regresi yang di dapat yaitu 0,096 artinya setiap penambahan 1% nilai C-Organik, dapat meningkatkan nilai N-total sebesar 0,096.

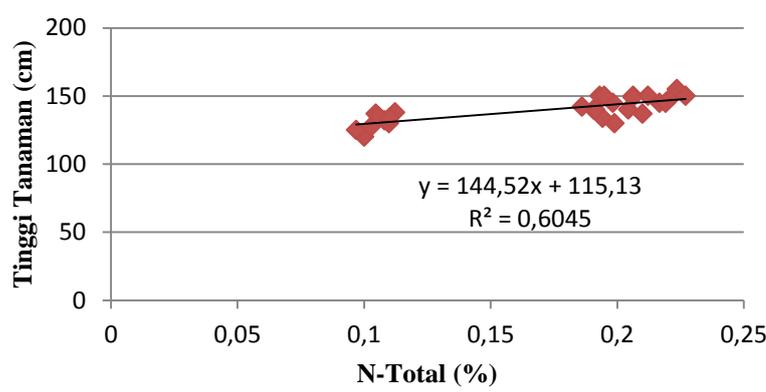


Gambar 4. Hubungan antara C-Organik dengan Nitrogen Total

c. Hubungan Nitrogen (N) Total dengan Tinggi Tanaman Jagung

Nitrogen di dalam tanah terdapat dalam berbagai bentuk yaitu protein (bahan organik), senyawa-senyawa amino, amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Dalam hal ini bentuk nitrogen yang dapat diserap tanaman yaitu amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-). Nilai Korelasi (R) sebesar 0,777. Dari hasil tersebut diperoleh koefisien determinasi (R square) sebesar 0,605 yang mengandung pengertian bahwa pengaruh N-Total terhadap Tinggi Tanaman adalah 60%. Dari hasil koefisien regresi yang didapat sebesar 144,52 artinya setiap penambahan 1% nilai N-Total, dapat meningkatkan nilai Tinggi Tanaman Jagung sebesar 144,52.

Hal ini sesuai dengan pendapat Hardjowigeno (2015) bahwa perubahan-perubahan bentuk nitrogen dalam tanah dari bahan organik melalui beberapa tahapan yaitu *asimilasi* suatu pembentukan senyawa amino dari bahan organik oleh bermacam-macam mikroorganismе, kemudian *amonifikasi* yaitu pembentukan amonium sari senyawa-senyawa amino oleh mikroorganismе, dan *nitrifikasi* yaitu perubahan dari amonium menjadi *nitrit* (oleh bakteri *Nitrosomonas*), kemudian menjadi nitrat (oleh *Nitrobacter*). Dengan demikian penambahan biochar diperkaya asam nitrat terbukti memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung.



Gambar 5. Hubungan antara Nitrogen Total dengan Tinggi Tanaman



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat memberikan pengaruh positif antara C-Organik dengan Nitrogen Total dalam tanah yang mengakibatkan peningkatan unsur hara di ketiga tingkat kemasaman tanah dibandingkan dengan perlakuan tanpa biochar
2. Adanya hubungan antara pemberian biochar tongkol jagung dengan pertumbuhan tanaman jagung. Pemberian asam nitrat pada biochar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung namun hasilnya tidak berbeda secara signifikan dengan pengaplikasian biochar tanpa asam nitrat.

5.2. Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjut terkait residu dari pengaplikasian biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat terhadap sifat kimia pada musim tanam berikutnya
2. Adanya penambahan dosis biochar tongkol jagung diperkaya asam nitrat pada pengaplikasiannya.

**DAFTAR PUSTAKA**

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya lahan. 2012. Lahan Sub Optimal: Potensi, Peluang dan Permasalahan Pemanfaatannya untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan. Disampaikan dalam Seminar Lahan Suboptimal, Palembang, Maret 2012. Kementerian Riset dan Teknologi, Jakarta.

Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Edisi kedua. Bogor. hal. 211.

Buckman, Harry O., Nyle C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Bharatara Karya Aksara. Jakarta.

Cambardella, C. A. and E. T. Elliott. 1992. *Particulate Soil Organic Matter Change Across A Grassland Cultivation Sequence*. Soil. Sci. Soc. Am. J. 56: 777-783.

Chadwick, O.A., E.F. Kelly, D.M. Merritts, and R.G. Amundson. 1994. Carbon dioxide consumption during development. Bio geochemistry 24:115-127.

Chan KY, Van Zwieten L, Meszaros I, Downie A, and Joseph S. 2007. *Agronomic Values of Greenwaste Biochar as a Soil Amendment*. Australian Journal of Soil Research. Vol.45 No. 8: 629-634.

Christina, Dessy S. 2016. Pengaruh Berbagai Jenis Biochar Terhadap Retensi Air, C-Organik dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di lahan Kering. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.

Damanik, M. M. B, B. E. Hasibuan, Fauzi, Sarifuddin dan H. Hanum, 2010. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Universitas Sumatera Utara Press. Medan.

Gleser, B. 2001. *The Terra Preta Phenomenin: A Model for Sustainable Agriculture in The Humic Tropic*. Die Naturwissenschaften Vol. 88 : 37-41.

Hakim, Nurhajati, M. Yusuf Nyakpa, A.M Lubis, Sutopo Ghani N., Rusdi Saul, Amin, Diha, Go Ban Hong, H.H Bailey, 1886. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.

Hardjowigeno, Sarwono. 2015. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.

Indranada, Hendry K. 1986. Pengelolaan Kesuburan Tanah. PT. Bina Aksara. Jakarta.



Irianto, G., A. Abdurachman, dan I. Juarsah. 1993. Rehabilitasi tanah Tropudults tererosi dengan sistem pertanaman lorong menggunakan tanaman pagar *Flemingia congesta* L. Pembt. Pen. Tanah dan Pupuk. 11: 13-18.

Iriany *et al.* (2008). (Online) <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/11/tiga.pdf> (Verified 20 Desember 2016).

Jassal, Rachhpal S., Mark S. Johnson, Marina Molodovskaya, T. Andrew Black, Ashlee Jollymore, dan Kelly Sveinson. 2015. Nitrogen enrichment potential of biochar in relation to pyrolysis temperature and feedstock quality. *Journal of Environmental Management* 152: 140-144. Canada.

Kurniawan, Hakim. 2015. Upaya Khusus (Upsus) Swasembada Pangan 2015-2017. (Online) <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/2015/02/upaya-khusus-upsus-swasembada-pangan-2015-2017/> (Verified 1 Mei 2017).

Lehmann, J., J. Gaunt, and M. Rondon. 2006. Bio-Char Sequestration in Terrestrial Ecosystems. A Review, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 11: 403-427.

Lyon, T. L., H. O. Buckman, dan N. C. Brady. 1952. *The Nature and Properties of Soils*. Edisi tahun kelima. New York. hal. 111.

Maas, A. 1997. *Pengelolaan Lahan Gambut yang Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan*. Alami. Vol. 2 No. 1. ISSN: 0853-8514.

Njurumana, Gerson ND., M. Hidayatullah, dan Tigor Butarbutar. 2008. Kondisi Tanah pada Sistem Kaliwu dan Mamar di Timor dan Sumba. Vol. V No. 1: 45-51

Novriani, 2010. Alternatif Pengelolaan Unsur Hara P (Fospor) pada Budidaya Jagung. *Agronobis*. 2 (3): 42-49.

Paliwal, R., I. 2000. Tropical Maize Morphology, In: *Tropical Maize: Improvement and Production*. Food and Agriculture Organization of United Nations Rome. p 13-20. Rome.

Quinton, J.N., J.A. Catt, G.A. Wood, and J. Steer. 2006. Soil carbon losses by water erosion: experimentation and modeling at field and national scale in the UK. *Agric Ecosyst. Environ.* 112:87-102.



Shinogi. 2004. *Nutrient Leaching from Carbon Products of Sludge*. In 'ASAE/CSAE Annual International Meeting'. Paper No. 044063, Ottawa, Ontario, Canada.

Situmorang, R. 1999. Pemanfaatan Bahan Organik Setempat, Mucuna sp. dan Fosfat Alam untuk Memperbaiki Sifat-sifat Tanah Palehumults di Miramontanan, Sukabumi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. Natural Resources Conservation Service. Edisi 12. United States Departement of Agriculture. hal. 351.

Steiner C, Teixeira WG, Lehmann J, Nehls T, Macedo JLV, Blum WEH, and Zech W. 2007. *Long Term Effects of Manure, Charcoal and Mineral Fertilization on Crop Production And Fertility on A Highly Weathered Central Amazonian Upland Soil*. Plant and Soil 291: 275-290.

Stevenson, F.J. 1982. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction*. 2 nd ed. John Wiley and Sons, New York.

Subekti NA, dan Salazar. 2007. *Diallel analysis of resistance to Bacterial Stalk Rot (Pectobacterium chrysanthemi pv. Zeae Burk., McFad. And Dim.) in corn (Zea mays L.)* Indonesian J of Agric Sci 8:48-52.

Sudarsono. 1991. Pengaruh tiga cara pengembalian jerami ke dalam tanah Renzina terhadap: (1) komposisi bahan organik tanah. J Il. Pert. Indon. 1: 79-84.

Sudjana, Briljan. 2014. Pengaruh Biochar dan NPK Majemuk Terhadap Biomas dan Serapan Nitrogen di Daun Tanaman Jagung (*Zea mays*) pada tanah Typic Distrudepts. Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan. Vol. 3 No. 1: 63-66.

Suntoro. 2001. Pengaruh Residu Penggunaan Bahan Organik, Dolomit, dan KCl pada Tanaman Lacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.) pada Oxic Dystrudept di Kumapolo, Karanganyar. Habitat. Vol. 12 No. 3: 170-177.

Sukristyonubowo, Mulyadi, P. Wigena, dan A. Kasno. 1993. Pengaruh penambahan bahan organik, kapur dan pupuk NPK terhadap sifat kimia tanah dan hasil kacang tanah. Pembt. Pen. Tanah dan Pupuk 11: 1-6.

Tambunan, Sonia., Eko Handayanto, dan Bambang Siswanto. 2014. Pengaruh Aplikasi Bahan Organik Segar dan Biochar Terhadap Ketersediaan P dalam



Tanah di Lahan Kering Malang Selatan. *Jurnal Tanah dan Sumber daya Lahan*. Malang. Vol 1 No.1: 89-98.

Utomo, W. H., S. M. Sitompul, and M. van Noordwijk. 1992. *Effect of leguminous cover crops on subsequent maize and soyben crops on an Ultisol in Lampung*. *Agrivita*. 15:44-53.

Utomo, W. H., Sukartono, Z. Kusuma dan W. H. Nugroho. 2011. *Soil Fertility Status, Nutrient Uptake, and Maize (Zea mays L.) Yield Following Biochar and Cattel Manure Application on Sandy Soils of Lombok, Indonesia*. *Journal of Tropical Agriculture*. Lombok. Vol. 49 No.1-2: 47-52.

Wander, M. M., S. J. Traina, B. R. Stinner, and S. E. Peters. 1994. *Organic And Conventional Management Effects on Biologically Active Soil Organic Matter Pools*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 1130-1139.

Wirawan, G.N. dan M.I. Wahab. 2007. *Teknologi Budidaya Jagung*. (Online) <http://www.pustaka-deptan.go.id>. (Verified 18 Desember 2016).