

**PERILAKU PERTUKARAN AMONIUM (Q/I), PRODUKSI DAN  
NITROGEN TERANGKUT AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG  
AYAM DAN BIOCHAR PADA PERTANAMAN PADI GOGO  
(*Oryza sativa* L.) DI TANAH ULTISOL**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**SEKAR DWI PARWATI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRAK

### **PERILAKU PERTUKARAN AMONIUM (Q/I), PRODUKSI DAN NITROGEN TERANGKUT AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM DAN BIOCHAR PADA PERTANAMAN PADI GOGO (*Oryza sativa* L.) DI TANAH ULTISOL**

Oleh

**SEKAR DWI PARWATI**

Padi sebagai sumber utama karbohidrat bagi masyarakat Indonesia sehingga memiliki prospek dan nilai ekonomi yang tinggi untuk dikembangkan. Tanah Ultisol dimanfaatkan untuk perluasan areal tanam padi gogo. Pertukaran amonium (Q/I  $\text{NH}_4^+$ ) merupakan suatu metode untuk mengukur ketersediaan  $\text{NH}_4^+$  di tanah. Ketersediaan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) di dalam tanah masam sangat sedikit sehingga untuk meningkatkan kapasitas jerapan  $\text{NH}_4^+$  pada tanah perlu diberikan bahan organik. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan dan mempelajari: (1) pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan biochar terhadap parameter Q/I  $\text{NH}_4^+$ , (2) pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan biochar terhadap produksi dan N terangkut tanaman, (3) hubungan antara parameter Q/I  $\text{NH}_4^+$  dan KTK dengan produksi dan N terangkut tanaman. Penelitian ini menggunakan percobaan lapang yaitu RAK non faktorial dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan: (1) B0: Pupuk dasar (Urea:  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , SP-36:  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ , dan KCl:  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ ), (2) B1: Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$ , (3) B2: Pupuk dasar + Biochar  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$ , (4) B3: Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  + Biochar  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Hasil dari penelitian ini, pemberian kombinasi pupuk kandang ayam  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  dan biochar  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  belum mampu meningkatkan parameter Q/I  $\text{NH}_4^+$ , pemberian kombinasi pupuk kandang ayam  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  dan biochar  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  mampu meningkatkan produksi (biomassa gabah dan berat 1000 butir) dan N terangkut tanaman padi gogo, parameter Q/I  $\text{CRNH}_4^0$  nyata berkorelasi positif, dan parameter Q/I KG nyata berkorelasi negatif terhadap N terangkut tanaman padi gogo.

Kata kunci: Produksi, Ultisol, Pertukaran  $\text{NH}_4^+$ , Pupuk kandang ayam, dan Biochar.

## **ABSTRACT**

### **EXCHANGE BEHAVIOR OF AMMONIUM (Q/I), PRODUCTION AND NITROGEN TRANSPORTED AS A RESULT OF APPLICATION OF CHICKEN MANURE AND BIOCHAR FERTILIZER IN GOGO RICE PLANTS (*Oryza sativa* L.) IN ULTISOL SOIL**

By

**SEKAR DWI PARWATI**

*Rice as a main source of carbohydrates for the people of Indonesia so it has high prospects and economic value to be developed. Ultisol soils are utilized for the expansion of upland rice planting areas. Ammonium exchange ( $Q/I NH_4^+$ ) is a method to measure the availability of  $NH_4^+$  in soil. The availability of ammonium ( $NH_4^+$ ) in acid soils is very low, so to increase the capacity of  $NH_4^+$  capture in the soil, organic matter needs to be applied. This research aims to determine and study: (1) the effect of chicken manure and biochar on  $Q/I NH_4^+$  parameters, (2) the effect of chicken manure and biochar on crop production and N transported, (3) the relationship between  $Q/I NH_4^+$  and KTK parameters with crop production and N transported. This study used a field experiment, namely non-factorial RAK with 4 treatments and 4 replications: (1) B0: Basic manure (Urea: 200 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36: 100 kg ha<sup>-1</sup>, and KCl: 100 kg ha<sup>-1</sup>), (2) B1: Basic manure + Chicken manure 5 Mg ha<sup>-1</sup>, (3) B2: Basic manure + Biochar 5 Mg ha<sup>-1</sup>, (4) B3: Basic manure + Chicken manure 5 Mg ha<sup>-1</sup> + Biochar 5 Mg ha<sup>-1</sup>. The results of this study, the application of a combination of chicken manure 5 Mg ha<sup>-1</sup> and biochar 5 Mg ha<sup>-1</sup> has not been able to increase the  $Q/I NH_4^+$  parameter, the application of a combination of chicken manure 5 Mg ha<sup>-1</sup> and biochar 5 Mg ha<sup>-1</sup> has been able to increase the production (grain biomass and 1000 grain weight) and N transported upland rice plants,  $Q/I CRNH_4^0$  parameter is significantly positively correlated, and  $Q/I KG$  parameter is significantly negatively correlated to N transported upland rice plants.*

*Keywords: Production, Ultisols,  $NH_4^+$  Exchange, Chicken manure, and biochar.*

**PERILAKU PERTUKARAN AMONIUM (Q/I), PRODUKSI DAN  
NITROGEN TERANGKUT AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG  
AYAM DAN BIOCHAR PADA PERTANAMAN PADI GOGO  
(*Oryza sativa* L.) DI TANAH ULTISOL**

**Oleh**

**Sekar Dwi Parwati**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Ilmu Tanah  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi

: **PERILAKU PERTUKARAN AMONIUM (Q/I),  
PRODUKSI DAN NITROGEN TERANGKUT  
AKIBAT PEMBERIAN PUPUK KANDANG  
AYAM DAN BIOCHAR PADA PERTANAMAN  
PADI GOGO (*Oryza sativa* L.) DI TANAH  
ULTISOL**

Nama

: **Sekar Dwi Parwati**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1814181037

Pogram Studi

: Ilmu Tanah

Fakultas

: Pertanian

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

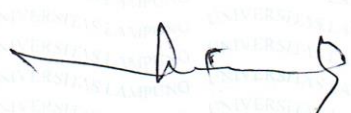
Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua

  
**Prof. Ir. J. Lumbanraja, M.Sc., Ph.D.**  
NIP 195303181981031002

  
**Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc.**  
NIP 198404012012122002

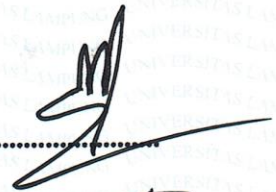
2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

  
**Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.**  
NIP 196611151990101001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Prof. Ir. J. Lumbanraja, M.Sc., Ph.D. ....**



**Sekretaris : Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc. ....**



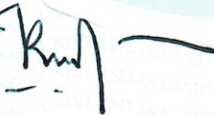
**Penguji  
Bukan Pembimbing : Supriatin, S.P., M.Sc., Ph.D. ....**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.  
NIP.196110201986031002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 28 Desember 2022**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Perilaku Pertukaran Amonium (Q/I), Produksi dan Nitrogen Terangkut Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar Pada Pertanaman Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) di Tanah Ultisol”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian LPPM Fakultas Pertanian Universitas Lampung Tahun 2021 yang diketuai oleh Prof. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., Ph.D., dan anggota Dr. Ir. M. Ach. Syamsul Arief, M.Sc., Dedy Prasetyo, S.P., M.Si., dan Liska Mutiara Septiana, S.P., M.Si.

Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 Desember 2022

Penulis



**Sekar Dwi Parwati**  
NPM 1814181037

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Sriwaylangsep, Kalirejo pada tanggal 11 Mei 2001, merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Ayahanda Agus Panggung dan Ibunda Sutarmi. Penulis memiliki seorang kakak perempuan, yaitu Eka Setiawati, S.Si. Penulis memulai pendidikan dari sekolah dasar di SD Negeri 2 Sriwaylangsep pada tahun 2006. Pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Kalirejo pada tahun 2012. Pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Kalirejo pada tahun 2015.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2018. Penulis juga aktif dalam organisasi internal kampus yaitu sebagai Anggota GAMATALA (Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila) periode 2019/2020 sebagai anggota Bidang Kewirausahaan dan periode 2020/2021 sebagai anggota bidang Komunikasi dan Informatika. Selain berorganisasi, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Kimia Dasar selama 3 semester kelas Jurusan Agribisnis angkatan 2019, Ilmu Tanah angkatan 2020, dan Budidaya Perikanan angkatan 2021.

Kemudian pada tahun 2021 tepatnya bulan Februari-Maret penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Sriwaylangsep, Kecamatan Kalirejo, Kabupaten Lampung Tengah. Kemudian penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) di Unit Produksi Benih (UPB) Tanaman Buah Pekalongan Lampung Timur pada bulan Agustus 2021.



*Alhamdulillah*

*Kupersembahkan sebuah karya sederhana untuk kedua  
orang tuaku tercinta yang telah selalu mendukung, memberi  
semangat serta menyayangi dengan penuh cinta,*

*Ayahandaku tercinta Agus Panggung*

*Ibundaku tercinta Sutarmi*

*Kakakku tersayang Eka Setiawati, S.Si.*

*Almamater Tercinta*

*Ilmu Tanah*

*Fakultas Pertanian*

*Universitas Lampung*

*“Don't be sad, indeed Allah is with us  
(Al-Qur'an Surat At taubah 9:40)*

“Lepaskan segala sesuatu yang membuatmu stres dan sedih, dan apa yang menjadi milikmu, akan menemukanmu”

(Ali bin Abi Thalib)

*دَرَجَاتٍ تُوَالِّعِلْمَ أُو وَالَّذِينَ مِنكُمْ آمَنُوا يِنَ اللّٰهُ يَرْفَعِ*

“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang memiliki ilmu pengetahuan”

-QS Al-Mujadillah:11-

*Rahasia untuk bisa maju adalah dengan memulai  
(Mark Twain)*

*“Jekad, Usaha, dan Doa”  
(Sekar Dwi Parwati)*

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Perilaku Pertukaran Amonium (Q/I), Produksi dan Nitrogen Terangkut Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar Pada Pertanaman Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) di Tanah Ultisol**” merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan, bantuan dan doa dari berbagai pihak yang terlibat, skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Oleh karena itu Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamalam Lumbanraja, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan saran, gagasan, bimbingan, dan ilmu bermanfaat sampai penulisan skripsi ini selesai.
4. Ibu Nur Afni Afrianti, S.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua atas arahnya untuk memberikan bimbingan, saran, kritik, dan dukungan yang diberikan selama penelitian hingga penulisan skripsi selesai.
5. Ibu Dr. Supriatin. S.P., M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan kritik yang membangun penulisan skripsi.

6. Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi, saran, dan segala bimbingan kepada penulis.
7. Kedua orang tua, Ayahanda Agus Panggung dan Ibunda Sutarmi, dan Kakakku Eka Setiawati, S.Si., yang senantiasa memberikan cinta, kasih sayang, nasehat, doa, perhatian, motivasi, dan dukungan untuk kelancaran penyelesaian skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat terbaikku Frastica Wulandari, Ina Subekti, dan Mar'atus Solihah yang telah mendukung dalam proses penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman sepenelitianku Erni Tristiana, Mir'atun Nisa, Nabila Anjani Anugrah Ihwanto, Raquita Gumalau Putri TR, dan Reta Meliyani, serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.
10. Sahabat-sahabat terdekatku Adinda Tiara Saphira, Arisa Ayu Andita, Dyah Mila Prambudiningtyas, Erni Tristiana, Lisboa Karolyne.S, Maulidya Cahyani dan Sinta Nara Bella, yang telah mendukung dan memberi semangat kepada penulis.
11. Teman-teman seperjuangan Praktik Umum di UPT Pekalongan : Andreas Februando Nainggolan, Bunga Kartini, Novita Sari, Sri Oktasari dan Vivi Putri Handayani yang telah membantu dan bekerjasama selama kegiatan Praktik Umum.
12. Omita Mega Nurtyas, S.P., selaku kakak tingkat yang telah membantu dan memotivasi kepada penulis.
13. Seluruh teman-teman jurusan Ilmu Tanah angkatan 2018 : Ega Restapika Natalia, M. Dhany Galih Permadi, Dyah Mila Prambudiningtyas, Samini, Erni Tristiana, Galuh Ishardini Rukmana, Ambar Arum Kaloka, Mir'atun Nisa, Linandu Darmawan, Nabila Anjani Anugrah Ihwanto, Sinta Nara Bella, Nugraha Putra Pratama Sinurat, Rani Maryani, Inka Aprilia Sakinah, Maulidya Cahyani, Reta Meliyani, Jonah Febriana, Novita Sari, Kadek Yuni Artini, Dinar Aditya, Titi Marcelia, Ridho Wijaya Saputra, Raquita Gumalau Putri TR., Vivi Putri Handayani, Sri Oktasari, Andreas Februando Nainggolan, Ahmad Maulana Irfanudin, Lisboa Karolyne.S, Rizky Sanjaya, Arisa Ayu Andita, Adinda Tiara Saphira, Arbi aditya Pradana, Prasetyo, M. Faizzi Arditara, M. Adam Galung Abdilah, Rangga Febriyansyah, Okta Dwi

Andriana, Ina Wati, Apriyan Ridho Pratama, Fazar Sidiq Kusumah Putra, Nurwahidin, Pandan Arum Irawan, Yanda Yonathan, Rafidahaziz Azzahra, Bunga Kartini, yang telah bersama-sama dari awal perkuliahan hingga penulis menyelesaikan studi di Universitas Lampung.

14. Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila (GAMATALA), Organisasi penulis selama di kampus, terimakasih atas banyaknya pengalaman yang luar biasa.
15. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Di dalam menyusun dan merancang skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak yang terlibat. Penulis berharap Semoga skripsi ini bermanfaat khususnya bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 28 Desember 2022

Penulis,

Sekar Dwi Parwati

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | <b>i</b>       |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | <b>iii</b>     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | <b>xii</b>     |
| <br>  |                |
| <b>I. Pendahuluan</b> .....   | <b>1</b>       |
| 1.1 Latar Belakang .....  | 1              |
| 1.2 Rumusan Masalah .....   | 3              |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....   | 4              |
| 1.4 Kerangka Pemikiran.....   | 4              |
| 1.5 Hipotesis .....   | 7              |
| <br>  |                |
| <b>II. Tinjauan Pustaka</b> .....   | <b>9</b>       |
| 2.1 Tanaman Padi Gogo.....  | 9              |
| 2.2 Ketersediaan Nitrogen di dalam Tanah Ultisol.....   | 10             |
| 2.3 <i>Quantity/Intensity</i> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....                                  | 11             |
| 2.4 Pengaruh Pemberian Bahan Organik terhadap<br>Parameter Q/I NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ..... | 12             |
| 2.5 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar<br>terhadap Nitrogen Terangkut .....        | 13             |
| 2.6 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam terhadap Produksi<br>Padi Gogo.....                     | 14             |
| 2.7 Pengaruh Pemberian Biochar terhadap Produksi<br>Padi Gogo.....                                | 14             |
| <br>  |                |
| <b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....   | <b>16</b>      |
| 3.1 Waktu dan Tempat .....  | 16             |
| 3.2 Sejarah Lahan Penelitian.....   | 16             |
| 3.3 Alat dan Bahan.....   | 16             |
| 3.4 Metode Penelitian di Lapangan .....   | 17             |
| 3.5 Pelaksanaan Penelitian di Lapangan.....   | 18             |
| 3.5.1 Pengolahan tanah .....  | 18             |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 3.5.2      | Penanaman .....   | 18        |
| 3.5.3      | Pengaplikasian pupuk.....   | 19        |
| 3.5.4      | Pemeliharaan tanaman .....  | 19        |
| 3.5.5      | Panen .....   | 19        |
| 3.5.6      | Pengambilan sampel tanah.....   | 19        |
| 3.5.7      | Pengambilan sampel tanaman .....  | 20        |
| 3.6        | Variabel Pengamatan .....   | 20        |
| 3.6.1      | Variabel Utama .....  | 20        |
| 3.6.2      | Variabel Pendukung .....  | 23        |
| 3.7        | Analisis Data.....  | 23        |
| 3.7.1      | Uji Statistika.....   | 23        |
| 3.7.2      | Uji Student-t.....  | 24        |
| 3.7.3      | Uji Korelasi .....  | 24        |
| <b>IV.</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>25</b> |
| 4.1        | Sifat Kimia Tanah dan Produksi Padi Gogo ( <i>Oryza sativa</i> L.).....   | 25        |
| 4.1.1      | Sifat Kimia Tanah Ultisol Gedung Meneng pada Lahan<br>Tanaman Padi Gogo ( <i>Oryza sativa</i> L.).....                                  | 25        |
| 4.1.2      | Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar<br>terhadap Biomassa Tanaman dan Produksi Padi Gogo<br>( <i>Oryza sativa</i> L.)..... | 27        |
| 4.1.3      | Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar<br>terhadap N Terangkut Tanaman Padi Gogo<br>( <i>Oryza sativa</i> L.).....           | 29        |
| 4.2        | Pengaruh Perlakuan Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar<br>terhadap Perilaku Pertukaran Amonium di dalam Tanah .....                | 31        |
| 4.2.1      | <i>Quantity/Intensity</i> (Q/I) Amonium di Tanah Ultisol Gedung<br>Meneng .....   | 31        |
| 4.2.2      | Signifikansi Parameter Q/I NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....   | 35        |
| 4.2.3      | Korelasi Antara Analisis Tanah dan Tanaman dengan<br>Parameter Q/I.....   | 41        |
| <b>V.</b>  | <b>SIMPULAN DAN SARAN.....</b>  | <b>43</b> |
| 5.1        | Simpulan .....  | 43        |
| 5.2        | Saran .....   | 44        |
|            | <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>45</b> |
|            | <b>LAMPIRAN.....</b>  | <b>52</b> |

## DAFTAR TABEL

| Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| 1. Sifat kimia tanah awal dan akhir pada lahan tanaman padi gogo ( <i>Oryza sativa</i> L.) .....  | 26      |
| 2. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap biomassa berangkasan dan biomassa gabah .....                               | 28      |
| 3. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap N terangkut tanaman padi gogo .....   | 30      |
| 4. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap parameter <i>Quantity/Intensity</i> Q/I .....                               | 33      |
| 5. Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan awal $\text{PBCNH}_4^+$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan $\text{CRNH}_4^0$ .....           | 36      |
| 6. Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan akhir $\text{PBCNH}_4^+$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan $\text{CRNH}_4^0$ .....          | 38      |
| 7. Uji <i>Student-t</i> pada parameter pengamatan awal dan akhir $\text{PBCNH}_4^+$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan $\text{CRNH}_4^0$ ..... | 40      |
| 8. Uji korelasi awal antara parameter <i>Quantity/Intensity</i> Q/I dengan N terangkut dan produksi padi gogo .....                       | 42      |
| 9. Uji korelasi akhir antara parameter <i>Quantity/Intensity</i> Q/I dengan N terangkut dan produksi tanaman padi gogo .....              | 42      |
| 10. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap bobot 1000 butir gabah kering padi gogo. ....                              | 53      |



|  |    |
|--|----|
| 11. Uji Homogenitas bobot 1000 butir gabah kering padi gogo.....   | 53 |
| 12. Analisis ragam bobot 1000 butir gabah kering padi gogo .....   | 53 |
| 13. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap<br>biomassa kering jerami padi gogo ..... | 54 |
| 14. Uji Homogenitas biomassa kering jerami padi gogo .....   | 54 |
| 15. Analisis ragam biomassa kering jerami padi gogo .....  | 54 |
| 16. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap biomassa<br>gabah padi gogo .....         | 55 |
| 17. Uji Homogenitas biomassa kering gabah padi gogo.....   | 55 |
| 18. Analisis ragam biomassa kering gabah padi gogo .....   | 55 |
| 19. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap N-total<br>jerami padi gogo. ....         | 56 |
| 20. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap N-total<br>gabah padi gogo.....           | 56 |
| 21. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap N<br>terangkut jerami padi gogo .....     | 56 |
| 22. Uji Homogenitas N terangkut jerami padi gogo .....   | 57 |
| 23. Analisis ragam N terangkut jerami padi gogo .....  | 57 |
| 24. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap N<br>terangkut gabah padi gogo .....      | 57 |
| 25. Uji Homogenitas N terangkut gabah padi gogo.....   | 58 |
| 26. Analisis ragam N terangkut gabah padi gogo .....   | 58 |
| 27. Pengaruh perlakuan pupuk kandang ayam dan biochar terhadap N<br>terangkut total padi gogo .....      | 58 |

|  |    |
|--|----|
| 28. Uji Homogenitas N terangkut gabah padi gogo.....   | 59 |
| 29. Analisis ragam N terangkut gabah padi gogo .....   | 59 |
| 30. Parameter $\text{NH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^+$ , dan Ca pada perlakuan B0 (Pupuk dasar) awal.....   | 60 |
| 31. Parameter $\text{PBCNH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^0$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG pada perlakuan B0 (Pupuk dasar) awal.....  | 61 |
| 32. Parameter $\text{NH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^+$ , dan Ca pada perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal.....   | 62 |
| 33. Parameter $\text{PBCNH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^0$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG pada perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal.....                                      | 63 |
| 34. Parameter $\text{NH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^+$ , dan Ca pada perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal.....   | 64 |
| 35. Parameter $\text{PBCNH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^0$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG pada perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal.....                                | 65 |
| 36. Parameter $\text{NH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^+$ , dan Ca pada perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang 5 t ha <sup>-1</sup> dan Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal.....                          | 66 |
| 37. Parameter $\text{PBCNH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^0$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG pada perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal..... | 67 |
| 38. Parameter $\text{NH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^+$ , dan Ca pada perlakuan B0 (Pupuk dasar) akhir .....   | 68 |
| 39. Parameter $\text{PBCNH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^0$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG pada perlakuan B0 (Pupuk dasar) akhir .....  | 69 |
| 40. Parameter $\text{NH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^+$ , dan Ca pada perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....   | 70 |
| 41. Parameter $\text{PBCNH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^0$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG pada perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....                                    | 71 |

|   |    |
|---|----|
| 42. Parameter $\text{NH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^+$ , dan Ca pada perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....  | 72 |
| 43. Parameter $\text{PBCNH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^0$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG pada perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....   | 73 |
| 44. Parameter $\text{NH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^+$ , dan Ca pada perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....  | 74 |
| 45. Parameter $\text{PBCNH}_4^+$ , $\text{CRNH}_4^0$ , $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG pada perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....                        | 75 |
| 46. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 76 |
| 47. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 76 |
| 48. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 77 |
| 49. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ awal perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 77 |
| 50. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ awal perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....              | 78 |
| 51. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ awal perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> dan Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) ..... | 78 |
| 52. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 79 |
| 53. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar +) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 79 |
| 54. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 80 |

|  |    |
|--|----|
| 55. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ awal perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 80 |
| 56. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ awal perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....            | 81 |
| 57. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ awal perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) ..... | 81 |
| 58. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 82 |
| 59. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 82 |
| 60. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ awal perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 83 |
| 61. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ awal perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ).....  | 83 |
| 62. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ awal perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> dan Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....              | 84 |
| 63. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ awal perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....     | 84 |
| 64. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ).....   | 85 |
| 65. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 85 |
| 66. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ). .....   | 86 |
| 67. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ akhir perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B2 (Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ).....  | 86 |

|   |    |
|---|----|
| 68. Uji <i>student-t</i> PBCNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> akhir perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....              | 87 |
| 69. Uji <i>student-t</i> PBCNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> akhir perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> dan Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) ..... | 87 |
| 70. Uji <i>student-t</i> ΔNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 88 |
| 71. Uji <i>student-t</i> ΔNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 88 |
| 72. Uji <i>student-t</i> ΔNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 89 |
| 73. Uji <i>student-t</i> ΔNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 89 |
| 74. Uji <i>student-t</i> ΔNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....                | 90 |
| 75. Uji <i>student-t</i> ΔNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> dan Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 90 |
| 76. Uji <i>student-t</i> CRNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 91 |
| 77. Uji <i>student-t</i> CRNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 91 |
| 78. Uji <i>student-t</i> CRNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B0 (Pupuk dasar) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....   | 92 |
| 79. Uji <i>student-t</i> CRNH <sub>4</sub> <sup>0</sup> akhir perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 92 |

|   |    |
|---|----|
| 80. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ akhir perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) .....  | 93 |
| 81. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ akhir perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang Ayam 5 t ha <sup>-1</sup> dan Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ).....  | 93 |
| 82. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ pada perlakuan B0 (Pupuk dasar) awal dan B0 (Pupuk dasar) akhir.....  | 94 |
| 83. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ pada perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir.....  | 94 |
| 84. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ pada perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....   | 95 |
| 85. Uji <i>student-t</i> $\text{PBCNH}_4^+$ pada perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> dan Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> dan Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir ..... | 95 |
| 86. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ pada perlakuan B0 (Pupuk dasar) awal dan B0 (Pupuk dasar) akhir .....  | 96 |
| 87. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ pada perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....  | 96 |
| 88. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ pada perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir .....  | 97 |
| 89. Uji <i>student-t</i> $\Delta\text{NH}_4^0$ pada perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 t ha <sup>-1</sup> + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir.....   | 97 |
| 90. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ pada perlakuan B0 (Pupuk dasar) awal dan B0 (Pupuk dasar) akhir .....  | 98 |
| 91. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ pada perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) awal dan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t ha <sup>-1</sup> ) akhir.....   | 98 |

|  |     |
|--|-----|
| 92. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ pada perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) awal dan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) akhir .....   | 99  |
| 93. Uji <i>student-t</i> $\text{CRNH}_4^0$ pada perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam $5 \text{ t ha}^{-1}$ + Biochar $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) awal dan B3 (Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam $5 \text{ t ha}^{-1}$ + Biochar $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) akhir ..... | 99  |
| 94. Perhitungan uji korelasi awal antara $\text{PBCNH}_4^+$ dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....  | 100 |
| 95. Perhitungan uji korelasi awal antara $\Delta\text{NH}_4^0$ dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....   | 100 |
| 96. Perhitungan uji korelasi awal antara $\text{CRNH}_4^0$ dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....   | 100 |
| 97. Perhitungan uji korelasi awal antara KG dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....  | 101 |
| 98. Perhitungan uji korelasi awal antara KTK dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....   | 101 |
| 99. Perhitungan uji korelasi awal antara $\text{PBCNH}_4^+$ dengan produksi tanaman padi gogo tiap perlakuan .....   | 101 |
| 100. Perhitungan uji korelasi awal antara $\Delta\text{NH}_4^0$ dengan produksi tanaman padi gogo tiap perlakuan .....   | 102 |
| 101. Perhitungan uji korelasi awal antara $\text{CRNH}_4^0$ dengan produksi tanaman padi gogo tiap perlakuan .....   | 102 |
| 102. Perhitungan uji korelasi awal antara KG dengan produksi tanaman padi gogo tiap perlakuan .....  | 102 |
| 103. Perhitungan uji korelasi awal antara KTK dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....  | 103 |
| 104. Perhitungan uji korelasi akhir antara $\text{PBCNH}_4^+$ dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....  | 103 |

|  |     |
|--|-----|
| 105. Perhitungan uji korelasi akhir antara $\Delta\text{NH}_4^0$ dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan ..... | 103 |
| 106. Perhitungan uji korelasi akhir antara $\text{CRNH}_4^0$ dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....     | 104 |
| 107. Perhitungan uji korelasi akhir antara KG dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....                    | 104 |
| 108. Perhitungan uji korelasi akhir antara KTK dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....                   | 104 |
| 109. Perhitungan uji korelasi akhir antara $\text{PBCNH}_4^+$ dengan produksi tanaman padi gogo tiap perlakuan .....       | 105 |
| 110. Perhitungan uji korelasi akhir antara $\Delta\text{NH}_4^0$ dengan produksi tanaman padi gogo tiap perlakuan .....    | 105 |
| 111. Perhitungan uji korelasi akhir antara $\text{CRNH}_4^0$ dengan produksi tanaman padi gogo tiap perlakuan .....        | 105 |
| 112. Perhitungan uji korelasi akhir antara KG dengan produksi tanaman padi gogo tiap perlakuan .....                       | 106 |
| 113. Perhitungan uji korelasi akhir antara KTK dengan N terangkut tanaman padi gogo tiap perlakuan .....                   | 106 |



## DAFTAR GAMBAR

| Gambar  | Halaman |
|---|---------|
| 1. Kurva Ideal Q/I $\text{NH}_4^+$ .....  | 7       |
| 2. Denah Petak Perlakuan .....  | 17      |
| 3. Penanaman Padi Gogo dengan Sistem Jajar Legowo .....   | 18      |
| 4. Kurva Q/I $\text{NH}_4^+$ pada Tanah Ultisol Sebelum Tanam Padi Gogo .....   | 32      |
| 5. Kurva Q/I $\text{NH}_4^+$ pada Tanah Ultisol Setelah Panen Padi Gogo.....  | 32      |
| 6. Grafik hubungan antara $\text{CRNH}_4^+$ dengan $\Delta\text{NH}_4^+$ dalam larutan kesetimbangan perlakuan B0 (Pupuk dasar) awal.....   | 61      |
| 7. Grafik hubungan antara $\text{CRNH}_4^+$ dengan $\Delta\text{NH}_4^+$ dalam larutan kesetimbangan perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t $\text{ha}^{-1}$ ) awal .....  | 63      |
| 8. Grafik hubungan antara $\text{CRNH}_4^+$ dengan $\Delta\text{NH}_4^+$ dalam larutan kesetimbangan perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang 5 t $\text{ha}^{-1}$ ) awal .....                                  | 65      |
| 9. Grafik hubungan antara $\text{CRNH}_4^+$ dengan $\Delta\text{NH}_4^+$ dalam larutan kesetimbangan perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang 5 t $\text{ha}^{-1}$ dan Biochar 5 t $\text{ha}^{-1}$ ) awal ..... | 67      |
| 10. Grafik hubungan antara $\text{CRNH}_4^+$ dengan $\Delta\text{NH}_4^+$ dalam larutan kesetimbangan perlakuan B0 (Pupuk dasar) akhir.....   | 69      |
| 11. Grafik hubungan antara $\text{CRNH}_4^+$ dengan $\Delta\text{NH}_4^+$ dalam larutan kesetimbangan perlakuan B1 (Pupuk dasar + Biochar 5 t $\text{ha}^{-1}$ ) akhir.....                                       | 71      |

12. Grafik hubungan antara  $CRNH_4^+$  dengan  $\Delta NH_4^+$  dalam larutan kesetimbangan perlakuan B2 (Pupuk dasar + Pupuk kandang  $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) akhir ..... 73
13. Grafik hubungan antara  $CRNH_4^+$  dengan  $\Delta NH_4^+$  dalam larutan kesetimbangan perlakuan B3 (Pupuk dasar + Pupuk Kandang  $5 \text{ t ha}^{-1}$  dan Biochar  $5 \text{ t ha}^{-1}$ ) akhir..... 75

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu negara yang menjadikan padi sebagai sumber makanan pokok adalah Indonesia. Padi sebagai penghasil beras menjadi sumber karbohidrat bagi masyarakat Indonesia menjadikan tanaman ini merupakan tanaman yang memiliki prospek dan nilai ekonomi yang tinggi untuk dikembangkan. Pada tahun 2019, produksi padi di Indonesia mencapai 54,60 juta ton Gabah Kering Giling atau 65% dari target indikator kinerja Indonesia. Namun produksi padi pada tahun 2019 ini mengalami penurunan sebesar 7,76% dari produksi tahun 2018 (59,20 juta ton Gabah Kering Giling). Penurunan produksi padi ini dapat disebabkan karena terjadinya musim kemarau yang panjang di tahun 2019 dan mengakibatkan ketersediaan air di tanah berkurang yang berdampak besar terhadap ketersediaan air untuk lahan sawah (Direktur Jenderal Tanaman Pangan, 2020). Untuk mengatasi hal tersebut, program perluasan areal tanam padi gogo di lahan bukaan baru dan pemanfaatan lahan kosong di areal perkebunan dan hutan mulai ditingkatkan (Sumarno dan Hidayat, 2007). Namun demikian, lahan-lahan yang tersedia untuk digunakan sebagai areal tanam pada umumnya merupakan lahan-lahan yang memiliki tingkat kesuburan yang rendah, sehingga diperlukan upaya-upaya untuk meningkatkan kesuburan tanahnya yang dikenal dengan upaya intensifikasi lahan.

Provinsi Lampung melakukan upaya peningkatan produktivitas tanaman padi gogo dengan melakukan upaya intensifikasi di lahan-lahan kering, seperti pada jenis tanah Ultisol. Jenis tanah ini tersebar luas di Provinsi Lampung yang mencapai luasan 45,79 juta ha. Tanah Ultisol merupakan jenis tanah yang

memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah karena tanah ini memiliki pH tanah yang rendah, kandungan bahan organik dan unsur hara yang rendah (Subagyo, dkk., 2004). Hal ini menyebabkan dalam pemanfaatannya diperlukan upaya-upaya untuk meningkatkan kesuburan tanahnya, diantaranya adalah dengan pemberian bahan organik seperti pupuk kandang ayam dan biochar.

Pupuk kandang ayam merupakan salah satu sumber bahan organik yang memiliki kandungan unsur hara Nitrogen yang tinggi. Pupuk ini merupakan jenis pupuk panas yang artinya adalah pupuk yang penguraiannya dilakukan oleh jasad renik tanah berjalan dengan cepat, sehingga unsur hara yang terkandung di dalam pupuk kandang tersebut dapat dengan cepat dimanfaatkan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Pupuk kandang ayam memiliki kandungan unsur N yang sangat tinggi yaitu 2,71 % dibandingkan dengan pupuk yang berasal dari kotoran hewan lainnya (Laude dan Tambing, 2010). Pupuk kandang ayam berpengaruh dalam peningkatan pH tanah, N-total, dan P tersedia (Abdillah, dkk., 2018). Biochar merupakan bahan amelioran yang potensial digunakan untuk rehabilitasi lahan kering masam karena mampu bertahan lama dalam tanah dan memiliki efek residu beberapa musim tanam (Fraser 2010; Cornelissen, dkk., 2018). Pemberian biochar juga diperoleh hasil yang nyata terhadap nilai kandungan N-mineral (Amonium,  $\text{NH}_4^+$ ) pada tanah. Peningkatan kandungan Amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) di dalam tanah diduga karena proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan metabolisme bakteri berlangsung dengan baik (Ningtias, dkk., 2015). Selain meningkatkan  $\text{NH}_4^+$  dalam tanah biochar juga dapat meningkatkan pH tanah sehingga serapan N pada tanaman juga meningkat.

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro esensial bagi tanaman. Bentuk tersedia dari unsur hara ini di larutan tanah yaitu  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$  (Benbi dan Richter, 2002). Sebagian besar nitrogen, baik yang berasal dari pupuk organik maupun pupuk kimia seperti urea, terkonversi menjadi bentuk  $\text{NH}_4^+$  yang teradsorpsi di koloid tanah, tetapi  $\text{NH}_4^+$  di dalam larutan tanah dapat teroksidasi menjadi  $\text{NO}_3^-$  (Lumbanraja, dkk., 1997). Ketersediaan N dalam tanah yang sangat labil (mudah berubah) sangat berkaitan erat dengan

perilaku pertukaran kation dan juga ketersediaan kation tersebut di dalam tanah. Hal inilah yang menyebabkan hara nitrogen berkaitan erat dengan keberadaan bahan organik, dimana pemupukan organik akan meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara N dalam tanah (Wang dan Alva, 2000).

Ketersediaan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) di dalam tanah masam sangat sedikit sehingga untuk meningkatkan kapasitas jerapan  $\text{NH}_4^+$  pada tanah perlu diberikan bahan organik. Pemberian bahan organik mampu meningkatkan KTK (sumber) dan meningkatkan kapasitas penyangga tanah sehingga dapat menjerap unsur hara  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{K}^+$  menjadi tersedia di dalam larutan tanah pada saat keadaan tanah lembab (Wang dan Alva, 2000). Ketersediaan amonium di larutan tanah berhubungan dengan adsorpsi (kuantitas – Q) dan terlarut (intensitas – I) amonium dengan kapasitas penyangga tanah ( $\text{PBCNH}_4$ ) (Wang dan Alva, 2000; Ajiboye, dkk., 2015). Konsep Q/I menjelaskan tentang pertukaran kation dan menghasilkan kapasitas penyangga yaitu kemampuan koloid tanah dalam mempertahankan dan melepaskan kation di dalam tanah (Shengxiang, 1998; Lumbanraja, 2017).

Dalam hubungan ini perlu dilakukan penelitian mengenai perilaku hara Nitrogen yang berkaitan dengan tanaman padi gogo akibat pemberian bahan organik yaitu pupuk kandang ayam dan biochar. Penggunaan bahan organik ini digunakan untuk melihat ketersediaan N terpanen dan *quantity/intensity*  $\text{NH}_4^+$  pada tanaman padi gogo di tanah Ultisol Gedung Meneng.

## 1.2 Rumusan Masalah

Terdapat rumusan masalah dalam penelitian ini

1. Apakah terdapat pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan biochar terhadap parameter Q/I  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{CRNH}_4^0$ ,  $\text{PBCNH}_4^+$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG) pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol?

2. Apakah pemberian pupuk kandang ayam dan biochar dapat berpengaruh terhadap produksi dan N terangkut pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol?
3. Apakah terdapat korelasi parameter  $Q/I \text{ NH}_4^+$  ( $\text{CRNH}_4^0$ ,  $\text{PBCNH}_4^+$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG) dan KTK dengan produksi dan N terangkut akibat pemberian pupuk kandang ayam dan biochar pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menetapkan dan mempelajari pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan biochar terhadap parameter  $Q/I \text{ NH}_4^+$  ( $\text{CRNH}_4^0$ ,  $\text{PBCNH}_4^+$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG) pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol.
2. Menetapkan dan mempelajari pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan biochar terhadap produksi dan N terangkut pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol.
3. Menetapkan dan mempelajari hubungan antara parameter  $Q/I \text{ NH}_4^+$  ( $\text{CRNH}_4^0$ ,  $\text{PBCNH}_4^+$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG) dan KTK dengan produksi dan N terangkut akibat pemberian pupuk kandang ayam dan biochar pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol.

### 1.4 Kerangka Pemikiran

Dominasi tanah Ultisol di sebagian besar wilayah Indonesia menimbulkan masalah tersendiri dalam hal pencapaian produktivitas pertanian dan perkebunan yang optimal. Jenis tanah ini dicirikan dengan agregat kurang stabil, permeabilitas, bahan organik dan tingkat kebasahan rendah. Tekstur tanah berlempung, mengandung mineral sekunder kaolinit yang sedikit tercampur gipsit dan montmorilonit, pH tanah rata-rata 4,2-4,8. Sifat-sifatnya inilah yang menyebabkan tanah Ultisol tergolong tanah yang tidak subur. Peningkatan produksi tanaman di tanah Ultisol ini, seperti pada tanaman jagung, tidak cukup hanya dengan memberikan pupuk sebagai sumber hara karena pupuk tersebut

tidak akan efektif bila pH tanah masih dibawah 4,5 (Sujana dan Pura, 2015).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan pemberian bahan organik seperti pupuk kandang ayam dan biochar. Menurut Handayanto dan Hairiah (2009) bahan organik penting ditambahkan ke tanah-tanah pertanian karena memiliki peranan yang besar dalam memperbaiki kesuburan tanah. Bahan organik mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan ketersediaan berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman, salah satunya adalah nitrogen. Hal ini dikarenakan hasil dekomposisi bahan organik selain mampu menyumbangkan bahan organik dan unsur hara ke dalam tanah, juga mampu menyumbangkan koloid organik tanah yang memiliki peranan dalam mengikat ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) karena koloid tanah bermuatan negatif dan ammonium bermuatan positif sehingga perbedaan inilah yang menyebabkan ion ammonium tidak mudah hilang dalam proses pencucian.

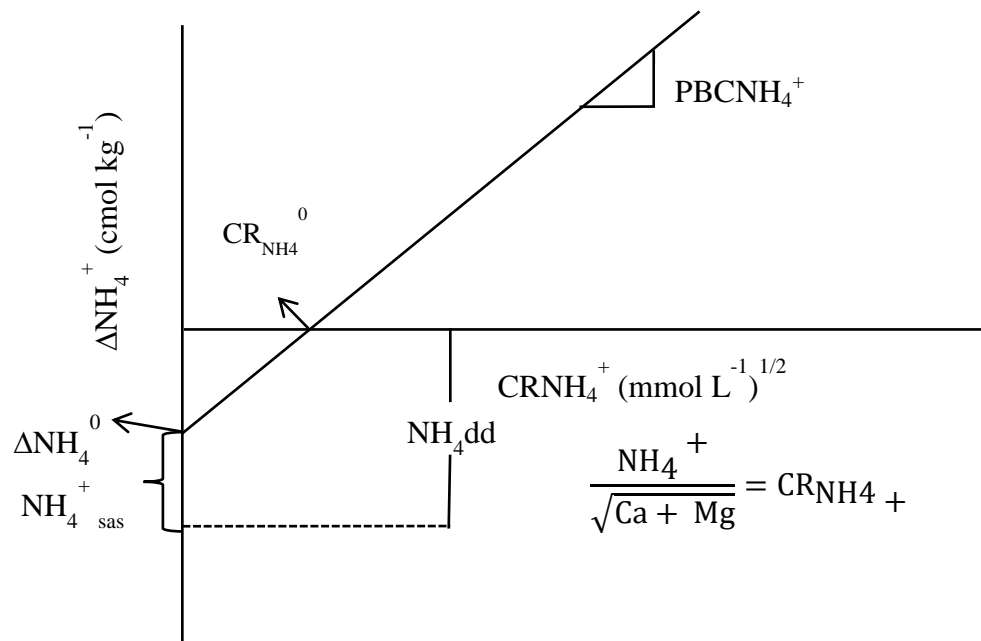
Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi. Sumber N selain berasal dari pupuk juga dapat berasal dari dalam bentuk bahan organik yang sebagian besar dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  dan terikat oleh koloid liat tanah sehingga kurang tersedia, sedangkan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) tidak terjerap sehingga mudah hilang atau tercuci.  $\text{NO}_3^-$  juga hilang dari tanah karena terjadi proses denitrifikasi (Kesuma, 2009). Sifat labil dari N ini harus diatasi dengan strategi yang tepat, baik berupa pemupukan berkala dan pemberian bahan organik tanah agar ketersediaan dari  $\text{NH}_4^+$  terjaga (Wang dan Alva, 2000 dan Handayanto dan Hairiah, 2009).

Pupuk kandang ayam dan biochar diketahui mampu meningkatkan ketersediaan N tanah. Pemberian pupuk kandang ayam mampu menghasilkan perbedaan nyata terhadap N-total tanah (Sari dan Arifandi, 2019). Biochar juga mampu meningkatkan N-total pada tanah yang digunakan untuk tanaman sehingga mampu meningkatkan serapan N pada daun (Lehmann dan Josep, 2009). Peranan koloid organik tanah yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik yaitu mampu mengikat ion-ion muatan positif karena mengingat bahwa bahan organik

dapat meningkatkan muatan negatif pada koloid tanah. Menurut Siregar (2017) peningkatan nilai KTK dipengaruhi oleh proses dekomposisi masing-masing bahan organik yang menghasilkan senyawa humik yang menyumbangkan koloid-koloid tanah sehingga KTK tanah akan meningkat.

Salah satu cara untuk mengevaluasi ketersediaan  $\text{NH}_4^+$  di dalam tanah menurut Evangelou, dkk. (1986) adalah dengan menentukan potensi kapasitas penyangga  $\text{NH}_4^+$  (Q/I) tanah ( $\text{PBCNH}_4^+$ ). Kapasitas penyangga  $\text{NH}_4^+$  (Q/I) tanah merupakan kemampuan tanah dalam mempertahankan ammonium di larutan tanah sehingga ammonium tersebut dapat tersedia kembali jika berkurang akibat diserap tanaman atau tercuci. Nilai ini menunjukkan bahwa semakin curam grafik maka nilai  $\text{PBCNH}_4^+$  semakin tinggi. Beberapa penelitian mengenai hubungan kuantitas atau intensitas  $\text{NH}_4^+$  di berbagai jenis tanah banyak dilakukan terutama pada lahan kering (Lumbanraja dan Evangelou, 1992; Egashira, dkk., 1998; Wang dan Alva 2000; Evangelou, dkk., 1986). Pemberian bahan organik baik berupa pupuk kandang maupun biochar diketahui dapat mempengaruhi ketersediaan nitrogen di tanah (Abdillah, dkk., 2018, dan Ningtias, dkk., 2015) sehingga tentunya juga akan mempengaruhi kegiatan pertukaran kation pada koloid tanah. Namun informasi tentang kuantitas ataupun intensitas  $\text{NH}_4^+$  di dalam tanah yang diberikan pupuk kandang dan kombinasi dengan biochar belum tersedia. Gambar 1 menunjukkan kurva ideal Q/I  $\text{NH}_4^+$  dimana sumbu x ( $\text{CRNH}_4^+$ ) merupakan konsentrasi rasio ammonium yang ada di dalam larutan tanah dan sumbu y ( $\Delta\text{NH}_4^+$ ) merupakan jumlah ammonium yang ada di koloid tanah. Pada grafik terdapat parameter Q/I  $\text{NH}_4^+$  yang terdiri dari  $\text{PBCNH}_4^+$  yaitu kemampuan tanah dalam mempertahankan  $\text{NH}_4^+$  di larutan tanah sehingga  $\text{NH}_4^+$  tersedia jika berkurang akibat diserap tanaman atau tercuci,  $\text{CRNH}_4^0$  merupakan konsentrasi rasio ammonium dalam keseimbangan atau ammonium yang tersedia dalam tanaman,  $\Delta\text{NH}_4^0$  merupakan konsentrasi ammonium yang ada di koloid tanah.





Gambar 1. Kurva Ideal Q/I  $\text{NH}_4^+$ .  $\Delta\text{NH}_4^+$  = Jumlah  $\text{NH}_4^+$  yang dijerap atau pelepasan  $\text{NH}_4^+$  dari tanah (vertikal);  $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$  = Konsentrasi ratio amonium (horizontal);  $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}^0$  = Keseimbangan konsentrasi ratio amonium;  $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$  = Kapasitas Penyangga  $\text{NH}_4^+$  (*slope*);  $\Delta\text{NH}_4^0$  = Kedudukan non-spesifik  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{NH}_4^0_{\text{dd}}$  =  $\text{NH}_4^+$  dapat ditukar yang diekstrak dengan 1 M KCl;  $\text{NH}_4^0_{\text{sas}}$  = Kedudukan spesifik  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{NH}_4^0_{\text{dd}} - \Delta\text{NH}_4^0$ ) (Lumbanraja, dkk., 2019).

## 1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, maka diperoleh hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat peningkatan terhadap parameter Q/I  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}^0$ ,  $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG) pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol akibat pemberian pupuk kandang ayam dan biochar.
2. Perlakuan kombinasi pupuk kandang ayam dan biochar dapat meningkatkan produksi dan N terangkut pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol.

3. Terdapat korelasi positif parameter Q/I  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{CRNH}_4^0$ ,  $\text{PBCNH}_4^+$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$ , dan KG) dan KTK dengan produksi dan N terangkut akibat pemberian pupuk kandang ayam dan biochar pada pertanaman padi gogo di tanah Ultisol.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tanaman Padi Gogo**

Padi gogo merupakan salah satu padi yang ditanam pada lahan kering. Kelebihan padi gogo daripada padi yang lainnya yaitu tahan terhadap serangan penyakit blas dan dapat lebih adaptif pada lahan kering. Sedangkan kekurangannya yaitu masih sedikit peminat untuk mengonsumsi padi gogo daripada padi sawah (Malik, 2017). Padi gogo sangat toleran terhadap kekurangan air dan kekeringan (Zu, dkk., 2017).

Tanaman padi mempunyai perkembangan akar padi kira-kira 5-6 hari setelah berkecambah. Akar keluar dari batang yang masih pendek yaitu berupa akar serabut yang pertama dan sejak ini perkembangan akar-akar serabut tumbuh teratur. Pada saat permulaan batang mulai bertunas (kira-kira umur 15 hari), akar serabut berkembang dengan pesat. Letak susunan akar tidak dalam, kira-kira pada kedalaman 20-30 cm (Norsalis, 2011).

Batang tanaman padi tersusun dari rangkaian ruas-ruas dan antara ruas yang satu dengan yang lainnya dipisah oleh suatu buku. Ruas batang padi didalamnya berongga dan bentuknya bulat. Dari atas ke bawah, ruas batang itu makin pendek. Ruas-ruas yang terpendek terdapat di bagian bawah dari batang dan ruas-ruas ini praktis tidak dapat dibedakan sebagai ruas-ruas yang berdiri sendiri (Herawati, 2012).

Daun padi terdiri dari helai daun yang berbentuk memanjang seperti pita dan pelepah daun yang menyelubungi batang. Pada perbatasan antara helai daun dan upih terdapat lidah daun. Panjang dan lebar dari helai daun tergantung kepada

varietas padi yang ditanam dan letaknya pada batang. Daun ketiga dari atas biasanya merupakan daun terpanjang. Daun bendera mempunyai panjang daun terpendek dan dengan lebar daun yang terbesar. Banyak daun dan besar sudut yang dibentuk antara daun bendera dengan malai, tergantung kepada varietas-varietas padi yang ditanam. Besar sudut yang dibentuk dapat kurang dari 90° atau lebih dari 90° (Norsalis, 2011).

Temperatur yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman padi yaitu 20-35°C. Temperatur yang rendah dan kelembaban yang tinggi pada waktu pembungaan akan mengganggu proses pematangan dan pembentukan biji. Padi gogo dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, sehingga jenis tanah tidak begitu berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo. Faktor tanah yang lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil adalah tingkat kesuburannya. Struktur tanah yang sesuai untuk tanaman padi gogo ialah struktur tanah yang remah. Kemasaman (pH) tanah bervariasi dari 5,5-8,0. Pada pH tanah yang lebih rendah pada umumnya dijumpai gangguan kekahatan unsur P, keracunan Fe dan Al, sedangkan bila pH lebih besar dari 8,0 dapat mengalami kekahatan Zn (Norsalis, 2011).

## **2.2 Ketersediaan Nitrogen di Tanah Ultisol**

Ultisol merupakan tanah yang memiliki masalah keasaman tanah, bahan organik rendah dan nutrisi makro rendah dan memiliki ketersediaan N sangat rendah (Fitriatin, dkk., 2014). Tanah Ultisol bereaksi masam, memiliki kandungan C-organik, N-total, P tersedia, basa-basa dapat ditukar dan KTK yang rendah serta memiliki kejenuhan Al yang tinggi (Yulia, 2018).

Rendahnya kandungan N-total pada masing-masing sub grup Ultisol disebabkan karena rendahnya kandungan C-organik tanah, hilangnya akibat dari pencucian, penguapan ke udara, dan terangkut panen. Hilangnya N dari tanah disebabkan karena digunakan oleh tanaman atau mikroorganisme. Penurunan jumlah karbon di dalam tanah dapat disebabkan oleh pemanenan kayu/pohon, pembakaran sisa-sisa tumbuhan, peningkatan dekomposisi, pengembalian yang kurang dari C-

organik, dan lain-lain (Rahmi dan Biantary, 2014). Unsur Nitrogen yang ada di dalam tanah yaitu dalam bentuk ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ).

Rendahnya kandungan unsur N dalam tanah dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Pada tanaman yang mengalami kekahatan unsur N maka pada jaringan tua akan menguning dan jika kekahatan terus berlanjut maka keseluruhan tanaman akan menguning, layu, dan mati. Dampak lainnya yaitu dapat mengakibatkan rendahnya produksi bobot kering tanaman. Sumber utama nitrogen tanah adalah bahan organik yang kemudian akan mengalami proses mineralisasi sehingga menjadi tersedia untuk diserap oleh tanaman (Chorn, 2004). Menurut Naritatih, dkk. (2013), pupuk kandang ayam lebih cepat terdekomposisi dan menyediakan N lebih cepat dalam tanah Ultisol.

### 2.3 *Quantity/Intensity* $\text{NH}_4^+$

Kapasitas ketersediaan  $\text{NH}_4^+$  pada tanah dapat ditunjukkan dari hubungan *Quantity and Intensity* (Q/I). *Quantity* adalah fraksi labil  $\text{NH}_4^+$  yang diadsorpsi oleh tanah, sedangkan *Intensity*  $\text{NH}_4^+$  adalah jumlah ammonium di dalam larutan tanah (Shengxiang, 1998). Metode Q/I digunakan untuk melihat hubungan ketersediaan  $\text{NH}_4^+$  di koloid tanah dengan  $\text{NH}_4^+$  dalam larutan tanah, karena didalam tanah ketersediaan N diserap tanaman dan tercuci terkait dengan  $\text{NH}_4^+$  adsorpsi dan desorpsi kapasitas tanah yang masih labil karena N mudah hilang (Avnimelech dan Laher, 1977; Fenn, dkk., 1982; Wang dan Alva, 2000). C-organik berkorelasi positif dengan potensi penyangga kapasitas  $\text{NH}_4^+$  labil di tanah (Wang dan Alva, 2000).

Konsep *quantity/intensity* menggambarkan hubungan antara ion-ion yang dapat ditukar pada koloid tanah dan keseimbangan konsentrasi di larutan tanah (Koenig dan Pan, 1996). Hubungan (Q/I) ini dipelajari atau digunakan dalam beberapa penelitian untuk evaluasi ketersediaan  $\text{K}^+$  dan  $\text{NH}_4^+$  (Egashira, dkk., 1998). Teknik pembelajaran (Q/I) digunakan untuk melihat keseimbangan  $\text{NH}_4^+$  dan pelepasan  $\text{NH}_4^+$  tidak dapat ditukar (Thompson dan Blackhamer, 1992).

Masalah ketersediaan amonium di dalam larutan tanah berhubungan dengan keberadaan teradsorpsi (kuantitas - Q) dan yang berada dalam keseimbangan dengan kation lain di dalam larutan tanah (intensitas - I) yang digambarkan oleh kapasitas penyangga tanah (*potensial buffering capacity*). Konsep kuantitas/intensitas (Q/I) menjelaskan tentang pertukaran kation. Hubungan kuantitas/intensitas (Q/I) akan menghasilkan Kapasitas Penyangga ( $PBCNH_4^+$ ) yang merupakan kemampuan koloid tanah dalam mempertahankan kation di dalam tanah (Lumbanraja dan Evangelou, 1992).

#### **2.4 Pengaruh Pemberian Bahan Organik Terhadap Parameter Q/I $NH_4^+$**

Nilai  $PBCNH_4^+$  (kapasitas penyangga) tinggi menunjukkan kemampuan penjerapan  $NH_4^+$  yang tinggi pula sehingga  $NH_4^+$  tidak mudah lepas dari koloid tanah. Berdasarkan hasil penelitian Lumbanraja, dkk. (2019), perlakuan tanpa pemupukan memiliki nilai  $PBCNH_4^+$  yang lebih tinggi daripada tanah yang diberi perlakuan pupuk organik maupun pupuk anorganik. Tanah yang diberi perlakuan pupuk organik belum menunjukkan peningkatan nilai  $PBCNH_4^+$  yang ada di dalam tanah. Hal ini dikarenakan nilai KTK rendah, nilai  $PBCNH_4^+$  sebanding dengan nilai KTK (Tisdale, dkk., 1985). Nilai  $PBCNH_4^+$  berbanding lurus dengan nilai KG, semakin tinggi nilai KG maka  $NH_4^+$  akan bertahan dari pencucian terutama di tanah dengan curah hujan tinggi (Lumbanraja, dkk., 1993).

$CRNH_4^0$  merupakan intensitas  $NH_4^+$  dalam keadaan kesetimbangan atau nilai yang mencerminkan ketersediaan  $NH_4^+$  untuk tanaman. Berdasarkan penelitian Lumbanraja, dkk. (2019), perlakuan dengan pupuk NPK diperoleh nilai  $CRNH_4^0$  lebih tinggi daripada perlakuan pupuk organik. Hal ini karena  $NH_4^+$  di dalam larutan tanah terjerap oleh bahan organik karena bahan organik meningkatkan adsorpsi kation (Wang dan Huang, 2001).  $\Delta NH_4^0$  merupakan kemampuan koloid tanah dalam menjerap  $NH_4^+$ . Berdasarkan penelitian Lumbanraja, dkk. (2019), pemberian bahan organik belum mampu meningkatkan nilai  $\Delta NH_4^0$ , hal ini karena  $NH_4^+$  dijerap oleh bahan organik.

## 2.5 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Biochar terhadap Nitrogen Terangkut

Penelitian Sari dan Arifandi (2019) menyatakan bahwa perlakuan pupuk kandang ayam berbeda nyata terhadap N-total tanah. Menurut Kidinda, dkk. (2015), kotoran ayam memiliki potensi untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman. Penelitian ini menunjukkan pemberian pupuk kandang kotoran ayam meningkatkan N-total tanah serta serapan hara nitrogen yang tinggi. Pupuk kandang ayam merupakan sumber nitrogen yang mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen hingga 50 %, namun pengaruh dari peningkatan nitrogen tanah tersebut baru akan terlihat setelah 4 minggu aplikasi. Hal ini karena pupuk kandang merupakan pupuk organik yang bekerja *slow release* atau sediaan hara perlahan (Perkasa, dkk., 2016).

Biochar sebagai bahan pembenah tanah, maka biochar banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan pada tanah. Pemberian biochar sendiri dapat meningkatkan pH pada tanah masam (Solaiman dan Anawar, 2015). Peranan biochar pada lahan kering masam telah banyak diteliti untuk meningkatkan pH tanah retensi hara, retensi air, dan produktivitas tanaman (Nurida, 2019). Biochar mampu meningkatkan jumlah N-total pada tanah yang digunakan tanaman untuk memenuhi kebutuhan unsur hara pada masa vegetatif. Pemberian biochar mampu meningkatkan serapan N pada daun (Lehmann dan Josep, 2009).

Menurut Nuryani (2010), sistem pertanian terbaik adalah dengan kombinasi pupuk organik dan anorganik (sistem pertanian semiorganik) karena mencakup perbaikan sifat fisik dan kimia tanah, tetapi pertanian organik menjanjikan kelestarian lingkungan yang lebih baik karena paling rendah menguras hara N, P, K dari dalam tanah. Semakin meningkatnya serapan hara Nitrogen maka cenderung menurunkan N-total yang ada pada tanah. Hasil penelitian Nuryani (2010) menyatakan bahwa penambahan pupuk organik berfungsi menaikkan pH tanah, meningkatkan KTK dan ketersediaan N, P, K tanah, dan juga meningkatkan serapan hara N, P, K dan hasil tanaman padi, berat kering, nisbah serapan N, P, K.

Kadar bahan organik dan serapan hara N, P, K tertinggi dicapai oleh sistem pertanian semiorganik.

## **2.6 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Terhadap Produksi Padi Gogo**

Pupuk organik termasuk pupuk kandang, kotoran domba dan kotoran unggas dapat digunakan untuk produksi tanaman sebagai pengganti pupuk kimia karena pentingnya pupuk organik tidak dapat diabaikan. Sekarang ini, minat Penggunaan pupuk organik semakin meningkat karena berkurangnya kesuburan tanah (Hamma dan Ibrahim, 2013). Kotoran unggas merupakan pupuk organik yang sangat baik karena mengandung nitrogen, fosfor, kalium, dan nutrisi penting lainnya yang tinggi (Mehdizadeh, dkk., 2013).

Menurut Arifiani, dkk. (2018), perlakuan jenis pupuk kandang akan memberikan perbedaan yang nyata terhadap jumlah anakan, jumlah anakan produktif dan bobot gabah kering per rumpun. Pemberian pupuk kandang ayam broiler  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  dapat menghasilkan gabah kering panen secara konsisten karena pengaruh pupuk kandang ayam terhadap jumlah malai per rumpun, jumlah bulir per rumpun dan jumlah bulir bernas per rumpun pada padi gogo (Maulana dan Suswana, 2018).

Arfani, dkk. (2020), menyatakan bahwa perlakuan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman padi pada gogo umur 8 MST. Tanaman padi gogo tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk kandang ayam  $15 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam mampu memberikan kontribusi dalam menyediakan sebagian hara yang dibutuhkan oleh tanaman padi gogo dalam proses pertumbuhannya. Perlakuan pupuk kandang ayam juga berpengaruh nyata terhadap bobot 1000 butir gabah padi gogo. Bobot 1000 butir gabah tertinggi diperoleh pada perlakuan  $15 \text{ Mg ha}^{-1}$  pupuk kandang ayam.

## **2.7 Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Produksi Padi Gogo**

Biochar adalah arang yang digunakan sebagai pembenah tanah yang berasal dari bahan baku limbah organik seperti sisa gergajian kayu atau sisa tanaman



(Lehmann dan Joseph, 2009). Biochar dapat sebagai sarana untuk meningkatkan penyerapan karbon dalam ekosistem yang dikelola (Woolf, dkk., 2010). Sifat kimia dan fisik arang sangat bervariasi tergantung pada bahan baku yang digunakan, kondisi pirolisis, serta pelapukan, pH biochar dapat bervariasi dari 6-11 (Enders, 2012).

Biochar sebagai bahan pembenah tanah, maka biochar banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan pada tanah. Pemberian biochar sendiri dapat meningkatkan pH pada tanah masam (Solaiman dan Anawar, 2015). Peranan biochar pada lahan kering masam telah banyak diteliti untuk meningkatkan pH tanah retensi hara, retensi air, dan produktivitas tanaman (Nurida, 2019). Selain itu, biochar mampu bertahan lama di dalam tanah atau mempunyai efek residu yang relatif lama (Fraser, 2010) dan relatif tahan terhadap mikroorganisme sehingga proses dekomposisi berjalan lambat. Efek residu biochar mampu bertahan hingga 3-4 musim tanam (Cornelisson, dkk., 2018).

Biochar dapat membuat tanaman memiliki tinggi tanaman maksimum, jumlah daun maksimum, serta dapat mengeluarkan bunga jantan dan betina (Lelu, dkk., 2018). Menurut Nurida, dkk. (2019), aplikasi biochar dosis  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  dan  $15 \text{ Mg ha}^{-1}$  berpengaruh nyata meningkatkan tinggi tanaman padi gogo dan jumlah anakan pada musim tanam kedua dan ketiga. Efek residu biochar sangat nyata terlihat pada musim tanam kedua dan ketiga, terutama pada pemberian dengan dosis  $15 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Pemberian biochar dosis  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  dan  $15 \text{ Mg ha}^{-1}$  pada musim tanam pertama mampu mendukung pertumbuhan padi gogo hingga musim tanam ke-4. Pemberian biochar mampu meningkatkan hasil gabah dan lahan lebih produktif. Perbedaan bahan biochar sebagai amelioran memberikan respon yang berbeda terhadap bobot gabah kering panen. Bobot gabah kering panen meningkat secara nyata dengan pemberian biochar baik dosis  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  maupun  $15 \text{ Mg ha}^{-1}$  selama empat musim tanam

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Percobaan lapang dilakukan di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Mei - Agustus 2021 dan analisis tanah tanaman dan percobaan Q/I  $\text{NH}_4^+$  dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan September 2021 - April 2022.

#### 3.2 Sejarah Lahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan lahan berkelanjutan, sebelumnya pada tahun 2020 yaitu musim tanam ke-1 dengan komoditas tanaman yang digunakan adalah tanaman jagung (*Zea mays* L.). Perlakuan yang digunakan pada musim tanam ke-1 yaitu P0 = pupuk dasar (kontrol), P1 = pupuk dasar + biochar 10 Mg ha<sup>-1</sup>, P2 = pupuk dasar + pupuk kandang ayam 10 Mg ha<sup>-1</sup>, dan P3 = pupuk dasar + biochar 10 Mg ha<sup>-1</sup> + pupuk kandang ayam 5 Mg ha<sup>-1</sup>. Dosis pupuk dasar yang digunakan pada penelitian musim tanam ke-1 adalah NPK = 200 kg ha<sup>-1</sup> dan urea = 200 kg ha<sup>-1</sup>.

#### 3.3 Alat dan Bahan

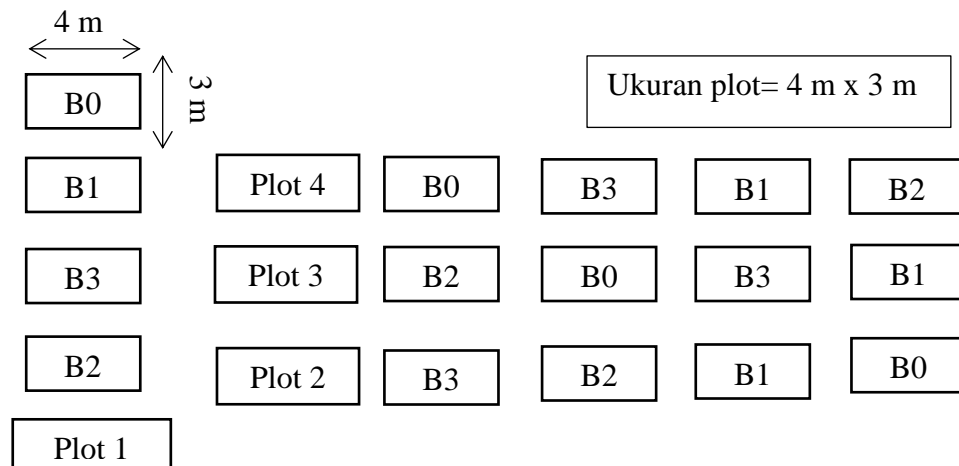
Alat yang digunakan pada saat di lapang yaitu cangkul, koret, sabit, selang air, meteran, dan *logbook*. Sedangkan alat yang digunakan pada saat di laboratorium yaitu ayakan 2 mm, timbangan digital, oven, pH meter, *shaker*, labu *kjeldhal*, alat destruksi, alat destilasi, dan seperangkat buret.

Bahan yang digunakan pada saat di lapang yaitu bibit padi gogo varietas Inpago Unsoed 1, pupuk urea, pupuk SP-36, pupuk KCl, pupuk kandang ayam dan biochar. Sedangkan bahan yang digunakan pada saat di laboratorium yaitu larutan kimia seperti aquades, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub>, indikator *Conway*, asam borat, dan HCl.

### 3.4 Metode Penelitian di Lapangan

Pada percobaan lapang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan.

1. Perlakuan kontrol (Urea: 200 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36: 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl: 100 kg ha<sup>-1</sup>).
2. Perlakuan biochar (Urea: 200 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36: 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl: 100 kg ha<sup>-1</sup>, biochar: 5 Mg ha<sup>-1</sup>).
3. Perlakuan pupuk kandang ayam (Urea: 200 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36: 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl: 100 kg ha<sup>-1</sup>, pupuk kandang ayam: 5 Mg ha<sup>-1</sup>).
4. Perlakuan kombinasi pupuk kandang ayam dan biochar (Urea: 200 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36: 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl: 100 kg ha<sup>-1</sup>, pupuk kandang ayam: 5 Mg ha<sup>-1</sup>, biochar: 5 Mg ha<sup>-1</sup>).



Gambar 2. Denah Petak Perlakuan (B0= Pupuk dasar/kontrol; B1= Pupuk dasar + Biochar 5 Mg ha<sup>-1</sup>; B2= Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 Mg ha<sup>-1</sup>; B3: Pupuk dasar + Pupuk kandang ayam 5 Mg ha<sup>-1</sup> + Biochar 5 Mg ha<sup>-1</sup>).

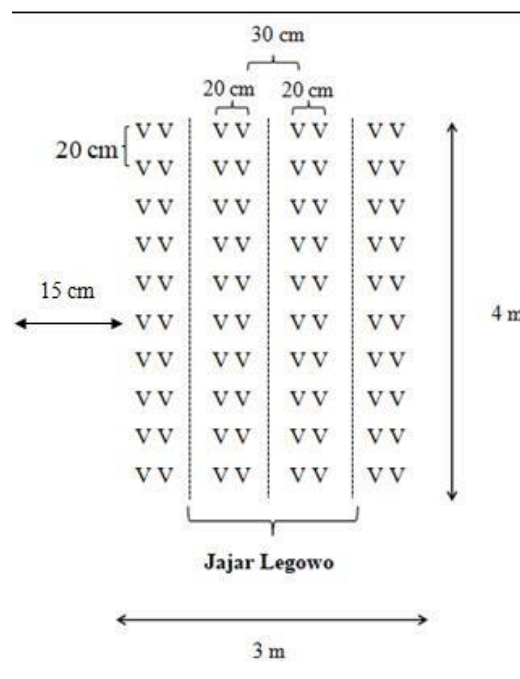
### 3.5 Pelaksanaan Penelitian di Lapangan

#### 3.5.1 Pengolahan tanah

Lahan yang digunakan pada penelitian ini berukuran 4 m x 3 m tiap petaknya, dan terdapat 16 petak percobaan dalam penelitian ini. Tanah diolah sebanyak 2 kali dengan menggunakan cangkul. Pengolahan pertama dilakukan bertujuan untuk membersihkan lahan dari gulma serta memperbaiki struktur tanah dan kemudian diratakan agar agregat tanah menjadi remah atau gembur, sedangkan pengolahan kedua dilakukan bertujuan agar lahan siap untuk ditanam benih padi gogo.

#### 3.5.2 Penanaman

Benih padi gogo yang digunakan adalah varietas Inpago Unsoed 1. Penanaman menggunakan alat bantu tugal, benih ditanam dengan kedalaman sekitar 3-4 cm kemudian ditutup dengan tanah, setiap lubang diisi dengan 2-3 benih padi gogo. Penanaman menggunakan sistem tanam jajar legowo dengan jarak tanam 30 x 20 x 15 cm.



Gambar 3. Penanaman Padi Gogo dengan Sistem Jajar Legowo.

### **3.5.3 Pengaplikasian pupuk**

Pengaplikasian pupuk kandang ayam dan biochar dilakukan setelah penanaman dengan cara disebar diatas tanah yang sudah ditanam benih padi gogo dengan dosis 5 Mg ha<sup>-1</sup> atau 6 kg plot<sup>-1</sup>. Pengaplikasian pupuk dasar dilakukan sebanyak dua kali yaitu setelah 14-15 HST dan 4 MST, pupuk dasar yang digunakan adalah urea, SP-36, dan KCl. Pemupukan pertama dilakukan dengan cara membuat lubang pada larikan antar tanaman (pada jarak 20 cm) kemudian pupuk dibenamkan di dalam tanah dan ditutup kembali agar tidak menguap dengan dosis pupuk Urea: 100 kg ha<sup>-1</sup>, SP-36: 100 kg ha<sup>-1</sup>, KCl: 100 kg ha<sup>-1</sup>. Pemupukan kedua dilakukan dengan cara disebar menggunakan tanah pada tanaman padi gogo dan hanya menggunakan Urea: 100 kg ha<sup>-1</sup>.

### **3.5.4 Pemeliharaan tanaman**

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan cara penyiangan selama 1 minggu sekali untuk menghilangkan gulma yang ada di sekitar tanaman. Untuk pemeliharaan dari serangan burung pipit maka dilakukan pemasangan net dan membuat gantungan dari tali rafia dan plastik. Penyiraman yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air pada padi gogo menggunakan irigasi tetes.

### **3.5.5 Panen**

Pemanenan dilakukan saat padi berumur 107 HST. Ciri tanaman padi gogo yang siap untuk dipanen adalah bulir padi dan daun bendera sudah menguning, tangkai padi menunduk, dan butir padi bila ditekan sudah keras dan berisi. Pemanenan dilakukan dengan cara diikat batang padi agar padi tidak tersebar kemana-mana.

### **3.5.6 Pengambilan Sampel Tanah**

Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu sebelum kegiatan penanaman padi gogo dan setelah dilakukan pemanenan padi gogo. Sampel tanah diambil dari 16 plot percobaan dengan kedalaman 0-20 cm yang dikompositkan

sesuai dengan perlakuannya (B0, B1, B2, dan B3), kemudian dikeringudarkan dan diayak hingga lolos ayakan 2 mm.

### 3.5.7 Pengambilan Sampel Tanaman

Pengambilan sampel tanaman dilakukan dengan cara setiap plot sampel tanaman diambil 5 sampel untuk diidentifikasi pertumbuhannya. Sampel tanaman diukur tinggi dan jumlah daunnya tiap 7 hari sekali. Bulir yang telah siap panen diambil dan dipisahkan sebanyak 1.000 butir dari malainya, serta disiapkan juga batang dan daun tanaman padi gogo untuk diidentifikasi. Setelah itu ditimbang bobot 1.000 butir, batang dan daunnya. Untuk mendapatkan berat kering 1.000 butir, batang dan daunnya akan dioven kemudian ditimbang kembali.

## 3.6 Variabel Pengamatan

### 3.6.1 Variabel Utama

#### 1. Percobaan *Quantity/Intensity* (Q/I) Amonium

Parameter pengamatan Q/I  $\text{NH}_4^+$  yang digunakan pada penelitian ini yaitu  $\text{PBCNH}_4^+$  = *Potential Buffering Capacity*  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CRNH}_4^0$  = *Concentration ratioequillibria*  $\text{NH}_4^+$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$  = Kedudukan non-spesifik ammonium, dan  $\text{KG}$  = *Koefisien gapon*. Metode analisis  $\text{NH}_4^+$  tanah awal (sebelum tanam) dan akhir (setelah panen) menggunakan metode Q/I sesuai dengan prosedur yang digunakan oleh Beckett (1964). Tahapan analisisnya yaitu sampel tanah 4 g yang sudah ditempatkan ke dalam masing-masing satu seri (6 tabung centrifuge) kemudian ditambahkan 40 ml  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dengan konsentrasi dari 0; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; dan 3,0  $\text{mmol L}^{-1}$  yang sudah mengandung 0,005 M  $\text{CaCl}_2$ . Selanjutnya tanah dikocok selama 2 jam dan disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 3.000 rpm. Setelah disentrifugasi, larutan disaring untuk memisahkan larutan bening dengan tanah. Larutan tanah bening didestilasi dengan penambahan larutan 40% NaOH. Pengukuran  $\text{NH}_4^+$  dengan cara titrasi dengan larutan yang ditampung dalam campuran asam borat dan indikator conway, serta pengukuran Ca dan Mg menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali (Wang, dkk., 2004).

- a. Pembuatan Larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$   $100 \text{ mmol L}^{-1}$  dan Larutan  $\text{CaCl}_2$   $1000 \text{ mmol L}^{-1}$   
 Larutan  $100 \text{ mmol L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  dibuat dengan melarutkan  $0,535 \text{ g}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  dengan aquades ke dalam labu ukur  $100 \text{ mL}$  sampai tera. Sedangkan larutan  $1000 \text{ mmol L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  dibuat dengan melarutkan  $11,099 \text{ g}$   $\text{CaCl}_2$  dengan aquades ke dalam labu ukur  $100 \text{ ml}$  sampai tera.
- b. Pembuatan Larutan Seri (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 3,0  $\text{mmol L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$ )  
 Larutan seri  $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  dibuat dengan memasukkan  $5 \text{ mL}$  larutan  $100 \text{ mmol L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  ke dalam labu ukur  $1 \text{ L}$  kemudian ditambahkan  $5 \text{ mL}$  larutan  $\text{CaCl}_2$   $1000 \text{ mmol L}^{-1}$  lalu ditambahkan aquades hingga tera. Larutan seri  $1,0 \text{ mmol L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  dibuat dengan memasukkan  $10 \text{ mL}$  larutan  $100 \text{ mmol L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  ke dalam labu ukur  $1 \text{ L}$  kemudian ditambahkan  $5 \text{ mL}$  larutan  $\text{CaCl}_2$   $1000 \text{ mmol L}^{-1}$  lalu ditambahkan aquades hingga tera. Lakukan hal yang sama sampai larutan seri konsentrasi  $3,0 \text{ mmol L}^{-1}$   $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Pertukaran kation akan terjadi di dalam tanah yang telah diberi larutan seri berdasarkan metode Q/I yang dilakukan. Konsep dari PBC (Kapasitas Pengangga Tanah) dapat digambarkan dari reaksi pertukaran sederhana antara  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{NH}_4^+$ . Reaksi pertukaran dapat dituliskan sebagai berikut (Ninh, dkk., 2009) :



Dari metode Q/I  $\text{NH}_4^+$  diperoleh kurva (Gambar 1) yang dapat menyajikan tentang petunjuk untuk mengetahui kemampuan dan kuantitas keefektifan suplai ammonium kedalam larutan pada tanah yang kemudian dapat tersedia bagi tanaman. Pendekatan Beckett (1964) digunakan untuk mempelajari hubungan Q/I  $\text{NH}_4^+$  pada tanah.

Kurva ideal Q/I,  $\text{NH}_4^+$  memberikan masukan jumlah  $\text{NH}_4^+$  diserap atau dilepas dari tanah ( $\Delta\text{NH}_4^+$ ,  $\text{cmol kg}^{-1}$ ) dan konsentrasi rasio  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ ,  $(\text{mol L}^{-1})^{1/2}$ ). Dimana reaksi  $\Delta\text{NH}_4^+$  dan  $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$  digambarkan dengan persamaan (2) dan (3):

$$\Delta\text{NH}_4^+ = \text{C}_{\text{NH}_4^+}^{\text{i}} - \text{C}_{\text{NH}_4^+}^{\text{f}} \quad (2)$$

Perubahan nilai  $\text{NH}_4^+$  dapat ditukar ( $\Delta\text{NH}_4^+$ ) adalah perbedaan antara konsentrasi  $\text{NH}_4^+$  sebelum (*i*) dan  $\text{NH}_4^+$  sesudah keseimbangan (*f*) dengan koloid tanah dapat dilihat pada persamaan (2).

Faktor Intensity  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$ ) adalah hasil perhitungan dari pengukuran konsentrasi  $\text{NH}_4^+$ , Ca, dan Mg yang dikoreksi menjadi aktivitas ion dimana aktivitas Ca sama dengan aktivitas Mg persamaan (3).

$$\text{CR}_{\text{NH}_4^+} = (\text{NH}_4^+)/[(\text{Ca}) + (\text{Mg})]^{1/2} \quad (3)$$

Konsentrasi ion  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{CNH}_4^+$ ), Ca ( $\text{CCa}$ ), dan Mg ( $\text{CMg}$ ) di dalam larutan tanah. Kapasitas penyangga  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$ ,  $\text{cmol kg}^{-1}$ ) merupakan *slope* dari garis linier kurva Q/I (Gambar 1).  $\text{NH}_4^+$  non spesifik ( $\Delta\text{NH}_4^0$ ,  $\text{cmol kg}^{-1}$ ) diperoleh dari garis linier kurva Q/I ketika  $\text{CR}_{\text{NH}_4^+} = 0$  dan tempat adsorpsi  $\text{NH}_4^+$  tertentu ( $\text{NH}_4\text{-sas}$ ,  $\text{cmol kg}^{-1}$ ) (Wang dan Alva, 2000). Nilai-nilai  $\Delta\text{NH}_4^+$  dan  $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$  yang dihitung digunakan untuk membuat plot kurva Q/I dengan  $\Delta\text{NH}_4^+$  sebagai absis dan  $\text{CR}_{\text{NH}_4^+}$  sebagai ordinat dan  $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$  sebagai kemiringan garis regresi (Becket, 1964).

Nilai koevisien Gapon ( $\text{K}_G$ ) digunakan untuk mengetahui preferensi jerapan kation yang proporsional dari total kation yang ada ke dalam koloid tanah (Tan, 1982).  $\text{K}_G$  dihitung menggunakan persamaan Evangelow dan Philips (1987) rumus (7):

$$\text{PBC}_{\text{NH}_4^+} = \frac{1}{2} \text{K}_G \text{KTK} \quad \text{jadi} \quad \text{K}_G = \frac{2\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}}{\text{KTK}} \quad (4)$$

## 2. Biomassa Jerami, Berat Gabah, dan Berat 1.000 Butir Gabah

Pengambilan sampel tanaman dilakukan dengan cara setiap plot sampel tanaman diambil 5 sampel dari banyaknya sampel di setiap petak percobaan. Jerami dipisahkan dari butir gabah kemudian di potong. Dimasukkan ke dalam amplop untuk di oven dengan suhu  $55^{\circ}\text{C}$  selama 7 hari. Gabah dan 1.000 butir ditimbang dan dicatat beratnya.



### 3. N Terangkut Tanaman

Metode analisis N terangkut panen menggunakan metode *Kjedahl*. Tahapan analisis N terangkut yaitu dengan ditimbang 0,3 g tanah kering udara yang dimasukkan ke dalam labu *Kjeldhal* 100 mL. Kemudian ditambahkan 1 g campuran selen dan 3 mL asam sulfat pekat dan dipanaskan di alat destruksi selama 15 menit. Selanjutnya dinginkan dan ekstrak diencerkan dengan aquades hingga tepat 100 mL. Pindahkan seluruh ekstrak ke dalam labu destilasi dan tambahkan 20 mL NaOH 40 % dan secepatnya ditutup. Selanjutnya tutup sistem destilasi uap dengan diletakkan Erlenmeyer 100 yang berisi larutan asam borat 25 mL dan 3 tetes indikator Conway. Destilasi sampai volume penampung mencapai 50 – 75 mL dan berwarna hijau dan kemudian dititrasi menggunakan HCl 0,1 N hingga berwarna merah jambu.

#### 3.6.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung adalah pH tanah, KTK, C-Organik, N-total, P-tersedia. Metode analisis N-Total menggunakan metode *Kjedahl*, P-Tersedia menggunakan metode *Bray*, C-Organik menggunakan metode *Walkley and Black*, pH tanah aktual dan potensial menggunakan pH meter, KTK dengan pengestrak ammonium asetat 1 N.

### 3.7 Analisis Data

#### 3.7.1 Uji Statistika

Uji statistika dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang telah diberikan. Data yang diuji secara statistika meliputi berat kering jerami padi gogo, produksi padi gogo (biomassa gabah dan berat 1.000 butir), dan serapan hara N. Data berat kering jerami dan produksi dikonversi ke ton  $Mg^{-1}$  sedangkan serapan N tanaman dikonversi ke  $kg\ ha^{-1}$ . Data yang diuji dirata-rata berdasarkan kelompok, data diuji homogenitas ragam dengan uji Barlet, aditivitas data dengan uji Tukey. Pengaruh dari seluruh perlakuan digunakan uji F. Selanjutnya

dianalisis dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

### **3.7.2 Uji Student-t**

Uji student-t pada taraf 5% dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara masing-masing jumlah  $\text{NH}_4^+$  yang dilepas tanah setiap perlakuan dan masing-masing  $\text{NH}_4^+$  labil pada perlakuan yang dianalisis menggunakan metode Q/I (Susilo, 2013).

### **3.7.3 Uji Korelasi**

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara parameter Q/I ( $\text{CR}_{\text{NH}_4^0}$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$ ,  $\text{PBC}_{\text{NH}_4^+}$ , dan KG), dan KTK dengan produksi dan N terangkut oleh tanaman padi gogo akibat pemberian pupuk kandang dan biochar.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan pemberian pupuk kandang ayam dan biochar mengalami peningkatan  $CRNH_4^0$ , namun perlakuan kombinasi keduanya mengalami penurunan. Perlakuan biochar mengalami peningkatan  $\Delta NH_4^0$ , namun perlakuan pupuk kandang ayam dan kombinasi keduanya mengalami penurunan. Semua perlakuan mengalami penurunan  $PBCNH_4^+$  dan KG.
2. Pemberian perlakuan pupuk kandang ayam, biochar, dan kombinasi keduanya dengan dosis  $5 \text{ Mg ha}^{-1}$  tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa jerami. Pemberian perlakuan pupuk kandang ayam, biochar, dan kombinasi keduanya nyata lebih tinggi dari perlakuan pupuk dasar namun perlakuan ketiganya tidak berbeda nyata terhadap biomassa gabah. Perlakuan biochar dan kombinasi pupuk kandang ayam dan biochar nyata lebih tinggi dari perlakuan pupuk dasar. N total terangkut tanaman padi gogo pada perlakuan kombinasi nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.
3. Parameter Q/I  $CRNH_4^0$  sebelum tanam dan sesudah panen nyata berkorelasi positif terhadap N terangkut tanaman padi gogo. Parameter Q/I KG sesudah panen nyata berkorelasi negatif terhadap N terangkut tanaman padi gogo.

## 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang Q/I  $\text{NH}_4^+$  untuk melihat pengaruh pemupukan jangka panjang terhadap nilai parameter Q/I ( $\text{PBCNH}_4^+$ ,  $\Delta\text{NH}_4^0$ ,  $\text{CRNH}_4^0$ , dan KG).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah, A., K.S. Lubis, dan Mukhlis. 2018. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Limbah Kertas Rokok dan Pupuk Kandang Ayam di Tanah Ultisol. *Jurnal Agroteknologi FP USU*. 6(3): 442-447.
- Afandi, F. Nur, B. Siswanto, dan Y. Nuraini. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik terhadap Sifat Kimia Tanah pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Jalar di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2 (2): 237-244.
- Ajiboye, A.G., J.O. Azeez, and A.J. Omotunde. 2015. Pottasium Forms and Quantity-Intensity Relationship in some Wetland Soils Abeokuta, South Western Nigeria. *Archives of Agro and Soil Sci*. 61 (10): 1393-1408.
- Anjani, D.J. 2013. Uji Efektifitas Pupuk Organonitrofos dan Kombinasinya dengan Pupuk Anorganik pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill) di Tanah Ultisol. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 56 hal.
- Anvimelech, Y. and M. Laher. 1977. Ammonium Volatilization from Soils: Equilibrium Considerations. *Soil Sci. Soc. Am, J*. 41: 771-776.
- Arfani, N., N. Hasyim dan D. Siregar. 2020. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) dan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) Secara Tumpang Sari dengan Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk Tunggal. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 8(1): 94-101.
- Arifiani, F.N., B. Kurniasih, dan R. Rogomulyo. 2018. Pengaruh Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.) Tercekam Salinitas. *Vegetalika*. 7(3): 30-40.
- Beckett, P.H.T. 1964. Studies on Soil Potassium II: The 'Immediate' Q/I Relationship of Labile Potassium in the Soil. *Europe Journal of Soil Science*. 15(1): 9-23.
- Benbi, D.K. and J. Richter. 2002. A Critical Review of Some Approaches to Modelling Nitrogen Mineralization. *Biol Fertil Soils*. 35: 168-183.

- Bohn, H., B. Mc Neal, and G. O'Connor. 1985. *Soil Chemistry 2nd Edition*. Wiley-Interscience. New York. pp 341.
- Cornelissen G., Jubaedah, N.L. Nurida, S.E. Hale, V. Martinsen, L. Salvani, and J. Mulder. 2018. Fading Positive Effect of Biochar on Crop Yield and Acidity During Five Growth Seasons in an Indonesian Ultisol. *Science of the Total Environment*. 634: 561-568.
- Crohn, D. 2004. Nitrogen Mineralization and its Importance in Organic Waste Recycling. In: *Proceedings National Alfalfa Symposium*. San Diego: 13-5 December 2004. pp 1-8.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2020. *Laporan Tahunan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Tahun 2019*. Badan Pusat Statistika. Jakarta. 169 hal.
- Egashira K.M. Hagimine and A.Z.M. Moslehuddin. 1998. Quantity-Intensity Relationships Characterizing Ammonium Chemistry of Bangladesh Soilbin Reference to Clay Mineralogy. *Soil Sci Plant Nutr*. 44 (3): 377-384.
- Enders, A., K. Hanley, T. Whitman, S. Joseph, and J. Lehmann. 2012. Characterization of Biochars to Evaluate Recalcitrance and Agronomic Performance. *Biores Technol*. 114 (1): 644-653.
- Evangelow, V.P., A.D. Karathanasis and R.L. Blevins. 1986. Effect of Soil Organic Matter Accumulation on Potassium and Ammonium Quantity-Intensity Relationships. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50 (1): 378-382.
- Evangelow, V.P. and R.E. Phillips. 1987. Sensitivity Analysis on the Comparison between the Gapon and Vanselow Exchange Coefficients. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51 (1): 1473-1479.
- Fitriatin, B.N., A. Yuniarti., T. Turmuktini., and F.K. Ruswandi. 2014. The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. *Eurasian J. of Soil Sci.* 3 (1): 101-107.
- Fraser, B. 2010. *High-tech Charcoal Fights Climate Change*. Environ Technol. Landon. pp 548.
- Hamma, I.L. and U. Ibrahim. 2013. Management Practices for Improving Fertility Status of Soils in Nigeria. *World J. Agric Sci.* 9 (1): 214-219.
- Handayanto, E. dan K. Hairiah. 2007. *Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura. Yogyakarta. 194 hal.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 250 hal.
- Herawati. 2012. *Budidaya Padi*. Javalitera. Jogjakarta. 100 hal.

- Howard, D.D., C.O. Gwathmey, M.E. Essington, R.K. Roberts, and M.D. Mullen. 2001. Nitrogen Fertilization of No-Till Cotton on Loess-Derived Soils. *Agronomy Journal*. 93 (1): 157-163.
- Karim, H.A., Innaningseh, M. Sahir, dan Z. Basri. 2020. Uji Berbagai Varietas Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) dan Penambahan Biochar Kulit Kakao pada Ketinggian Menengah Kabupaten Mamuju. *J. Agropiantae*. 9 (1): 22-32.
- Kesuma, M.A. 2009. Pengaruh Kombinasi Pupuk Kandang dan NPK terhadap Kandungan N, P dan K Tanah Ultisol pada Tanaman Caisim. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Koenig, R.T. and W.L. Pan. 1996. Calcium Effects on Quantity-Intensity Relationships and Plants Availability of Ammonium. *Europe Journal of Soil Science*. 60 (2): 492-497.
- Laude, S. dan Y. Tambing. 2010. Pertumbuhan dan Hasil Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang Ayam. *Jurnal Agroland*. 17(2): 144-148.
- Lehmann J. and S. Joseph. 2009. *Biochar for Environmental Management Science and Technology*. Earthscan. London. pp 438.
- Leiwaskabbesy, F.M. Suwarno, dan U.M. Wahyudin. 2003. *Bahan Kuliah Kesuburan Tanah*. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lelu, P.K., Y.P. Situmeang, dan M. Suarta. 2018. Aplikasi Biochar dan Kompos terhadap Peningkatan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Warmadewa*. 23(1): 24-32.
- Lumbanraja, J., and V. P. Evangelou. 1992. Potassium Quantity-Intensity Relationships in the Presence and Absence of  $\text{NH}_4^+$  for Three Kentucky Soils. *Soil Sci*. 154 (5): 366-376.
- Lumbanraja, J., M. Utomo and Fitriati. 1993. Karakteristik Jerapan Amonium Tanah pada Tiga Perlakuan Pengolahan Tanah dan Pemupukan Nitrogen. *Prosiding Seminar Nasional IV: Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi*. 10 hal.
- Lumbanraja, J., M. Utomo, dan M. Zahir. 1997. Perilaku Jerapan Kalium pada Tiga Sistem Olah Tanah Sawah dengan Pemupukan Urea dan Tablet. *Jurnal Tanah Tropika*. 5(1): 29-38.
- Lumbanraja, J. 2017. *Kimia Tanah dan Air Prinsip Dasar dan Lingkungan*. CV. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 297 hal.
- Lumbanraja, J., R.H. Amalia, Sarno, Dermiyati, R. Hasibuan, W. Agustina, C.P. Satgada, E. Zulkarnain, dan T.R. Awang. 2019. Perilaku Pertukaran Amonium dan Produksi Tebu (*Saccharum officinarum* L.) yang Dipupuk

- Anorganik NPK dan Organik pada Pertanaman Tebu di Tanah Ultisol Gedung Meneng. *Journal of Tropical Upland Resources*. 1 (1): 1-17.
- Lumbanraja, R, J. Lumbanraja, H. Novpriansyah, dan M. Utomo. 2020. Perilaku Pertukaran Kalium (K) dalam Tanah, K Terangkut serta Produksi Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Olah Tanah dan Pemupukan di Tanah Ultisol Gedung Meneng pada Musim Tanam Ketiga. *Journal of Tropical Upland Resources*. 2 (1): 1-15.
- Malik, A. 2017. *Pengembangan Padi Gogo*. IAARD Press. Jakarta. 96 hal.
- Maulana, D. dan S. Suswana. 2018. The Organic fertilizers Residual and Earthworm Introduction on Growth and Yield of Upland Rice. *Agrotech Res J*. 2(2): 63-68.
- Marchner, H. 1995. *Mineral Nutrition in Higher Plants*. Academic Press. New York.
- Mehdizadeh, M., E. I. Darbandi, H. Naseri-Rad, dan A. Tobeh. 2013. Growth and Yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as Influenced by Different Organic Fertilizers. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4: 734-738.
- Murbandonno. 1998. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta. 44 hal.
- Nariratih, I., MMB Damanik, dan G. Sitanggang. 2013. Ketersediaan Nitrogen pada Tiga Jenis Tanah Akibat Pemberian Tiga Bahan Organik dan Serapannya pada Tanaman Jagung. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(3): 479-488.
- Ningtyas, W., Y. Nuraini, dan E. Handayanto. 2015. Pengaruh Kombinasi Biochar dan Sisa Tanaman Legum Terhadap Ketersediaan N dan P Tanah serta Emisi CO<sub>2</sub> pada Lahan Kering. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(1):139-146.
- Ninh, H.T., H.T.T. Hoa, P.Q. Ha and J.E. Dufey. 2009. Potassium Buffering Capacity of Sandy Soils from Thua Thien Hue Province, Central Vietnam, as Related to Soil Properties. *Communic Soil Sci Plant Analysis*. 40: 3294-3307.
- Norsalis, E. 2011. Padi Sawah dan Padi Gogo Tinjauan Secara Morfologi, Budidaya dan Fisiologi. *Jurnal Online Agroteknologi*. 1(2): 2337-2340.
- Nurida, N.L., Jubaedah, dan A. Dariah. 2019. Peningkatan Produktivitas Padi Gogo pada Lahan Kering Masam Akibat Aplikasi Pembenah Tanah Biochar. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 3(2): 67-74.
- Nursyamsi, D. dan Suprihatin. 2005. Sifat-sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa* L.), Jagung (*Zea mays*), Kedelai (*Glycine max*). *Bul Agron*. 33 (3): 40-47.



- Nuryani, S.H.U., M. Haji, dan N.Y. Widya. 2010. Serapan Hara N, P, K pada Tanaman Padi Dengan Berbagai Lama Penggunaan Pupuk Organik pada Vertisol Sragen. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 10 (1): 1-13.
- Pasang, Y.H., M. Jayadi dan Rismaneswati. 2019. Peningkatan Unsur Hara Fosfor Tanah Ultisol melalui Pemberian Pupuk Kandang, Kompos dan Pelet. *Jurnal Ecosolum*. 8(2): 86-96.
- Perkasa, A.Y., E. Gunawan, S.A. Dewi and U. Zulfa. The Testing of Chiken Manure Fertilizer Doses to Plant Physiology Components and Bioactive Compound of Dewa Leaf. *Procedia Environmental Sciences*. 33 (1): 54-62
- Rahmi, A. dan M.P. Biantary. 2014. Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung di Kabupaten Kutai Barat. *ZIRAA'AH*. 39 (1): 30-36.
- Ramdoni, T., J. Lumbanraja, Supriatin, dan Sarno. 2021. Pengaruh Besi (Fe) dan Bahan Organik Terhadap Perilaku Pertukaran Amonium pada Tanah Ultisol Natar. *Journal of Tropical Upland Resources*. 3(1): 22-35.
- Rao, N.S. dan Subba. 1994. *Microorganism Tanah dan Pertumbuhan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 353 hal.
- Sari, P.T. dan J.A. Arifandi. 2019. Pengaruh Senyawa Humat dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Serapan Hara Nitrogen dan Kualitas Bibit Stek Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Bioindustri*. 1(2): 83-97.
- Sembiring, M.T. dan T.S. Sinaga, 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Universitas Sumatera Utara Digital Library. Medan. 196 hal.
- Shengxiang, Z. 1998. Pottasium Supplying Capacity and High Efficiency Use of Pottasium Fertilizer in Upland Soils of Hunan Province. *Better Crops International*. 12 (1): 16-19.
- Simanungkalit, R. D. M. 2006. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia: Suatu Pendekatan Terpadu. *Buletin Agro Bio*. 4(2): 56-61.
- Siregar, P., Fauzi, dan Suproiandi. 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik dan Masa Inkubasi terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(2): 256-264.
- Solaiman, Z.M. and H.M. Anawar. 2015. Application of Biochars for Soil Constraints Challenges and Solution. *Pedosphere* 25(5): 631-638.
- Subagyo, H.N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. *Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia: Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor. 266 hal.

- Sujana, I.P. dan I.N.L.S. Pura 2015. Pengelolaan Tanah Ultisol dengan Pemberian Pembenh Organik Biochar Menuju Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Agrimeta*. 5(9): 1-9.
- Sumarno dan J.R. Hidayat. 2007. Peranan Padi Gogo Sebagai Pilihan untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. *Jurnal IPTEK Tanaman Pangan*. 2(1): 26-40.
- Susilo, F.X. 2013. *Aplikasi Statistika untuk Analisis Data Riset Proteksi Tanaman*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 168 hal.
- Syukur, A dan M.N. Indah. 2006. Kajian Pengaruh Pemberian Macam Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jahe di Inceptisol, Karanganyar. *Jurnal Ilmu Tanah Lingkungan*. 6(2): 124-131.
- Tan, K. H. 1982. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker, INC. Ney York. pp 267.
- Thompson, T.L. and A.M. Blackmer. 1992. Quantity-Intensity Relationship of Soil Ammonia in Long-Term Rotation Plots. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 494-498.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers Fourth Edition*. Mucmillan Publishing Company. New York. pp 754.
- Trisnady, M.C., T.D. Sondakh, dan R.I. Kawulusan. 2018. Pengaruh Pupuk Kandang dan Tanah Bertekstur Liat terhadap Sifat Kimia Tanah Tailing Serta Respon Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata). *Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi*. 1(1): 1-12.
- Wang, F.L. and A.K. Alva. 2000. Ammonium Adsorption and Desorption in Sandy Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1669-1674
- Wang, J.J., D.L. Harrell, and P.F. Bell. 2004. Potassium Buffering Characteristics of Three Soils Low in Exchangeable Potassium. *Soc. Am. J.* 68 (68): 654–661.
- Wasis, B., Y. Setiadi, dan M.E. Purwanto. 2012. Perbandingan Sifat Kimia dan Biologi Tanah Akibat Keterbukaan Lahan pada Hutan Reboisasi Pinus di Kecamatan Pollung Kabupaten Humbang Hasundutan Sumatera Utara. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3 (1): 33-36.
- Widowati, W.H. Utomo, L.A. Soehono, and B. Guritno. 2011. Effect of Biochar on the Release and Loss of Nitrogen from Urea Fertilization. *J. Agric. Food Technol.* 1: 127–132.
- Wijaya, A.A. 2014. Uji Efektifitas Pupuk Organonitrofos dan Kombinasinya dengan Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan, Serapan Hara dan Produksi Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada Musim Tanam

Kedua di Tanah Ultisol Gedung Meneng. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 108 hal.

- Woolf, D., J.E. Amonette, F.A.S. Perrott, J. Lehmann, and S. Joseph. 2010. Sustainable Biochar to mitigate Global Climate Change. *Nature Comm.* 1:56-67.
- Yulia, R.N. Nelura, dan E. Ariani. 2018. Pengaruh Campuran *cocopeat* dan *rock phosphate* terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) pada Medium Ultisol. *J. Solum.* 15 (1): 17-25.
- Zu, X., Y. Lu, Q. Wang, P. Chu, W. Miao, H. Wang, and H. La. 2017. A New Method for Evaluating the Drought Tolerance of Upland Rice Cultivars. *The Crop Journal.* 5: 488-498.