



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS MATARAM  
LEMBAGA PENELITIAN**

Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB, Tlp. (0370) 641552, 638265  
Fax. (0370) 638265, e-mail: lemlit\_unram@yahoo.com

---

**SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENUGASAN  
PELAKSANAAN PENELITIAN PROGRAM DESENTRALISASI BAGI DOSEN  
DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS MATARAM  
SKIM UNGGULAN PERGURUAN TINGGI  
TAHUN ANGGARAN 2014**

---

**Nomor : 216P/SPP-AUPT- BOPTN/H.18.12/PL/2014**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Ir. H. Amiruddin, M.Si**  
Jabatan : **Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram**  
Alamat : **Jln. Pendidikan No. 37 Mataram**

Bertindak dan untuk atas nama Lembaga Penelitian Universitas Mataram selanjutnya dalam Surat Perjanjian Penugasan ini di sebut **PIHAK PERTAMA**;

dan

1. Nama : **Dr. Ir. H. Sukartono, M.Agr**  
2. Nama : **Prof. Ir. Suwardji M. App.Sc., Ph.D**  
3. Nama : **Prof. Ir. Mulyati, SU., Ph.D**  
4. Nama : **Prof. Dr. Ir. Baharuddin AB., MS**  
Alamat : **Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram**

Masing-masing bertindak untuk dan atas nama dirinya sendiri serta sekaligus sebagai keseluruhan dalam team kerja yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian Penugasan ini di sebut **PIHAK KEDUA**.

Pada hari ini **Selasa** tanggal **Tiga** bulan **Juni** tahun **Dua Ribu Empat Belas** kedua belah pihak telah sepakat untuk membuat Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Program Desentralisasi bagi Dosen di Lingkungan Universitas Mataram skim Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2014 dengan ketentuan sebagai berikut:

**Pasal 1**

**LINGKUP KEGIATAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan dan sebagai penanggungjawab pelaksanaan penelitian yang berjudul: **"Modifikasi Rhizosfer Menggunakan Biochar Sebagai Upaya Meningkatkan Produktivitas Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz) Di Tanah Lempung Berpasir (sandy loam) Lahan Kering Lombok Utara"**.
- (2) Pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), mengacu pada Proposal Penelitian yang telah disetujui oleh Lembaga Penelitian Universitas Mataram sebagaimana tercantum dalam lampiran dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari surat perjanjian ini.

**Pasal 2**  
**PEMBIAYAAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** menghibahkan dana untuk kegiatan sebagaimana dimaksud pada pasal 1 sebesar **Rp. 25.250.000,- (Dua puluh lima juta dua ratus lima puluh ribu rupiah)** yang dibebankan pada **DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2014 Nomor: 023.04.2.415278/2014 Tanggal 5 Desember 2013**;
- (2) Pembayaran dana penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1) oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** dilakukan secara berangsur melalui 2 (dua) tahap sebagai berikut :
- a. Tahap pertama **70% x Rp. 25.250.000,- = Rp. 17.675.000,- (Tujuh belas juta enam ratus tujuh puluh lima ribu rupiah)** dibayarkan setelah Surat Perjanjian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak;
  - b. Tahap kedua **30% x Rp. 25.250.000,- = Rp. 7.575.000,- (Tujuh juta lima ratus tujuh puluh lima ribu rupiah)** dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan laporan-laporan pelaksanaan kegiatan dan dokumen-dokumen lain sebagaimana disebutkan dalam surat perjanjian penugasan ini kepada **PIHAK PERTAMA**.

**.Pasal 3**  
**KEWAJIBAN PAJAK**

Segala sesuatu yang berkaitan dengan Pajak berupa PPh dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus disetorkan ke Kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

**Pasal 4**  
**JANGKA WAKTU PELAKSANAAN KEGIATAN**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sampai selesai 100% ditetapkan selama 6 (enam) bulan kalender, terhitung sejak ditandatangani Perjanjian Penugasan ini pada tanggal **04 Juni 2014** dan berakhir sampai dengan tanggal **04 Desember 2014**.

**Pasal 5**  
**TATA CARA PENGELOLAAN DANA BANTUAN PENELITIAN**

- (1) Pengelolaan dana bantuan penelitian dilakukan secara swakelola oleh **PIHAK KEDUA** dengan berpedoman pada prinsip-prinsip pengelolaan *block grant*, yaitu:
- a. Menerapkan prinsip keterbukaan, jujur, demokratis, akuntabel, efektif dan efisien;
  - b. Pertanggungjawaban keuangan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
  - c. Pembukuan dana bantuan penelitian harus tersendiri yang tidak disatukan dengan pembukuan keuangan lainnya;
  - d. Pembukuan dana bantuan berisi semua transaksi keuangan menurut urutan tanggal transaksi;
  - e. Menyusun rekapitulasi penggunaan dana, termasuk pajak-pajak yang harus dibayarkan kepada kas Negara, dalam bentuk Laporan Penggunaan Dana Penelitian disertai bukti-bukti pembayaran kuitansi yang asli dan syah; dan
  - f. Laporan Penggunaan Dana Penelitian harus ditandatangani oleh **PIHAK KEDUA** dan diketahui/disyahkan oleh **PIHAK PERTAMA**.

- (2) Laporan Penggunaan Dana Penelitian harus disampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** dengan pengaturan sebagai berikut:
- a. Laporan penggunaan dana penelitian 70% (tahap pertama), yang berisi rekapitulasi dan rincian penggunaannya disertai fotocopy bukti pembayaran/kuitansi pembayaran yang syah, diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak 3 (tiga) eksemplar selambat-lambatnya **30 September 2014**; dan
  - b. Laporan penggunaan dana penelitian 100%, yang berisi rekapitulasi dan rincian penggunaannya disertai bukti pembayaran/kuitansi yang **asli dan syah**, diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak 3 (tiga) eksemplar (satu yang asli dan dua fotocopy) selambat-lambatnya **07 Desember 2014**.

## **Pasal 6**

### **HAK DAN KEWAJIBAN**

#### **(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA**

##### **1. Hak PIHAK PERTAMA**

- a. Memperoleh data dan informasi yang diperoleh dari hasil kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**;
- b. Meminta dan menerima laporan pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**.

##### **2. Kewajiban PIHAK PERTAMA**

- a. Menyalurkan bantuan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA**, sesuai Pasal 2 di atas;
- b. Mengawasi, memantau dan mengevaluasi kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**.

#### **(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA**

1. Hak **PIHAK KEDUA** adalah menerima bantuan dana dari **PIHAK PERTAMA** sesuai dengan Pasal 2 di atas dan kesepakatan kedua belah pihak;

##### **2. Kewajiban PIHAK KEDUA**

- a. Melaksanakan dan menyelesaikan kegiatan sesuai dengan jadwal dan batas waktu yang telah ditetapkan dalam Perjanjian Penugasan ini;
- b. Bertanggungjawab mutlak terhadap penggunaan dana bantuan penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** sesuai dengan Perjanjian Penugasan ini dan peraturan perundangan yang berlaku;
- c. Menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** bukti fisik luaran penelitian yang dijanjikan sebagaimana tercantum dalam proposal penelitian yang disetujui, pada akhir tahun penelitian;
- d. Melaporkan kepada **PIHAK PERTAMA** tentang perkembangan publikasi artikel ilmiah dan/atau perolehan paten secara periodic 1 (satu) kali dalam 3 (tiga) bulan sejak berakhirnya pelaksanaan penelitian;
- e. Mempresentasikan hasil penelitiannya pada seminar yang akan dilaksanakan oleh **PIHAK PERTAMA** dan/atau Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan;
- f. Memberikan data, informasi, dan keterangan secara benar dan jujur, baik dalam mengisi aplikasi monitoring secara berkala maupun kepada Tim Monitoring dan Evaluasi (monev) yang berasal dari Lembaga Penelitian Universitas Mataram dan/atau Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemendikbud;

- g. Menaati teguran/peringatan tertulis yang disampaikan oleh **PIHAK PERTAMA**;
- h. Membuat Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP) sesuai ketentuan pada Pasal 8 ayat (4) Perjanjian Penugasan ini; dan
- i. Menyampaikan laporan-laporan kepada **PIHAK PERTAMA** sesuai yang termaktub dalam Pasal 8 Perjanjian Penugasan ini.

## **Pasal 7**

### **MONITORING**

- (1) Monitoring dan evaluasi pelaksanaan penelitian dilakukan secara internal oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** dan/atau oleh Tim Monitoring dan Evaluasi yang ditunjuk oleh **PIHAK PERTAMA**; dan
- (2) Monitoring dan evaluasi pelaksanaan penelitian jukan dapat dilakukan secara eksternal/terpusat oleh Dit. Litabmas, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.

## **Pasal 8**

### **PELAPORAN**

- (1) Laporan terdiri atas:
  - a. Laporan Perkembangan Pelaksanaan Kegiatan
  - b. Laporan Penggunaan Dana Penelitian;
  - c. Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP); dan
  - d. Laporan Akhir Hasil Penelitian.
- (2) Laporan Perkembangan Pelaksanaan Kegiatan (Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian):
  - a. Disusun berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan penelitian;
  - b. Laporan harus menggambarkan tentang keseluruhan proses pelaksanaan kegiatan dan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai;
  - c. Laporan yang disampaikan harus sesuai dengan proposal yang sudah disepakati;
  - d. Laporan disusun sesuai dengan format yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**; dan
  - e. Laporan diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak **4 (empat)** eksemplar selambat-lambatnya **30 September 2014**.
- (3) Laporan Penggunaan Dana Penelitian:
  - a. Laporan disusun dengan berpedoman pada prinsip-prinsip pengelolaan *block grant* sebagaimana disebutkan dalam Pasal 5 ayat (1) Perjanjian Penugasan ini;
  - b. Laporan diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak **3 (tiga)** eksemplar;
  - c. Waktu penyerahan laporan oleh **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** sebagaimana diatur pada Pasal 5 ayat (2) Perjanjian Penugasan ini; dan
  - d. Apabila **PIHAK KEDUA** tidak melakukan sebagaimana disebutkan pada pasal 8 ayat (3) butir a, b dan c di atas, maka **PIHAK PERTAMA** berhak memotong 15% dari total dana penelitian **PIHAK KEDUA** untuk pembayaran pajak yang akan disetorkan ke kas Negara.
- (4) Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP):
  - a. Disusun berdasarkan tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian;
  - b. Ditulis tangan asli menurut urutan: tanggal dan bulan, nama kegiatan, hasil kegiatan, kendala, dan lain-lain yang dianggap penting; dan
  - c. Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP) diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak **3 (tiga)** eksemplar (fotocopy) selambat-lambatnya **07 Desember 2014**, sedangkan yang asli disimpan oleh Ketua Tim Peneliti sebagai dokumen.

- (5) Laporan Akhir Hasil Penelitian:
- a. Disusun berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan penelitian;
  - b. Laporan harus menggambarkan tentang keseluruhan proses pelaksanaan kegiatan dan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai;
  - c. Laporan yang disampaikan harus sesuai dengan proposal yang sudah disetujui oleh **PIHAK PERTAMA**;
  - d. Laporan disusun sesuai dengan format yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**, yaitu:
    - 1) Bentuk/ukuran kertas A4;
    - 2) Warna cover (sampul) Ungu;
    - 3) Di bagian bawah cover (sampul) ditulis :  
**Dibiayai Dengan Dana DIPA BLU Universitas Mataram Tahun Anggaran 2014  
Nomor: 023.04.2.415278/2014 Tanggal 5 Desember 2013**
  - e. Laporan Akhir Hasil Penelitian harus diserahkan oleh **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** selambat-lambatnya **tanggal 07 Desember 2014** yang terdiri atas:
    - 1) Laporan dalam bentuk *hard copy* sebanyak 6 (enam) eksemplar;
    - 2) Laporan Eksekutif Summary dalam bentuk *hard copy* sebanyak 4 (empat) eksemplar
    - 3) Copy artikel ilmiah yang telah dikirimkan ke jurnal nasional/internasional disertai bukti kirim ke alamat jurnal dimaksud, sebanyak 2 (dua) eksemplar;
    - 4) Jadwal pelaksanaan dan tingkat realisasi dari masing-masing tahap kegiatan (dalam bentuk table), yang ditandatangani oleh Ketua Peneliti dan disyahkan oleh Ketua Lembaga Penelitian Unram sebanyak 4 (empat) eksemplar;
    - 5) Satu keping CD yang berisi file elektronik (format "pdf") butir (1), (2), (3), dan (4) di atas; dan
    - 6) Bukti fisik luaran penelitian yang dijanjikan sebagaimana tercantum dalam proposal penelitian yang disetujui;

#### **Pasal 9**

##### **PERUBAHAN PENELITIAN**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA**, karena satu dan lain hal bermaksud merubah pelaksanaan, judul, jangka waktu, lokasi penelitian, dan/atau Tim Peneliti dari pelaksanaan penelitian yang telah disepakati dalam Surat Perjanjian ini, **PIHAK KEDUA** harus mengajukan permohonan perubahan tersebut secara tertulis kepada **PIHAK PERTAMA**;
- (2) Perubahan Pelaksanaan Penelitian tersebut pada Pasal 9 ayat (1) dalam Surat Perjanjian ini dapat dibenarkan bila telah mendapat persetujuan lebih dahulu secara tertulis dari **PIHAK PERTAMA**; dan
- (3) Dalam hal ketua Pelaksanaan Penelitian tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian ini sepenuhnya, maka **PIHAK KEDUA** harus menyepakati dan menunjuk penggantinya yang berasal dari anggota tim peneliti yang berkompeten dalam bidang ilmu tersebut atas persetujuan **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 10**

##### **HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL**

- (1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian ini, diatur dan dikelolasesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku;
- (2) Dalam hal terjadi tuntutan dari pihak lain atas penggunaan suatu teknologi tertentu oleh **PIHAK KEDUA** dalam rangka pekerjaan berdasarkan Perjanjian Penugasan ini, maka **PIHAK PERTAMA** dterbebas dari segala tuntutan pihak lain tersebut.

## Pasal 11

### PERALATAN ILMIAH DAN BARANG INVENTARIS

- (1) Peralatan ilmiah dan barang inventaris pengadaan dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**, yang berpedoman pada Peraturan Perundangan yang berlaku;
- (2) Semua hasil pengadaan peralatan ilmiah dan barang inventari yang diperoleh melalui anggaran penelitian ini adalah milik negara dan harus diserahkan kepada Universitas Mataram, setelah pemutusan dan/atau berakhirnya Perjanjian Penugasan ini.

## Pasal 12

### KEADAAN KAHAR (*FORCE MAJEURE*)

- (1) Keadaan kahar (*force majeure*) adalah suatu keadaan yang terjadi di luar kehendak kedua belah pihak yang mempengaruhi pelaksanaan Perjanjian Penugasan ini sehingga pekerjaan yang telah ditentukan dalam Perjanjian Penugasan ini menjadi tidak dapat dipenuhi;
- (2) Hal-hal yang termasuk keadaan kahar (*force majeure*) sebagaimana tercantum pada ayat (1) Pasal ini adalah peperangan, kerusakan, revolusi, bencana alam (banjir, gempa bumi, badai, gunung Meletus, tanah longsor, wabah penyakit dan angin topan), pemogokan kebakaran dan gangguan industry lainnya, serta keadaan lainnya sesuai dengan Peraturan Perundangan yang berlaku.
- (3) Keterangan tentang kebenaran adanya keadaan kahar (*force majeure*) sebagaimana tercantum pada ayat (1) Pasal ini harus dibuat oleh instansi/pejabat yang berwenang.
- (4) Apabila terjadi keadaan kahar (*force majeure*) sebagaimana tercantum pada ayat (1) Pasal ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib memberikan laporan tertulis kepada **PIHAK PERTAMA** paling lambat 14 (empat belas) hari kalender. Setelah terjadinya keadaan kahar tersebut, untuk kemudian ditindaklanjuti oleh **PIHAK PERTAMA**.

## Pasal 13

### SANKSI

- (1) Apabila batas waktu habisnya masa Penelitian ini **PIHAK KEDUA** belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada **PIHAK PERTAMA**, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan dihitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (07 Desember 2014) sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat perjanjian pelaksanaan penugasan penelitian;
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak menyerahkan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke kas Negara;
- (3) Dalam hal **PIHAK KEDUA** tidak dapat memenuhi Perjanjian Penugasan ini hingga tanggal **15 Desember 2014**, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada **PIHAK PERTAMA** untuk selanjutnya disetorkan kembali ke Kas Negara;
- (4) Apabila waktu penelitian seperti tersebut pada Pasal 4 tidak dapat dipenuhi, maka untuk selanjutnya **PIHAK PERTAMA** akan mempertimbangkan usul-usul penelitian berikutnya yang berasal dari **PIHAK KEDUA**;
- (5) Apabila di kemudian hari terbukti bahwa judul penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 1 terdapat indikasi duplikasi dengan penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran/iktikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan penelitian tersebut dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang

telah diterimanya kepada **PIHAK PERTAMA** untuk selanjutnya disetor kembali ke Kas Negara.

#### Pasal 14

#### PERUBAHAN ISI PERJANJIAN

Perubahan isi Perjanjian Penugasan ini dapat dilakukan sesuai kesepakatan kedua belah pihak, yang akan dituangkan dalam suatu Amandemen, yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian Penugasan ini.

#### Pasal 15

#### PENUTUP

- (1) Surat Perjanjian Penugasan ini dibuat rangkap 4 (empat), 2 (dua) rangkap dibubuhi meterai Rp. 6.000,- (enam ribu rupiah) yang biaya meterainya dibebankan kepada PIHAK KEDUA;
- (2) Hal yang belum diatur dalam Perjanjian Penugasan ini, akan diatur kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

#### PIHAK PERTAMA

Lembaga Penelitian UNRAM  
Ketua,



**Ir. H. Amiruddin, M.Si.**  
NIP. 19621231 198703 1 024

#### PIHAK KEDUA

Ketua Pelaksana Penelitian,



1. **Dr. Ir. H. Sukartono, M.Agr**  
NIP. 196212121989021001

Anggota 1,



2. **Prof. Ir. Suwardji M.App.Sc., Ph.D**  
NIP. 196803041989021001

Anggota 2,



3. **Prof. Ir. Mulyati, SU., Ph.D**  
NIP. 195510281981032001

Anggota 3,



4. **Prof. Dr. Ir. Baharuddin, AB., MS**  
NIP. 195410171977031001

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN**  
**BANTUAN OPERASIONAL PERGURUAN TINGGI NEGERI**



**Modifikasi Rhizosfer Menggunakan Biochar Sebagai Upaya  
Meningkatkan Produktivitas Ubi Kayu (*Manihot esculenta*  
*Crantz*) Di Tanah Lempung Berpasir (*sandy loam*)  
Lahan Kering Lombok Utara**

**Oleh**

Sukartono

NIDN: 0012126210

Suwardji

NIDN: 0003045806

Mulyati

NIDN: 0028105502

H. Baharuddin, AB., MS

NIDN: 0017105403

**Dibiayai dengan Dana DIPA Universitas Mataram Tahun Anggaran 2014  
No: SP DIPA 023.04.2.415278/2014 Tanggal 5 Desember 2013  
Surat Perjanjian Penugasan No : 216P/SPP-AUPT-  
BOPTN/H.18.12/PL/2014**

**KELOMPOK PENELITI KIMIA DAN KESUBURAN  
TANAH**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MATARAM**

**2014**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**Judul Kegiatan** : **Modifikasi Rhizosfer Menggunakan Biochar Sebagai Upaya Meningkatkan Produktivitas Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz) Di Tanah Lempung Berpasir (sandy loam) Lahan Kering Lombok Utara**

**Peneliti / Pelaksana**

**Nama Lengkap** : SUKARTONO  
**NIDN** : 0012126210  
**Jabatan Fungsional** :  
**Program Studi** : Agroekoteknologi  
**Nomor HP** : 08175753264  
**Surel (e-mail)** : sukartonosukartono@yahoo.com

**Anggota Peneliti (1)**

**Nama Lengkap** : SUWARDJI  
**NIDN** : 0003045806  
**Perguruan Tinggi** : UNIVERSITAS MATARAM

**Anggota Peneliti (2)**

**Nama Lengkap** : MULYATI  
**NIDN** : 0028105502  
**Perguruan Tinggi** : UNIVERSITAS MATARAM

**Anggota Peneliti (3)**

**Nama Lengkap** : BAHARUDDIN AB  
**NIDN** : 0017105403  
**Perguruan Tinggi** : UNIVERSITAS MATARAM

**Institusi Mitra (jika ada)**

**Nama Institusi Mitra** :  
**Alamat** :  
**Penanggung Jawab** :  
**Tahun Pelaksanaan** : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun  
**Biaya Tahun Berjalan** : Rp. 25.250.000,00  
**Biaya Keseluruhan** : Rp. 45.750.000,00

Mengetahui  
Dekan



(Prof. Ir. M. Sarjan, M.Agr., Cp., Ph.D)  
NIP/NIK 196204061987031002

Mataram, 3 - 12 - 2014,  
Ketua Peneliti,

(SUKARTONO)  
NIP/NIK 196212121989021001

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian Unram



(Ir. H. Amiruddin, M.Si)  
NIP/NIK 196105241987031002

Evaluasi Efek Residu Modifikasi Rhizosfer Berbasis Biochar Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah Sebagai Tanaman Susulan Setelah Ubi Kayu Di Lahan Kering Berpasir Lombok Utara

**ABSTRAK**

Percobaan lapangan berorientasi pada rekayasa modifikasi rhyzosfere menggunakan kombinasi biochar, pupuk kandang dan jerami pada sistem rotasi ubi kayu- kacang tanah. Percobaan tahun pertama (Tahun 2013) telah dilakukan uji lima macam kombinasi aplikasi bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman ubi kayu dan perubahan sifat tanah. Hasil penelitian di Tahun pertama menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik berbasis biochar meningkatkan pertumbuhan dan hasil umbi ubi kayu. Peningkatan pertumbuhan dan hasil ubi kayu merupakan implikasi perbaikan kualitas tanah yang ditunjukkan oleh data C-organik dan retensi hara. Hasil ubi kayu meningkat 30 sampai 45% dibandingkan tanpa pemberian bahan organik. Hasil percobaan tahun kedua menunjukkan adanya efek residu kombinasi biochar dan bahan organik segar (jerami dan pukan) yang diaplikasikan pada tahun pertama terhadap keragaan pertumbuhan dan hasil kacang tanah. Hasil biji kacang tanah tertinggi ( $1,38 \text{ ton ha}^{-1}$ ) dicapai oleh perlakuan M2, dan secara berurutan diikuti oleh perlakuan M4 ( $1,36 \text{ ton ha}^{-1}$ ) dan M3 ( $1,25 \text{ ton ha}^{-1}$ ). Jadi peningkatan hasil terhadap kontrol mencapai 20%; 24%; 13% dan 23% masing-masing pada perlakuan M1, M2, M3, dan M4. Hasil pengujian tanaman pada tahun kedua menguatkan pernyataan bahwa biochar sebagai sumber karbon rekalsitran ketika diaplikasikan bersamaan dengan bahan organik segar menunjukkan pengaruh residu terhadap lingkungan tanah dan pertumbuhan tanaman.

## DAFTAR ISI

		Halaman
<b>BAB 1</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	1
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
	2.1. Permasalahan kesuburan tanah lahan kering dan potensi pemanfaatannya untuk pengembangan ubi kayu	4
	2.2. Biochar dan Proses Pembuatannya	5
	2.3. Potensi biochar sebagai pembenah tanah di lahan sub-optimal tropis	6
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
	3.1. Persiapan bahan biochar dan pembenah organik lainnya	8
	3.2. Perlakuan dan Rancangan Percobaan	8
	3.3. Penanaman Kacang Tanah	9
	3.5. Variabel Penelitian	9
	3.6. Analisis Statistik	11
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	12
	4.1. Karakteristik Tanah	12
	4.2. Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah	12
	4.3. Sifat tanah di akhir percobaan Tahun Kedua	15
	4.4. Kemantapan Agregat Tanah	16
	4.5. Serapan N tanaman	17
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	19
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	20
	<b>LAMPIRAN</b>	23

## BAB I. PENDAHULUAN

Peningkatan produksi tanaman pangan termasuk ubi kayu dan kacang tanah merupakan upaya untuk menunjang pencapaian program ketahanan dan diversifikasi pangan dan pengembangan sistem agribisnis (Suryana, 2008) karena sebagian besar masyarakat pedesaan masih menggantungkan ekonominya pada tanaman pangan. Meskipun demikian, peningkatan produksi kedua tanaman tersebut khususnya di lahan kering dengan tipe tanah berpasir menghendaki pengelolaan tanah dan tanaman yang jauh lebih cermat sebagai konsekuensi faktor pembatas sumberdaya lahan.

Rendahnya kandungan bahan organik, kemampuan tanah meretensi air dan hara merupakan akar permasalahan utama dalam pengelolaan tanah berpasir di lahan kering. Aspek tersebut diakui sebagai faktor kunci yang sangat menentukan keragaan pertumbuhan dan produktivitas tanaman pangan termasuk ubi kayu, jagung dan kacang tanah di lahan kering Lombok Utara. Pemecahan masalah mendasar yang dapat dilakukan adalah dengan membenahi faktor pembatas tersebut melalui tindakan pengelolaan tanah yang berorientasi pada perbaikan karakteristik tanah yang menunjang tata air dan hara dalam tanah yang memadai untuk pertumbuhan tanaman.

Tanaman ubi kayu dan kacang tanah merupakan tanaman pangan yang kerap kali dipaketkan sebagai “sistem rotasi tanaman” selain rotasi jagung-kacang tanah di lahan kering Lombok Utara. Pertimbangan pemilihan kacang tanah sebagai tanaman susulan setelah ubi kayu adalah (i) kacang tanah merupakan tanaman legum penghasil biomassa cukup besar dan (ii) seluruh biomassa tanaman kacang tanah bermanfaat sebagai pupuk hijau sehingga merupakan sumber organik pemulih kesuburan tanah (ii) tanaman ini menjadi salah satu pilihan petani di lahan kering dan nilai ekonomisnya sangat memadai.

Indonesia memiliki peluang yang besar untuk meningkatkan produksi ubi kayu dan kacang tanah melalui pemanfaatan lahan kering yang sesuai untuk tanaman pangan yang tentunya disertai dengan penerapan paket pengelolaan tanah dan tanaman terpadu yang mengacu pada kaedah konservasi tanah dan nilai ekonomi. Di Provinsi Nusa Tenggara Barat, potensi lahan kering sekitar 1.807.463 ha (Suwardji *et al.*, 2004) dan yang sesuai untuk tanaman pangan termasuk ubi kayu, jagung, kacang tanah sekitar 335, 136 ha (Sukarman *et al.*, 2008) 47.961 ha tersebar di Pulau Lombok. Dari potensi sumberdaya lahan kering yang ada di P. Lombok, 38.000 ha tersebar di wilayah Kabupaten Lombok Utara. Sebagian besar tanah di kawasan ini

mempunyai kandungan fraksi pasir > 505%, pori makronya tinggi, miskin bahan organik tanah (Suwardji, et al., 2007), sehingga kemampuan retensi hara dan air rendah (Sukartono, *et al.*, 2011; Sukartono dan Suwardji, 2012). Dengan demikian maka pengelolaan tanah berbasis bahan organik untuk meningkatkan kualitas kesuburan tanah secara keseluruhan (*inherent fertility*) mendapatkan tempat yang strategis dalam upaya mewujudkan pertanian berkelanjutan yang diharapkan dapat menunjang peningkatan produksi tanaman pangan.

Kalangan peneliti lahan kering Universitas Mataram secara umum mengakui bahwa rendahnya kualitas kesuburan tanah khususnya kandungan bahan organik tanah (BOT) merupakan salah satu faktor pembatas biofisik yang masih perlu terus dibenahi untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas lahan kering berpasir di Lombok Utara. Beberapa penelitian sebelumnya pada tanah yang sama umumnya sepakat bahwa pengelolaan tanah berbasis bahan organik (Ma`shum et al., 2003; Lolita dan Sukartono, 2007) dan pengaturan sistem rotasi tanaman yang tepat merupakan kiat penting untuk menjamin keberhasilan sistem pertanaman di lahan kering (Suwardji et al., 2007)

Pengelolaan tanah berbasis biochar dan kombinasinya dengan sumber bahan organik segar (*fresh organic sources*) yang tersedia secara local yakni pupuk kandang dan residu tanaman merupakan alternatif yang menjanjikan karena biochar bersifat rekalsitran dan stabil dalam tanah, sehingga dalam jangka panjang lebih mampu mempertahankan stabilitas C-tanah (Lehmann *et al.*, 2006; Woolf, 2008) maka ketika digabungkan dengan bahan organik segar maka pada pada kondisi tropis ia mengalami mineralisasi cepat (Diels et al., 2004), sehingga sumbangan haranya dapat segera dimanfaatkan tanaman. Dengan alasan inilah maka rekayasa rhizosfer dengan aplikasi biochar dan bahan organik segar lainnya dapat dipertimbangkan sebagai paket pengelolaan tanah berkelanjutan (*sustainable soil management*) untuk meningkatkan sequestrasi C dalam tanah dan membenahi kesuburan tanah dan produksi tanaman di lahan kering berpasir (Sukartono *et al.*, 2011; Suwardji dan Sukartono, 2012; Sukartono *et al.*, 2013).

Hasil penelitian Tahun pertama pada sistem pertanaman ubi kayu (Sukartono, et al., 2013) menunjukkan bahwa rekayasa rhizosfer berbasis kombinasi biochar dan bahan organik non rekalsitran ( pupuk kandang dan jerami jagung) mampu memperbaiki sifat tanah (C-organik dan retensi hara) dan meningkatkan pertumbuhan

dan hasil umbi ubi kayu. Biomassa kering tanaman meningkat menpacapai sekitar 40% sedangkan hasil umbi segar ubi kayu meningkat 30 sampai 45% terhadap hasil umbi tanaman tanpa pemberian bahan organik. Aplikasi pembenah organik melalui beberapa modifikasi pemberian berpengaruh positif terhadap sifat tanah yakni pH, C-organik, N dan KTK.

Kehadiran biochar sebagai sumber karbon yang bersifat rekalsitran akan berdampak jangka panjang pada sistem tanah, sehingga diyakini ketika dikombinasikan dengan bahan organik segar berpeluang kuat memberikan dampak positif terhadap penampilan tanaman berikutnya. Oleh karena itu percobaan tahun kedua ini akan ditujukan untuk mengevaluasi efek residu dari rekayasa biosfer yang dilakukan pada tanaman tahun pertama terhadap penampilan pertumbuhan dan hasil tanaman kedua (kacang tanah) serta beberapa beberapa variable sifat tanah yang berasosiasi dengan retensi air dan hara tanah.

### **Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Mengevaluasi pengaruh residu modifikasi rhizosfer berbasis biochar (tanaman pertama) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman susulan (kacang tanah).
- b) Mengevaluasi pengaruh residu modifikasi rhyzosfer berbasis biochar terhadap beberapa sifat tanah
- c) Mengevaluasi serapan N tanaman kacang tanah (tanaman kedua setelah ubi kayu) pada beberapa petak residu modifikasi rhizosfer berbasis biochar

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai satu bahan penyusunan rekomendasi pengelolaan tanah dan tanaman terpadu berbasis biochar dan kombinasinya dengan bahan organik lainnya pada sistem pertanaman di lahan kering berpasir.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Permasalahan kesuburan tanah lahan kering dan potensi pemanfaatannya untuk pengembangan ubi kayu

Lahan kering merupakan salah satu agroekosistem yang mempunyai potensi besar sebagai lahan pertanian tanaman pangan dan hortikultura (Abdurahman *et al.*, 2008). Potensi lahan kering di Indonesia sangat besar dan penyebarannya hampir merata di seluruh wilayah Indonesia terutama di luar Pulau Jawa. Dari 162 juta hektar luas daratan di luar Pulau Jawa, sekitar 76 % (124 juta hektar) merupakan lahan kering dan sisanya 38 juta hektar (24 %) berupa lahan basah. Lahan kering di Indonesia tersebar pada jenis tanah, iklim, fisiografi, bahan induk, dan elevasi yang beragam (Mulyani & Irsal, 2008). Keragaman kondisi ini justru membuka peluang untuk pengusahaan berbagai jenis tanaman.

Pengembangan pertanian lahan kering mempunyai berbagai kendala baik yang berkaitan dengan aspek biofisik lahan, sosial ekonomi petani, kelembagaan, dan faktor pendukung ketersediaan sarana dan prasarana (Hidayat & Mulyani, 2002). Aspek biofisik lahan yang kerap kali menjadi kendala penting mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan di lahan kering-tropis umumnya berkaitan dengan rendahnya tingkat kesuburan tanah (fisik, kimia dan biologi) dan ketersediaan air (Eswaran & Travernier, 1980). Meskipun demikian, di Indonesia, pengelolaan sistem pertanian lahan kering terus meningkat seiring dengan fenomena perubahan penggunaan lahan, peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan pangan.

Faktor pembatas biofisik lahan misalnya lereng, solum tanah dangkal, dan tingkat kesuburan tanah. Rendahnya kualitas kesuburan tanah antara lain dicirikan oleh miskinnya kandungan bahan organik (Abdurrahman *et al.*, 2008), kemampuan retensi air dan hara rendah terlebih pada tanah berpasir yang relatif peka terhadap degradasi akibat erosi (Soepardi, 2001). Secara alami kadar bahan organik tanah di daerah tropis cepat menurun (Tiessen *et al.*, 1994), karena proses mineralisasi yang sangat cepat. Dalam kurun waktu 10 tahun kandungan bahan organik tanah dapat menurun mencapai kisaran 30–60% (Suriadikarta *et al.*, 2002). Rendahnya hara tersedia tanah di lahan kering pertanian tropis semakin dipicu oleh fenomena erosi tanah dan intensifnya pencucian hara pada musim hujan (Lehmann, *et al.*, 2003). Dalam kaitan ini maka upaya meningkatkan dan mempertahankan stabilitas bahan

organik tanah sebagai salah satu misi pengelolaan tanah berkelanjutan di lahan kering pertanian tropis menjadi penting untuk dilakukan.

Wilayah Provinsi Nusa Tenggara Barat didominasi oleh lahan kering yakni sekitar 1.807.463 ha (Suwardji *et al.*, 2004) dan luasan lahan yang sesuai untuk pengembangan tanaman pangan sekitar 335.136 ha (Sukarman *et al.*, 2008). Di Kabupaten Lombok Utara (KLU) dari sekitar 38.000 ha lahan kering, sebagian besar merupakan tipe tanah berpasir yang masih prospektif untuk digunakan untuk pengembangan tanaman pangan termasuk ubi kayu dan jagung. Sampai saat ini, baru sekitar 30 % areal tersebut yang telah dimanfaatkan untuk pertanian tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan, meskipun sentuhan teknologi yang diterapkan masih sangat sederhana, sehingga produktivitasnya masih sangat rendah (Suwardji, 2006).

Seperti halnya lahan kering di daerah lain di Indonesia, lahan kering di Lombok Utara memiliki tingkat kesuburan yang sangat rendah yakni miskin bahan organik tanah dan status hara (Ma`shum *et al.*, 2003; Suwardji *et al.*, 2007), tanah porous (pasir >55%) dan kemampuan retensi air rendah (Sukartono, *et al.*, 2011). Dari aspek agroklimat, daerah ini memiliki bulan basah yang pendek (3-4 bulan) dan bulan kering berkisar antara 5-6 bulan (Mahrup *et al.*, 2005) dan tipe iklim D4 (Oldeman *et al.*, 1983). Mengacu pada berbagai keterbatasan biofisik lahan di atas maka pengelolaan tanah berbasis bahan organik mendapatkan tempat yang strategis untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan di lahan kering.

## **2.2. Biochar dan Proses Pembuatannya**

Biochars ialah bahan mengandung karbon yang tinggi sebagai salah satu komponen hasil dari proses pemanasan biomassa bahan organik pada kondisi oksigen terbatas (Lehman, 2007; Woolf, 2008). Berbagai bahan organik seperti residu tanaman, serbuk dan potongan kayu, limbah kota, kotoran ternak, limbah hijau dari tanaman, semuanya dapat digunakan sebagai bahan baku (*feed stocks*) pembuatan biochar. Metode konvensional untuk memproduksi biochar sebagai bahan pembenah tanah adalah metode lubang (*“pit or trench method*), sebagaimana yang dilakukan oleh suku Indian-Amerika yang menghasilkan terra preta (tanah hitam) yang subur (Lehmann *et al.*, 2003). Metode modern dalam pembuatan biochar menggunakan proses Pyrolysis yang merupakan proses termokimia yang mengubah biomassa organik padat menjadi bahan cair (*bio-oil*), gas dan biochar (Gaun and Lehmann,



2008; Brown, 2009). Produksi biochar melalui proses pyrolisis menghasilkan bioenergi dalam bentuk synthesis gas yang disebut syn-gas. Syn-gas terdiri dari berbagai macam gas yang dapat digunakan untuk menghasilkan panas dan tenaga.

Hasil produk dari pyrolisis bervariasi dengan suhu. Suhu yang lebih rendah akan menghasilkan biochar yang lebih besar perunit biomassa, sedangkan suhu pyrolisis yang tinggi dikenal juga sebagai gasifikasi dan menghasilkan syngas sebagai produk utama (Winsley, 2007). Disebabkan karena struktur aromatikanya, biochar secara kimia dan biologis lebih stabil dan lebih sulit dirombak dalam tanah dibandingkan dengan karbon atau arang biasa. Hal ini berarti, biochar dapat bertahan dalam tanah dalam jangka waktu yang lama yakni ratusan bahkan sampai ribuan tahun (Woolf, 2008).

Proses produksi biochar dapat dilakukan dalam skala kecil dengan teknologi yang sederhana, maupun skala besar sehingga dapat memberi keuntungan secara komersial. Bahan yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan biochar tersedia cukup berlimpah di lingkungan hidup kita, baik dari bahan yang masih mempunyai nilai ekonomis, seperti kayu, sampai bahan yang tidak ada nilai ekonominya, bahkan sering kali menjadi masalah, seperti halnya sampah dan limbah industri yang menggunakan hasil pertanian sebagai bahan bakunya.

### **2.3. Potensi biochar sebagai pembenah tanah di lahan sub-optimal tropis**

Dalam beberapa tahun terakhir ini perhatian para peneliti terhadap penggunaan arang atau biochar dalam pertanian sebagai pembenah tanah mulai meluas seperti di Amerika Serikat (Lehmann, 2007), Australia (Chan *et al.*, 2007), dan New Zealand (Pigney dan Hedley, 2008). Secara kimia dan biologis, biochar dalam tanah lebih stabil dibandingkan dengan sumber karbon yang lain. Keberadaan biochar dalam tanah dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama yakni ratusan bahkan sampai ribuan tahun (Woolf, 2008).

Penggunaan biochar dalam bidang pertanian diinspirasi oleh pengamatan kualitas kesuburan tanah hitam (black earth soils) yang disebut "*Terra Preta*", di Amazon sebagai akibat penambahan bahan arang dalam tanah dalam kurun waktu yang lama oleh suku Americo-Indian (Glaser *et al.* 2001). Biochar merupakan bahan yang sangat stabil sehingga aplikasinya dalam tanah berfungsi sebagai penyimpan karbon yang sangat baik (Lehman, 2009), sehingga dapat mengurangi emisi karbon

dan gas rumah kaca lainnya ke atmosfer sehingga pada gilirannya berkontribusi mengurangi laju pemanasan global (Druffel, 2004).

Potensi biochar sebagai bahan ameliorant untuk memperbaiki sifat tanah khususnya pada tanah pertanian tropis telah dibuktikan oleh banyak peneliti. Perbaikan terhadap beberapa sifat fisika dan kimia tanah akibat penambahan bahan pembenah biochar antara lain: meningkatkan agregasi tanah, kapasitas pegang air tanah (*water holding capacity*), dan menurunkan keteguhan tanah (*soil strength*) serta meningkatkan karbon organik tanah, KTK, N, pH, P-tersedia tanah (Chan, *et al.*, 2007; Chan, *et.al.*, 2008). Hasil yang sama dalam hal pengaruh biochar terhadap peningkatan KTK tanah telah ditemukan sebelumnya oleh Liang *et.al.*, (2006).

Penelitian yang dilakukan di Indonesia oleh Yamato *et al.* (2006) menunjukkan bahwa biochar yang dibuat dari *Acacia magnum* dapat meningkatkan pH tanah masam, kejenuhan basa, KTK dan menurunkan kejenuhan Al. Pada sistem pertanaman padi gogo (*upland rice cropping system, Oryza sativa* L.) di Laos, Asai, *et al.*, (2009) melaporkan bahwa aplikasi biochar mampu memperbaiki konduktivitas hidraulik jenuh (*saturated hydraulic conductivity*) dan memperbaiki respon tanaman terhadap pemupukan N dan P.

Novak *et al.* (2009) menunjukkan bahwa aplikasi biochar pada tanah masam di Amerika selatan dapat meningkatkan pH, bahan organiki tanah, Mn, Ca, menurunkan S dan Zn. Meningkatnya aktivitas biologi tanah telah dilaporkan oleh Rondon *et al.* (2007) yakni nitrogen fixation pada *Phaseolus vulgaris* L. dan dan biomassa mikrobia tanah (Chan *et al.* 2008).

### BAB III. METODE PENELITIAN

Penelitian tahun kedua ini direncanakan akan berlangsung selama 8 bulan dengan tahapan pelaksanaan sebagai berikut:

#### 3.1. Persiapan petak percobaan

Petak percobaan tahun kedua ini adalah bekas petak percobaan tahun pertama yang telah diperlakukan dengan rekayasa rhizosfer berbasis biochar (petak percobaan tahun pertama) yang telah ditanami ubi kayu. Petak perlakuan merupakan bedeng permanen berukuran 3,5 m x 4 m, dengan tinggi bedeng 40 cm dan jarak antar petak perlakuan 1,5 m, sedangkan antar blok berjarak 2,0 m. Pembinaan petak percobaan segera dilakukan seminggu setelah panen tanaman tahun pertama (ubi kayu) dengan memperbaiki batas petak, saluran dan pembersihan permukaan dari gulma yang tumbuh. Pengolahan tanah terbatas (minimum tillage) diterapkan pada petak percobaan tahun kedua dengan meratakan permukaan petak dari bekas bongkaran seaktu panen umbi ubi kayu.

#### 3.2. Perlakuan dan Rancangan percobaan

Karena penelitian tahun kedua ini merupakan uji residu maka sesungguhnya perlakuan dan Rancangan percobaan mengikuti percobaan tahun pertama. Tanaman indikator sebagai tanaman tahun kedua ini adalah kacang tanah yang akan ditanam pada bekas petak perlakuan percobaan tahun pertama. Perlakuan yang dimaksud dideskripsikan pada Table 1.

Tabel 1. Perlakuan modifikasi rhizosfer tanaman ubi kayu (Tahun pertama).

No	Perlakuan modifikasi rhizosfer	Kode perlakuan
1	Kontrol - tanpa rekayasa rhizosfer atau pembenah tanah	M0
2	Bagian bawah rhizosfer jerami, ditimbun biochar, campuran tanah dan pupuk kandang di bagian atas	M1
3	Biochar dicampur merata dengan pupuk kandang + jerami + tanah	M2
4	Campuran tanah+ biochar + pupuk kandang	M3
5	Pupuk kandang di bawah, jerami, ditimbun campuran biochar dan tanah	M4

### 3.3. Penanaman Kacang Tanah

Benih kacang tanah yang akan ditanam pada percobaan tahun kedua ini adalah kacang tanah jenis lokal yang diambil dari Kelompok Tani Kacang Tanah lahan kering di Desa Jugil, Kecamatan Gangga, Kabupaten Lombok Utara (KLU). Penugalan benih kacang tanah dilakukan pada awal bulan Februari 2014 (musim hujan). Penugalan benih menggunakan jarak tanam 20cm x 20 cm, dilakukan pada petak bekas percobaan Tahun I (bekas tanaman ubi kayu) yang telah menerima perlakuan modifikasi rhyzosfer menggunakan biochar, pupuk kandang dan residu tanaman pada tahun pertama (masa tanam ubi kayu). Sebelum penugalan benih dilakukan maka terlebih dahulu setiap petak lahan perlakuan dibersihkan dari semak atau gulma dan pengoalahan tanah terbatas menggunakan cangkul dengan kedalaman olah 10cm.

#### *Pemeliharaan tanaman*

Pemeliharaan tanaman meliputi kegiatan pengendalian gulma, hama dan penyakit dan tindakan yang dilakukan disesuaikan dengan keadaan di lapangan. Petak tanaman kacang tanah akan dipupuk hanya dengan tambahan pupuk P dan K masing-masing dalam bentuk SP-18 dan KCl. Pupuk pengandung P dan K diaplikasikan sebagai pupuk dasar (*basal application*) dibenamkan pada jarak 5 cm dari lubang tanam pada kedalaman tanah 10 cm dengan takara 200 kg SP-36 ha<sup>-1</sup> dan 150 kg KCl ha<sup>-1</sup>. Pemberian kedua jenis pupuk tersebut dilakukan bersamaan dengan penanaman benih.

### 3.4. Variabel penelitian

Variabel yang dikaji dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Variabel tanah meliputi :

- a. C organik-tanah meliputi : total organik-C (TOC)
- b. Sifat kimia tanah lainnya meliputi: pH (pH meter), total N -Kjeldahl), P-tersedia Bray-1) kation basa (K, Ca, Mg) dan KTK (NH<sub>4</sub>OAC pH 7,0)
- c. Retensi air pada pF 0 (lengas maksimum) pF<sub>2,5</sub> (lengas tanah kapasitas lapang) dan pF<sub>4,2</sub> (lengas tanah titik layu permanen)
- d. Kapasitas air tersedia tanah (*soil available water capacity*)

- e. Porositas tanah
- f. Kemantapan agregat tanah

Pengukuran terhadap variable sifat tanah tersebut akan dilakukan diakhir siklus musim tanam atau setelah panen (120 hari setelah tanam). Kandungan C-organik tanah ditetapkan menggunakan metode kolorimetri menurut Walkley and Black. Pengambilan sampel tanah untuk analisis laboratorium terhadap sifat tanah di atas dilakukan pada kedalaman 0-15 cm. KTK tanah dan kation basa tertukar (K, Ca, dan Mg) ditetapkan menggunakan pengestrak  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1 M (*buffered pH 7.0*) (Klute, 1986). Kapasitas air tersedia (KAT) sebagai salah satu indikator kemampuan tanah menyediakan air dihitung berdasarkan selisih kandungan air tanah pada potensial matrik -33 kPa (kapasitas lapang) (pF 2.5) dengan kandungan air tanah pada potensial matrik -15 MPa atau pF 4,2 (titik layu permanen). Total porositas tanah dihitung dari kandungan dari pendekatan nilai BV dan BJ tanah diakhir percobaan.

Pengukuran stabilitas agregat menggunakan agregat lolos mata saring 4-10 mm sekitar 400 gram pada saat tanah dalam keadaan lembab. Ukuran agregat ini dipilih karena agregat ukuran inilah yang stabilitasnya dipengaruhi oleh pengaruh pengelolaan tanah (Suwardji dan Eberbach, 1998). Analisis kemantapan agregat dilakukan dengan cara pengayakan kering dan basah (Kertonegoro, dkk., 1998). Ayakan yang digunakan adalah ayakan dengan diameter lubang 8,00 mm; 4,76 mm, 2,83 mm; 2,0 mm; 1,0 mm; 0,5 mm dan 0,30 mm. Rerata berat diameter (*MWD*) dihitung menggunakan pendekatan:

$$\text{MWD} = \sum_i^j X_i W_i \text{ (Nyangamara, et.al., 2001).}$$

$X_i$  adalah rata-rata diameter fraksi ukuran ke  $i$ ,  $W_i$  adalah proporsi berat agregat pada fraksi ukuran ke  $i$ .

Nilai dari *MWD* pada pengayakan kering dan basah digunakan untuk menghitung nilai kemantapan agregat sebagai berikut:

$$\text{Kemantapan agregat} = \{1: \text{MWD kering} - \text{MWD basah}\} \times 100\%$$

Variabel agronomi meliputi: total biomassa kering tanaman dan komponen hasil kacang tanah (jumlah polong berisi, berat kering polong dan berat kering biji). Serapan hara nitrogen diamati pada umur tanaman 60 hari setelah tanam. Serapan N tanaman dihitung dengan mengalikan hasil tanaman (biomassa kering tanaman) dengan konsentrasi N di jaringan tanaman (%).

### **3.5. Analisis Statistik**

Data (agronomis dan tanah) akan dianalisis statistik menggunakan analisis variance (ANOVA) dan rata-rata perlakuan dibandingkan dengan LSD test pada  $P < 0.05$ , menggunakan Paket Program Minitab for windows versi 13.

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Karakteristik Tanah

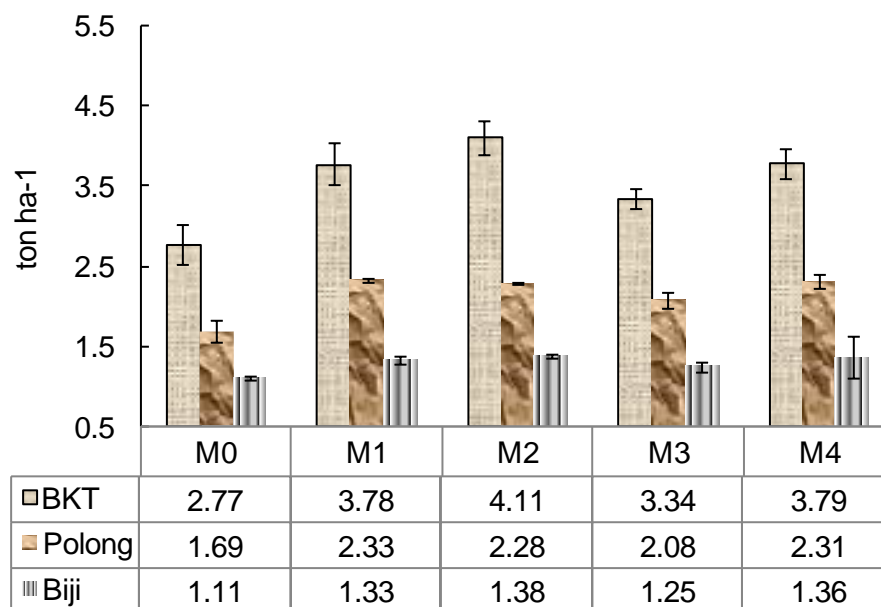
Secara umum tanah di lokasi percobaan memiliki status kesuburan yang rendah yang dicirikan oleh komponen fraksi kasar/pasir >50 persen dan kandungan fraksi halus (clay) kurang dari 10% dan kandungan bahan organik tanah (BOT) sangat rendah (0,95%). Konsekwensinya tanah tersebut porous, kaya pori makro dan struktur tanah lemah (*poor structure*). Kondisi fisik tanah seperti inilah yang dianggap bertanggung jawab terhadap rendahnya kemampuan pegang air tanah (*Water holding capacity*) dan kemantapan agregat. Dengan demikian maka upaya untuk meningkatkan produktivitas tanah diperlukan pengelolaan tanah berbasis pembenah organik secara terintegrasi dengan pengaturan sistem rotasi tanaman

Rendahnya kemampuan retensi hara tanah ditunjukkan oleh rendahnya kandungan hara dan nilai kapasitas tukar kation. Kondisi alamiah seperti ini sebetulnya dapat diperparah manakala kebiasaan petani di sekitar lokasi percobaan secara terus menerus menanam ubi kayu secara monokultur dengan pengelolaan tanah seadanya tanpa melakukan praktek rotasi tanaman dengan tanaman legume dan tanpa mengembalikan sisa-sisa tanaman hasil panen ke petakan lahan. Mengacu pada karakteristik tanah sebagaimana didiskusikan di atas, maka percobaan lapangan yang telah dilakukan selama dua tahun dapat memberikan jawaban awal terhadap peluang pembenahan kualitas kesuburan dan perbaikan produktivitas tanah. Pengaruh perlakuan modifikasi zone perakaran dengan menggunakan pembenah organik yang tersedia secara lokal (biochar, pupuk kandang dan residu tanaman) terhadap penampilan pertumbuhan dan hasil umbi ubi kayu dan sifat tanah sudah dilaporkan di tahun pertama, sedangkan sub bab berikutnya akan mendiskusikan efek residu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tahun kedua (kacang tanah).

### 4.2. Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah (Tahun II)

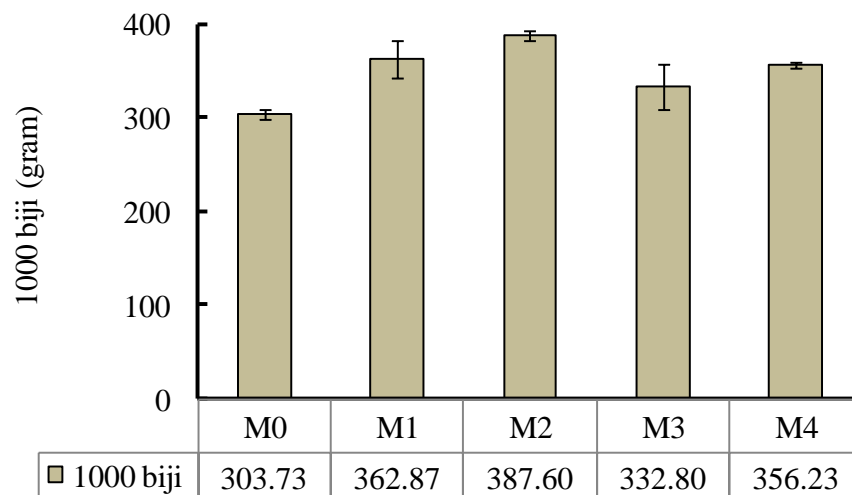
Keragaan pertumbuhan dan hasil kacang tanah pada tahun kedua (setelah musim tanam ubi kayu) ditunjukkan oleh biomassa kering tanaman (BKT), berat kering polong dan berat biji kering (Gambar 1). Data pertumbuhan dan hasil kacang tanah dari semua perlakuan yang diberi pembenah organik (M1, M2, M3 dan M4) secara nyata jauh lebih tinggi terhadap kontrol. Data komponen pertumbuhan dan

hasil tanaman tersebut menunjukkan adanya efek residu pembenah organik setelah musim tanam pertama (Ubi kayu). Biomassa kering tanaman kacang tanah (BKT) meningkat berturut-turut sebesar 36 % ; 48%; 21% dan 37% pada M1, M2, M3 dan M4. Data BKT dari masing-masing perlakuan tersebut berkorelasi positif dengan komponen hasil yaitu berat polong dan total berat biji (Gambar 1) dan kualitas biji (Gambar 2). Persentase peningkatan berat polong pada perlakuan M1, M2, M3 dan M4 masing-masing 38 35, 23 dan 37 %. Hasil biji pada tiga perlakuan yakni M1, M2 dan M3 tidak berbeda nyata tetapi lebih tinggi dibandingkan perlakuan M3.



Gambar 1. Bomassa Kering Tanaman (BKT), berat kering polong dan biji kering kacang tanah setelah pertanaman ubi kayu yang diberi perlakuan kombinasi bahan organik.





Gambar 2. Berat 1000 biji kacang tanah setelah pertanaman ubi kayu yang diberi perlakuan kombinasi bahan organik.

Dari hasil penelitian tahun kedua ini memberikan penegasan bahwa kombinasi aplikasi biochar, pupuk kandang dan jerami pada tanaman tahun pertama (ubi kayu) memiliki manfaat ganda yakni (i) dalam jangka pendek atau satu musim tanam dapat segera membenahi sifat tanah sehingga memberikan respon positif pertumbuhan dan hasil tanaman dan (ii) dalam jangka panjang (tahun II) menunjukkan efek residu terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah. Pengaruh jangka panjang tersebut merupakan implikasi keberadaan biochar yang bersifat recalcitrant. Sebagai bahan yang tahan lapuk, maka biochar dalam tanah akan berkontribusi terhadap stabilitas karbon (Liang et al., 2006) yang pada gilirannya seiring waktu ia berkontribusi dalam pengkayaan muatan permukaan negatif (*negative surface charge*) yang berfungsi dalam peningkatan retensi hara yang bermuatan positif baik dari hasil mineralisasi bahan organik segar maupun dari aplikasi pupuk. Makna dari semua ini adalah dalam jangka panjang pemanfaatan biochar berstruktur aromatik yang dikombinasikan dengan bahan organik yang mudah mengalami mineralisasi dapat menjadi praktik pengelolaan tanah terdegradasi atau tanah dengan kesuburan rendah. Dengan demikian praktek pengelolaan tersebut dapat menjadi jawaban praktis upaya meningkatkan efisiensi pemupukan pada sistem pertanian di lahan dengan factor pembatas kualitas tanah yang rendah.

#### 4.3. Sifat tanah di akhir percobaan II ( Siklus Rotasi Ubi kayu-Kacang Tanah)

Bahan pembenah organik dengan berbagai modifikasinya yang diaplikasikan pada musim tanam I (Ubi kayu) ternyata masih konsisten memberikan pengaruh positif terhadap perubahan sifat tanah setelah musim tanaman kacang tanah sebagai tanaman susulan (Tabel 1). Hal ini merupakan petunjuk adanya efek residu kombinasi biochar dan bahan organik segar terhadap kandungan N, C-organik, KTK, kation tertukar tanah (Tabel 1) dan kemantapan agregat tanah (Gambar 3).

Tabel 1. Sifat kimia tanah (N, C-org, P-Bray, KTK dan kation tertukar (K,Ca, Mg) setelah musim tanam kacang tanah sebagai tanaman susulan setelah tanaman ubi kayu

Perlakuan	Sifat Kimia Tanah													
	N	SE	C-org	SE	P	SE	KTK	SE	Mg	SE	Ca	SE	K	SE
M0	0.09	0.01	0.89	0.03	12.66	1.79	12.37	0.54	1.24	0.05	2.32	0.58	1.03	0.08
M1	0.13	0.01	1.12	0.03	16.09	0.80	14.02	0.14	1.49	0.11	3.34	0.46	1.26	0.04
M2	0.15	0.01	1.14	0.04	16.78	0.79	14.18	0.60	1.53	0.04	3.68	0.40	1.40	0.15
M3	0.13	0.01	1.02	0.02	15.37	0.65	14.11	0.29	1.42	0.15	3.29	0.12	1.21	0.16
M4	0.14	0.02	1.11	0.05	15.51	0.27	13.95	0.44	1.31	0.02	3.55	0.18	1.15	0.06

Keterangan: SE = standar error. Satuan N dan C-org (%); P (ppm), KTK dan kation tertukar (me%)

Adanya perbaikan sifat tanah dalam siklus rotasi tananam ubi kayu- kacang tanah mengisyaratkan adanya efek residu dari pembenah organik berbasis biochar yang telah diaplikasikan pada tahun pertama. Implikasi dari perbaikan sifat tanah khususnya kandungan bahan organik dan retensi hara (KTK) berimplikasi terhadap meningkatnya efisiensi pemupukan yang akhirnya berdampak terhadap pertumbuhan tanaman (Gambar 1).

Dari semua perlakuan modifikasi pembenah organik tersebut maka perlakuan pencampuran secara merata pupuk kandang, seresah jerami dan biochar di lapisan perakaran sedalam 20 cm (M2) memberikan pengaruh terbaik terhadap sifat kimia tanah meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan M1 dan M4 pada beberapa variabel (C-organik, P, dan KTK). Sedangkan perlakuan pencampuran pupuk kandang dan biochar (M3) meskipun pada musim tanam pertama memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman ubi kayu, namun pada evaluasi pada

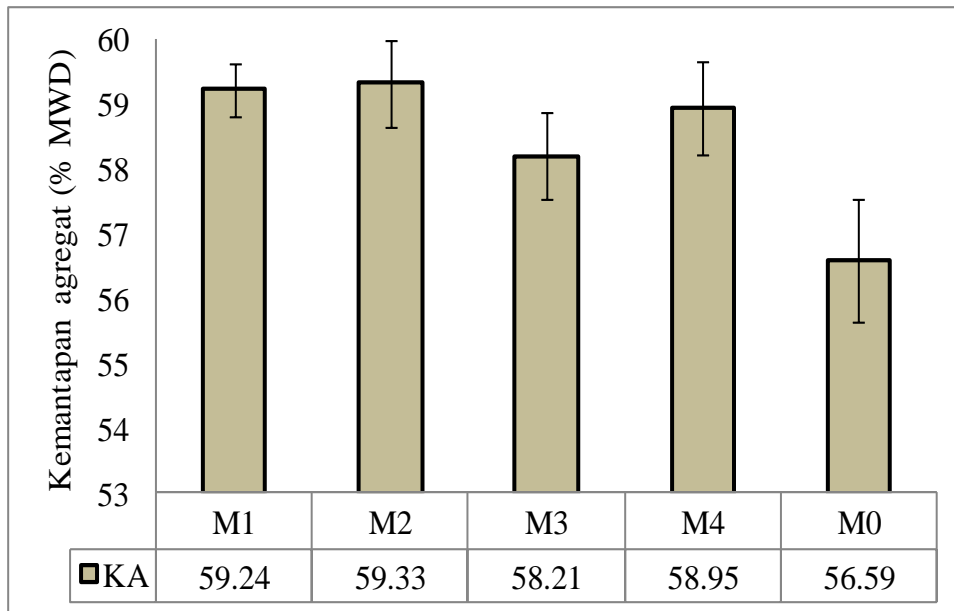
tahapan musim tanam berikutnya lebih rendah dibandingkan perlakuan yang mengkombinasikan tiga bahan (pupuk kandang, jerami dan biochar) (M1, M2 dan M4). Dengan demikian maka untuk menjaga kelanggengan pengaruh positif tersebut pada tingkat aplikasi lapangan, aplikasi biochar dan kombinasinya dengan bahan organik segar yang tersedia insitu sebaiknya diberikan dengan cara mencampurkan secara merata (incorporated) dengan tanah .

Perbaikan sifat kimia tanah sebagai kontribusi pembenah organik (biochar, pupuk dan jerami) pada percobaan ini selaras dengan hasil yang diperoleh beberapa peneliti-peneliti terdahulu (Chan et al., 2007; Yamato et al., 2006; Rondon et al., 2007; Van Zwieten et al., 2010; Uzoma et al., 2011) yakni adanya peningkatan konsentrasi kation basa dan nilai KTK tanah sesudah aplikasi biochar. Meningkatnya KTK tanah sesudah aplikasi biochar adalah merupakan refleksi meningkatnya kemampuan tanah menyerap kation (Liang et al., 2006), sehingga mengurangi resiko pencucian hara bermuatan positif seperti  $N-NH_4$ , K, Ca dan Mg (Novak et al., 2009; Sukartono, et al., 2011).

#### 4.4. Kemantapan Agregat Tanah

Kemantapan agregat tanah yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan nilai dari persentase berat rata-rata diameter (mean weight diameters, MWD) dari sampel agregat tanah yang diambil pada setiap petak perlakuan sehari setelah panen kacang tanah atau 16 bulan setelah aplikasi biochar pada musim tanam pertama (ubi kayu). Nilai kemantapan agregat tanah pada petak perlakuan yang mendapatkan pasokan pembenah organik (M1, M2, M3 dan M3) dengan nilai masing-masing 59,24; 59, 23; 58,21; 58,95 secara nyata lebih tinggi dari petak tanpa pembenah organik dengan 56,59. Hasil ini menunjukkan peran positif dari kombinasi bahan organik terhadap perbaikan struktur tanah. Bukti penelitian sudah banyak mengungkap tentang peran positif bahan organik pada proses agregasi. Dari ke empat modifikasi aplikasi biochar tersebut ternyata mempunyai pengaruh yang sama terhadap kemantapan agregat meskipun secara matematis nilai terendah ditunjukkan oleh perlakuan M3. Hal ini memeberikan indikasi bahwa semakin banyak komponen jenis bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah dalam jangka panjang beberapa musim tanam akan berdampak positif terhadap pembangunan struktur tanah yang lebih baik. Peningkatan stabilitas agregat tanah seperti yang ditunjukkan oleh beberapa perlakuan modifikasi

aplikasi biochar dan bahan organik lainnya (M1, M2, M3 dan M4) berkaitan erat dengan pembentukan partikulat bahan organik dalam tanah (particulate organic matter-C) yang merupakan complex biochar-organic-clay (data tidak ditunjukkan). Bronick and Lal (2005) menyatakan bahwa bahan organik partikulat (particulate organic matter, POM)I dapat bertindak sebagai agen pengikat dalam pembentukan mikroagregat dan juga sebagai inti pembentukan makroagregat.

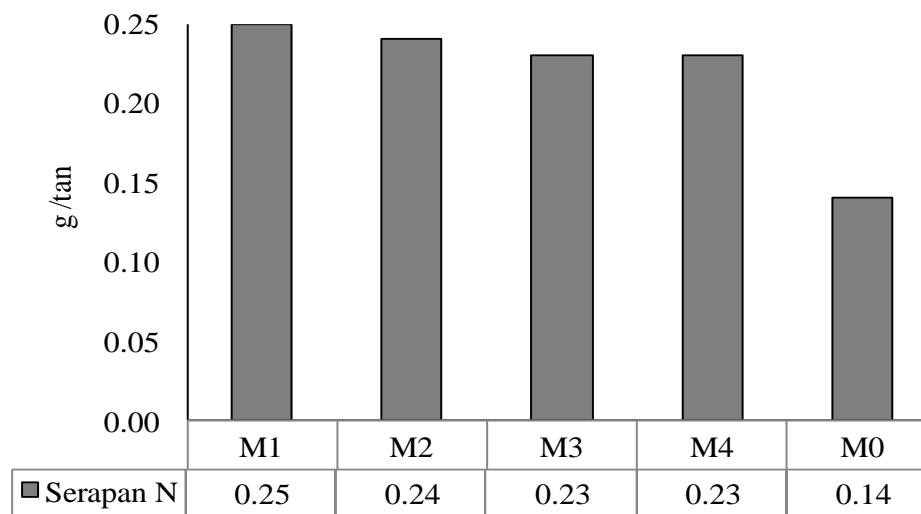


Gambar 3. Kemantapan agregat tanah (% MWD) pada akhir musim tanam kacang tanah- percobaan tahun kedua (16 bulan setelah aplikasi biochar pada tanaman musim pertama, ubikayu)

#### 4.5. Serapan N tanaman

Data serapan N tanaman kacang tanah (umur 65 HST) ditunjukkan pada Gambar 4. Secara umum tanaman kacang tanah yang tumbuh pada petak yang sebelumnya telah diperlakukan dengan pembenah organik yakni modifikasi biochar dan bahan organik segar lainnya menunjukkan serapan N oleh tanaman umur 65 HST jauh lebih tinggi dari pada tanaman yang tidak diperlakukan dengan bahan organik. Lebih tingginya serapan N pada petak yang diperlakukan bahan organik (M1, M2, M3 dan M4) berkaitan langsung dengan peningkatan biomassa kering tanaman dan konsentrasi N di jaringan tanaman pada umur 65 HST. Fenomena ini tentu

merupakan implikasi dari perbaikan sifat tanah setelah aplikasi pembenah organik (Tabel 1).



Gambar 4. Serapan hara N tanaman kacang tanah (65 HST) pada berbagai petak perlakuan modifikasi pembenah organik.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tahun kedua ini maka dapat diajukan kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi pembenah organik (biochar, pupuk kandang, dan jerami) dengan berbagai modifikasi cara pemberiannya pada musim tanam pertama (ubi kayu) masih memberikan pengaruh positif terhadap sifat tanah dan pertumbuhan kacang tanah sebagai tanaman indikator tahun kedua.. Hal inilah yang disebut sebagai efek residu dari pembenah organik tanah terhadap tanaman tahun kedua. .
2. Biomassa kering tanaman kacang tanah (BKT) meningkat berturut-turut sebesar 36 % ; 48%; 21% dan 37% pada M1, M2, M3 dan M4. Persentase peningkatan berat polong pada perlakuan M1, M2, M3 dan M4 masing-masing 38; 35; 23 dan 37 %.
3. Hasil biji pada tiga perlakuan yakni M1, M2 dan M4 tidak berbeda nyata tetapi lebih tinggi dibandingkan perlakuan M3. Berat 100 biji meningkat mencapai 19%; 28%; 10% dan 17% masing-masing pada perlakuan M1, M2, M3, dan M4.
4. Biochar dalam berbagai modifikasi aplikasinya dengan bahan pembenah organik lainnya pada tanaman musim I (Ubi kayu) masih konsisten memberikan pengaruh positif terhadap sifat tanah termasuk kemantapan agregat tanah pada musim tanam kedua (kacang tanah).

### 5.2. Saran

Kombinasi biochar, pupuk kandang dan residu tanaman yang diaplikasikan dengan cara dicampur merata pada lapisan olah tanah mempunyai pengaruh positif lebih dari satu musim tanam. Dengan demikian aplikasi bahan organik tersebut menjadi prasyarat paket pengelolaan tanah berkelanjutan pada sistem rotasi tanaman ubi kayu-kacang tanah di lahan kering tanah berpasir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chan, K.Y., Van Zwieten, B.L., Meszaros, I., Downie, D. & Joseph, S. 2008. Using poultry litter biochars as soil amendments. *Australian Journal of Soil Research* 46: 437–444.
- Dinnes, D.L., Karlen, D.L., Jaynes, D.B., Kaspar, T.C., Hatfield, J.L., Colvin, T.S. & Cambardella, C.A., 2002. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tiledrained Midwestern soils. *Agronomy Journal* 94: 153–171.
- Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, & G., Zech, W., 2001. The ‘Terra Preta’ phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften* 88: 37–41.
- Howeler, R.H. 2008. Enhancing the Adoption of Improved Cassava Production and Utilization Systems in Indonesia and East Timor. Final Report of ACIAR Project CIM/2003/066. CIAT Asia Office: Bangkok. 54p.
- Islami, T., Guritno, B., Nurbasuki & Suryanto, A. 2011. Maize yield and associated soil quality changes in cassava + maize intercropping system after 3 years of biochar application. *Journal of Agric. and Food. Tech.* 1:112-115.
- Islami, T., Guritno, B and Utomo, W.H. 2011. Performance of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Based Cropping Systems and Associated Soil Quality Changes in the Degraded Tropical Uplands of East Java, Indonesia. *Journal of Tropical Agricultural* 49: 40-46.
- Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R., Karlen, D. 2010. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma* 158: 436–442.
- Lehman, J., da Silva Jr., J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W. & Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant Soil* 249: 343-357.
- Liang, B., Lehmann, J., Kinyangi, D., Grossman, J., O’Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizao, F.J., Peterson, J. & Neves, E.G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 1719–1730.
- Masulili, A., Utomo, W.H. & Syekhfani, Ms. 2010. Rice husk biochar for rice based cropping system in acid soil 1. The characteristics of rice husk biochar and its Influence on the properties of acid sulfate soils and rice growth in West Kalimantan, Indonesia. *J. Agric. Sci. (Canada)* 3: 25-33.
- Rondon, M.A., Lehmann, J., Ramirez, J. & Hurtado, M. 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biology and Fertility of Soils* 43: 699 -708.

- Sholihin, 2009. Peluang Klon-Klon Ubikayu Dalam Menunjang Industri Bioetanol. Risalah Seminar. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 2007-2008. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 324-341
- Steiner, C., Glaser, B., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Blum, W.E.H. & Zech, W., 2008. Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central Amazonian Ferralsol amended with compost and charcoal. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 171: 893–899.
- Steiner, C., Teixeira, W.G., Lehmann, J., Nehls, T., de Macêdo, J.L.V., Blum, W.E.H. & Zech, W. 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered central Amazonian upland soil. *Plant and Soil* 291: 275–290.
- Sukartono, Suwardji, Mulyati, Baharuddin, dan Tejo Wulan, 2013. Modifikasi Rhizosfer Menggunakan Biochar Sebagai Upaya Meningkatkan Produktivitas Ubi Kayu (*Manihot esculenta Crantz*) Di Tanah Lempung Berpasir (*sandy loam*) Lahan Kering Lombok Utara. Laporan Penelitian BOPTN Tahun 2013. Universitas Mataram
- Sukartono, Utomo, W.H., Kusuma, Z. & Nugroho, W.H. 2011. Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*Zea mays L.*) yield following biochar application on sandy soils of Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture* 49: 47-52.
- Sukartono, Utomo, W.H., Nugroho, W.H. and Suwardji, 2013. Changes in water retention, water use efficiency and aggregate stability following biochar application on maize cropping systems on sandy soils in the tropical semiarid of Lombok, Eastern Indonesia. Refereed Paper for IRRI publications (*in progress*)
- Surkarman, Irsal, L. dan Hidayat, A., 2008. Potensi dan Ketersediann lahan Pertanian untuk Perluasan Areal Tanaman Pangan. Prosiding Simposium V Tanaman pangan. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 105- 133.
- Suwardji, 2006. Kebutuhan Teknologi untuk pengembangan pertanian lahan kering NTB. Makalah utama yang disampaikan dalam Seminar Nasional Pemanfaatan Teknologi Spesifik Lokasi. Kerjasama LIPI-Bapedda NTB di Mataram, 16 Desember 2006.
- Suwardji, Suardiari, G & Hippie A., 2007. Meningkatkan efisiensi air irigasi dari sumber air tanah dalam pada lahan kering pasir Lombok Utara menggunakan teknologi irigasi sprinkler big gun. Prosiding Kongres Nasional HITI IX, 5-7 Desember 2007, YOGYAKARTA.
- Utomo, W.H., Wargiono, J. and Islami, T. 2006. Cassava in Indonesia: Production, Utilization, constraint and strategy for improvement. The 14<sup>th</sup> Symposium of The International Society for Tropical Root Crops, India 20-26 November 2006.



Widodo, Y., 2009. Sinkronisasi Aspek Ekonomi dan Ekologi dalam Pengembangan Ubikayu Guna memenuhi Kebutuhan Industri pangan dan Energi. Risalah Seminar. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 2007-2008. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 342-355

Widowati, Utomo, W.H., Soehono, L.A. & Guritno, B. 2011. Effect of biochar on the release and loss of nitrogen from urea fertilization. *Journal of Agric. and Food. Tech.* 1: 127-132.

Lampiran 1. Kegiatan lapangan dan Keragaan pertumbuhan tanaman



Gambar 1. Penanaman kacang tanah dan tanaman umur 14 HST



Gambar 2. Pertumbuhan tanaman umur 30 HST (kiri) dan 60 HST (kanan)



Gambar 2. Pertumbuhan tanaman umur 80 HST (kiri) dan polong 100 HST (kanan)