



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 PENUGASAN  
PELAKSANAAN PENELITIAN PROGRAM DESENTRALISASI BAGI DOSEN  
DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS MATARAM  
SKIM UNGGULAN PERGURUAN TINGGI  
TAHUN ANGGARAN 2013

Nomor : 3910 /SPP-AUPT-BOPTN/H18.12/PL/2013

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ir. H. Amiruddin, M.Si.  
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram  
Alamat : Jln. Pendidikan 37 Mataram

Bertindak untuk dan atas nama Lembaga Penelitian Universitas Mataram selanjutnya dalam Surat Perjanjian Penugasan ini disebut **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 : Ir. R. Tejo Wulan, M.Sc.,Ph.D  
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 disebut sebagai **PIHAK KEDUA**.

Pada hari ini Selasa tanggal Empat bulan Juni tahun Dua Ribu Tiga 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 2013 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 penanggung jawab 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".
- (1) 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 penugasan ini.

## Pasal 2

### PEMBIAYAAN

- (1) **PIHAK PERTAMA** menghibahkan dana untuk kegiatan sebagaimana dimaksud pada pasal 1 sebesar **Rp. 20.500.000,- (Dua puluh juta lima ratus ribu rupiah)** yang dibebankan kepada **DIPA Universitas Mataram Tahun Anggaran 2013 Nomor : 023.04.2.415278/2013 Tanggal 5 Desember 2012;**
- (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  $70\% \times \text{Rp. 20.500.000,-} = \text{Rp. 14.350.000,-}$  (Empat belas juta tiga ratus lima puluh ribu rupiah) dibayarkan setelah Surat Perjanjian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak;
  - b. Tahap kedua  $30\% \times \text{Rp. 20.500.000,-} = \text{Rp. 6.150.000,-}$  (Enam juta seratus lima puluh 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 PPn dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus disertorkan ke kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

## Pasal 4

### JANGKA WAKTU PELAKSANAAN KEGIATAN

Jangka waktu pelaksanaan kegiatan sampai selesai 100% ditetapkan selama 6 (enam) bulan kalender, terhitung sejak ditandatangani Perjanjian Penugasan ini pada tanggal **04 Juni 2013** dan berakhir sampai dengan tanggal **04 Desember 2013**.

## Pasal 5

### TATA CARA PENGELOLAAN DANA BANTUAN PENELITIAN

- (1) Pengelolaan dana bantuan penelitian dilakukan secara swakelola oleh **PIHAK KEDUA** dan 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 2013**; 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 2013**.

## 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-laporan secara periodik mengenai 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 setiap akhir tahun penelitian;
- d. Melaporkan kepada **PIHAK PERTAMA** tentang perkembangan publikasi artikel ilmiah dan/atau perolehan paten secara periodik 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 juga 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 2013.
- (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 2013, 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 kuarto/A4;
  - (2) Warna cover (sampul) Ungu;
  - (3) Di bagian bawah cover (sampul) ditulis :  
**Dibiayai Dengan Dana DIPA Universitas Mataram Tahun Anggaran 2013  
Nomor : 023.04.2.415278/2013 Tanggal 5 Desember 2012.**
- e. Laporan Akhir Hasil Penelitian harus diserahkan oleh **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** selambat-lambatnya tanggal **07 Desember 2013** 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 tabel), yang ditandatangani oleh Ketua Peneliti dan disahkan 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 Pelaksana 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 dikelola sesuai 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** terbebas dari segala tuntutan pihak lain tersebut.

#### Pasal 11

#### PERALATAN ILMIAH DAN BARANG INVENTARIS

- (1) Peralatan ilmiah dan barang inventaris pengadaannya dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**, yang berpedoman pada Peraturan Perundangan yang berlaku;
- (2) Semua hasil pengadaan peralatan ilmiah dan barang inventaris 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 industri 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 juga menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada **PIHAK PERTAMA**, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan (tanggal 07 Desember 2013) sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat perjanjian penugasan penelitian;
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak menyerahkan laporan 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 Penelitian ini hingga tanggal 15 Desember 2013, 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 tersebut pada pasal 1 terdapat indikasi duplikasi dan/atau ketidak jujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka 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 ini.

**Pasal 15**

**PENUTUP**

- (1) Surat Perjanjian Penugasan ini dibuat rangkap 3 (tiga), 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

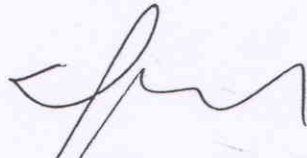
Ketua,



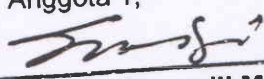
**Ir. H. Amiruddin, M.Si.**  
NIP. 19621231 198703 1 024

**PIHAK KEDUA**

Tim Pelaksana Penelitian,  
Ketua,

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

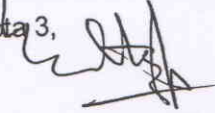
Anggota 1,

  
2. **Prof. Ir. Suwardji M. App.Sc., Ph.D**  
NIP. 1958030421989021001

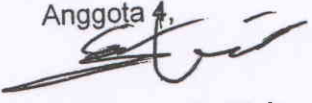
Anggota 2,

  
3. **Prof. Ir. Mulyati, SU., Ph.D**  
NIP. 195510281981032091

Anggota 3,

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

Anggota 4,

  
5. **Ir. R. Sri Tejo Wulan, M.Sc., Ph.D**  
NIP. 1196105231986021001

B1-9

L19

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN UNGGULAN 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**

Dr. Ir. H. Sukartono, M.Agr ✓

NIDN: 0012126210

Prof. Ir. Suwardji M.App.Sc., Ph.D

NIDN: 0003045806

Prof. Ir. Mulyati, SU., Ph.D

NIDN: 0028105502

Prof. Dr. Ir. Baharuddin, AB., MS

NIDN: 0017105403

Ir. R. Tejo Wulan, M.Sc., Ph.D

NIDN: 0023056107

**Dibiayai oleh Sumber Dana BOPTN UNRAM**  
**Nomor Kontrak : 3910/SPP-AUPT-BOPTN/H18.12/PL/2013**

**KELOMPOK PENELITI KIMIA DAN KESUBURAN TANAH**

**FAKULTAS PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS MATARAM**

**2013** ✓



**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**

Dr. Ir. H. Sukartono, M.Agr  
NIDN: 0012126210

Prof. Ir. Suwardji M.App.Sc., Ph.D  
NIDN: 0003045806

Prof. Ir. Mulyati, SU., Ph.D  
NIDN: 0028105502

Prof. Dr. Ir. Baharuddin, AB., MS  
NIDN: 0017105403

Ir. R. Tejo Wulan, M.Sc., Ph.D  
NIDN: 0023056107

**Dibiayai oleh Sumber Dana BOPTN UNRAM  
Nomor Kontrak :**

**KELOMPOK PENELITI KIMIA DAN KESUBURAN TANAH**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MATARAM**

**2013**

**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 1 dari rencana 2 tahun  
**Biaya Tahun Berjalan** : Rp. 20.500.000,00  
**Biaya Keseluruhan** : Rp. 59.000.000,00

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

Mataram, 9 - 12 - 2013,  
 Ketua Peneliti,

(SUKARTONO)  
 NIP/NIK196212121989021001

Menyetujui,  
 Ketua Lembaga Penelitian Unram  
  
 (Ir. H. Amiruddin, M.Si)  
 NIP/NIK196105241987031002

**Modifikasi Rhizosfer Menggunakan Biochar Sebagai Upaya Meningkatkan Produktivitas Ubi kayu (*Manihot esculenta*, Crants) di Tanah Lempung Berpasir (*sandy loam*) Lahan Kering Lombok Utara**  
(Sukartono, Suwardji, Mulyati, Baharuddin, Tejo Wulan, 2013)

**Abstrak**

Peluang untuk meningkatkan produksi ubi kayu sebagai upaya memenuhi kebutuhan dalam negeri khususnya industri pakan dan bioetanol dapat dihampiri melalui pemanfaatan dan pengelolaan lahan kering secara optimal. Di Lombok Utara, potensi lahan kering (38.000 ha) baru dimanfaatkan sekitar 30 persen untuk tanaman pangan termasuk jagung dan ubi kayu dengan produktivitas masih sangat rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh modifikasi rhizosfer berbasis biochar pada tanaman ubi kayu terhadap perubahan beberapa sifat tanah, efisiensi nitrogen, pertumbuhan dan hasil ubi kayu di tanah lempung berpasir (*sandy loam*) Lombok Utara. Perlakuan rekayasa biosfer yang diuji adalah: (i) tanpa tanpa pembenah tanah, M0 (ii) rekayasa bagian bawah rhizosfer diberi jerami, ditimbun biochar, campuran tanah dan pupuk kandang di bagian atas, M1 (iii) biochar dicampur merata dengan pupuk kandang, jerami dan tanah, M2 (iv) Campuran tanah, biochar dan pupuk kandang, M3 dan (v) pupuk kandang di bawah, jerami, ditimbun campuran biochar dan tanah, M4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi rhizosfer dengan aplikasi bahan organik berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, hasil umbi ubi kayu. Hasil umbi ubi kayu perlakuan M2 dan M3 sebanding masing-masing 26.57 dan 26.80 ton ha<sup>-1</sup> (meningkat 40 %) dan berbeda nyata dengan perlakuan M1 dan M4 dengan hasil umbi masing-masing 24.37 dan 24.73 ton ha<sup>-1</sup>. Peningkatan hasil ini berkorelasi positif dengan adanya perbaikan sifat tanah. Aplikasi biochar dikombinasikan dengan jerami dan pupuk kandang yang dicampur merata dengan tanah pada kedalaman zone perakaran efektif dalam pembenahan zone perakaran dan peningkatan pertumbuhan dan hasil ubi kayu di tanah berpasir.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	1
<b>BAB II 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 METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Persiapan bahan biochar dan pembenah organik lainnya	7
3.2. Lokasi Percobaan	
3.3. Perlakuan dan Rancangan Percobaan	8
3.4. Pelaksanaan Percobaan Lapangan	9
3.5. Variabel Penelitian	10
3.6. Analisis Statistik	12
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	13
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## BAB I. PENDAHULUAN

Peningkatan produksi tanaman pangan termasuk ubi kayu merupakan upaya yang sejalan dengan program ketahanan dan diversifikasi pangan dan pengembangan sistem agribisnis (Suryana, 2008) karena sebagian besar masyarakat pedesaan masih menggantungkan ekonominya pada tanaman pangan.

Ubi kayu merupakan salah satu komoditi penting sebagai sumber karbohidrat yang digunakan sebagai tanaman pangan, pakan dan bahan baku industri pangan, farmasi dan bahan bakar minyak terbarukan (*renewable fuel*) (Sholihin, 2009). Data tahun 2010 menunjukkan bahwa produksi ubi kayu Indonesia 23 juta ton dari lahan seluas 1,2 juta ha umumnya dari lahan kering/marginal dengan produktivitas masih rendah yakni 20 ton/ha ubi segar (Litbang Pertanian, 2012) lebih rendah dari produksi rata-rata India 26,3 ton/ha (Utomo *et al.*, 2006). Potensi hasil ubi kayu dapat mencapai lebih dari 50 ton/ha umbi segar (Sholihin, 2009).

Dari luas tanam 1,2 juta ha, sekitar 55% di tanam di Pulau Jawa pada tanah lahan kering dengan tingkat kesuburan yang sangat rendah yakni lahan terdegradasi (Islami *et al.*, 2011). Hal inilah yang menjadi alasan utama penyebab rendahnya produksi ubi kayu di Indonesia. Lahan ubi kayu di Indonesia umumnya pada tanah dengan solum dangkal (<30 cm), berpasir, rendah bahan organik, N,P dan unsur hara mikro seperti Zn dan Fe (Howeler, 2008). Penambahan pupuk anorganik dapat meningkatkan hasil, (Islami *et al.*, 2011), akan tetapi stabilitas hasil sulit dicapai manakala penambahan bahan organik tidak dilakukan.

Seiring dengan makin berkembang pesatnya industri pakan dan berbagai industri lain berbahan baku ubi kayu, diantaranya industri bioetanol untuk menunjang substitusi bahan bakar minyak asal fosil yang makin lama makin langka, maka dapat dipastikan kebutuhan dalam negeri akan ubi kayu akan terus meningkat (Sholihin, 2009). Kebutuhan ubi kayu pada tahun 2025 diperkirakan sekitar 30 jutaton ubi segar sehingga dibutuhkan peningkatan produksi sebesar 27%. (Widodo, 2009).

Indonesia memiliki peluang yang besar dalam meningkatkan produksi ubi kayu melalui pemanfaatan lahan kering yang sesuai untuk tanaman pangan (25,09 juta ha) (Sukarman *et al.*, 2008), tentunya disertai dengan penerapan paket pengelolaan tanah dan tanaman yang memadai.

Di Provinsi Nusa Tenggara Barat, potensi lahan kering sekitar 1.807.463 ha (Suwardji *et al.*, 2004) dan yang sesuai untuk tanaman pangan 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. Sampai saat ini, baru sekitar 30 % areal tersebut yang telah dimanfaatkan untuk pertanian tanaman pangan (jagung dan ubi kayu) dengan sentuhan teknologi seadanya, sehingga produktivitasnya masih sangat rendah (Suwardji, 2006).

Rendahnya kualitas kesuburan tanah merupakan factor pembatas biofisik yang masih dianggap bertanggung jawab terhadap rendahnya produksi tanaman pangan di lahan kering di Lombok Utara. Sebagian besar tanah di kawasan ini tergolong tanah berpasir (pasir >55%), pori makronya tinggi, miskin bahan organik tanah (Suwardji, *et al.*, 2007), sehingga kemampuan retensi hara dan air rendah (Sukartono, *et al.*, 2011). 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 termasuk ubi kayu.

Pengelolaan tanah berbasis biochar dan atau kombinasinya dengan sumber bahan organik segar (*fresh organic sources*) yang tersedia secara local seperti pupuk kandang dan residu tanaman dapat menjadi alternatif pilihan. Biochar diajukan menjadi pembenah tanah di lahan pertanian tropis karena bahan ini bersifat rekalsitran dan stabil dalam tanah, sehingga dalam jangka panjang lebih mampu mempertahankan stabilitas C-tanah (Lehmann *et al.*, 2006; Woolf, 2008) dibandingkan sumber bahan organik segar yang pada kondisi tropis mengalami mineralisasi sangat cepat sehingga senyawa organik tahan lapuk yang tertinggal dalam tanah sangat sedikit (Diels *et al.*, 2004). Dengan alasan inilah maka sekarang ini biochar telah menjadi focus perhatian pakar lingkungan dunia sebagai sebagai sebuah teknologi berkelanjutan (*sustainable technology*) untuk meningkatkan sequestrasi C dalam tanah dan membenahi kesuburan tanah pertanian khususnya di lahan tropis (Lehmann, 2007).

Penelitian di sebagian besar tanah tropis menunjukkan bahwa penambahan biochar ke dalam tanah ternyata penambahan biochar mampu memberikan sumbangan positif terhadap perbaikan sifat kimia tanah (Liang *et al*, 2006; Masulili *et al.*, 2010; Islami *et al*, 2011) dan juga perbaikan sifat fisika tanah seperti retensi air dan aggregate tanah (Glaser *et al.*, 2002; Chan *et al*, 2007 dan biologis tanah (Randon *et al*, 2006). Penelitian biochar di daerah semi arid tropis meskipun masih sangat terbatas, misalnya pada sistem pertanaman jagung di tanah berpasir di Lombok (Sukartono *et al*,

2011; Suwardji dan Sukartono, 2012) menunjukkan peningkatan kandungan C-tanah dan kecenderungan perbaikan retensi air dan aggregate tanah.

Aplikasinya dapat dilakukan dalam berbagai cara antara lain membenamkan dalam tanah dalam baris tanaman, mencampurkan secara merata (*incorporated*) dalam lapisan olah, dan berbagai cara modifikasi lainnya. Aplikasi biochar secara local terbatas pada zone sistem perakaran tanaman jarang diperhatikan, pada hal tanaman tertentu seperti ubi kayu dengan tipologi morfologi tanaman dan sistem umbi yang khas, membutuhkan jarak tanam yang lebar boleh jadi peluang modifikasi pembenah organik (biochar dan sumber bahan organik lainnya) yang dikreasi secara lokal pada sistem perakaran (*locus rhizosfer modification*) akan lebih efektif dibandingkan dengan cara konvensional disebar merata ke seluruh lapisan olah tanah.

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian pengelolaan tanah yang berorientasi pada pemanfaatan biochar sebagai komponen modifikasi Rhizosfere tanaman ubi kayu (*manihot esculenta, Crantz*) di Tanah lempung berpasir di daerah semi arid tropis perlu dilakukan.

### **Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Mengevaluasi pengaruh modifikasi rhizosfer berbasis biochar terhadap perubahan sifat kimia tanah.
- b) Mengevaluasi efisiensi penggunaan nitrogen tanaman ubi kayu pada beberapa perlakuan modifikasi rhizosfer berbasis biochar
- c) Mengevaluasi pengaruh modifikasi rhizosfer berbasis biochar terhadap komponen pertumbuhan dan hasil umbi ubi kayu

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai satu referensi strategis dalam mengembangkan penelitian pengelolaan tanah berbasis biochar dan kombinasinya dengan bahan organik lainnya pada sistem pertanaman ubi kayu di lahan kering berpasir. Kiat ini diharapkan menunjang upaya peningkatan produktivitas ubi kayu di lahan kering.

## 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 (Abdurahman *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 (Sukarton, *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; Krull, 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 mikrobial tanah (Chan *et al.* 2008).

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

Penelitian direncanakan akan berlangsung selama kurang lebih 10 bulan dengan tahapan pelaksanaan sebagai berikut:

#### **3.1. Persiapan bahan biochar dan pembenah organik lainnya**

Biochar yang disiapkan diambil dari limbah industri pembuatan arang tempurung kelapa tradisional di Desa Sandik Kecamatan Gunung Sari Lombok Barat. Pembuatan arang oleh pengrajin Rumah Tangga tersebut dilakukan dengan cara tradisional dengan memanaskan bahan tempurung dan sabut kelapa di dalam lubang tanah dengan kedalaman bervariasi dari 1,0 m – 2,0 m dan diameter lubang 0,80 m sampai 1,20 m. Limbah serbuk arang yang dibuang di sekitar tempat pengarangan (*charing pit*) dikumpulkan dan

selanjutnya disaring menggunakan ayakan berdiameter 1 mm. Bahan inilah yang dijadikan bahan pembenah pada percobaan lapangan.

### 3.2. Lokasi Percobaan

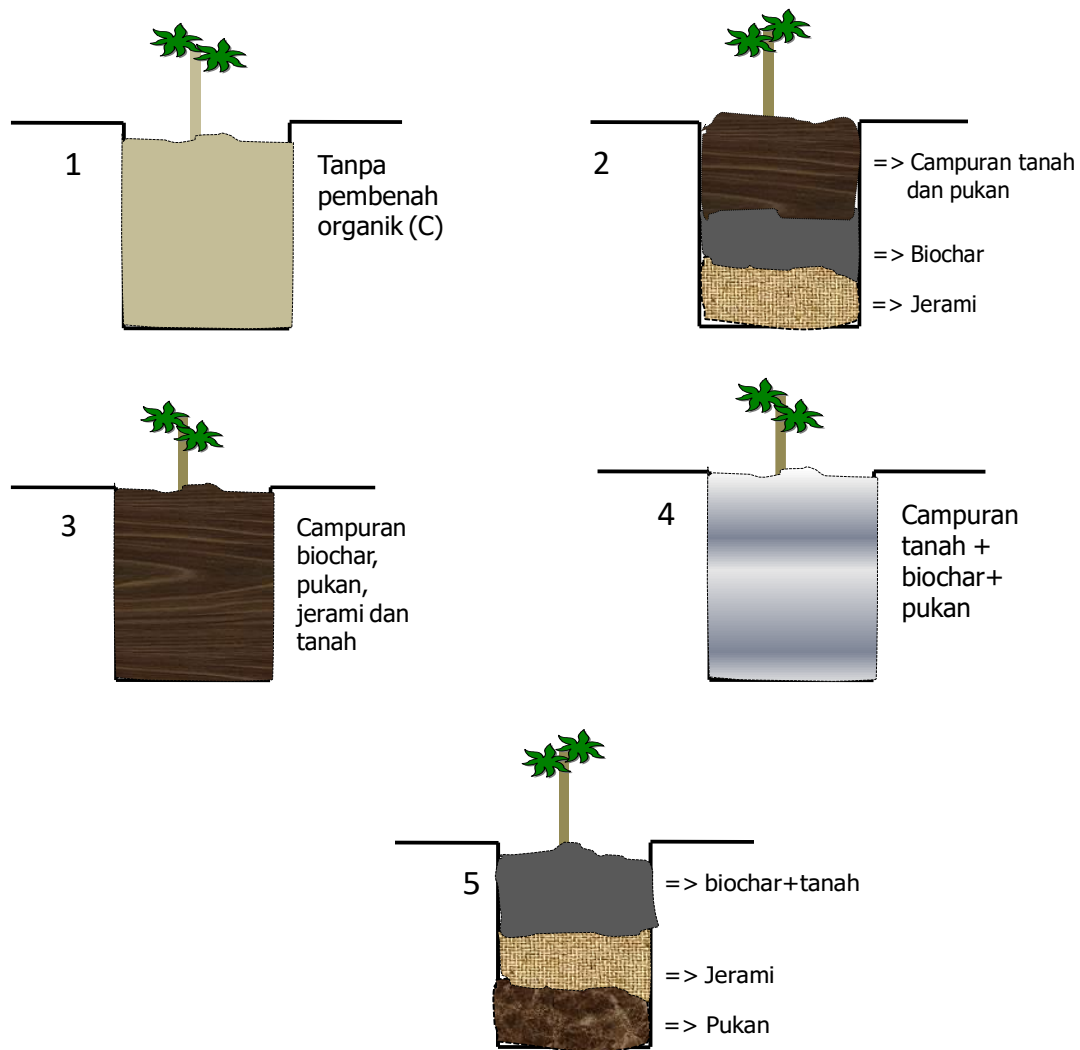
Percobaan lapangan akan dilakukan di areal lahan kering di wilayah Desa Akar-Akar, Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara (08° 13' 6,70 – 08° 25' 16,70" LS dan 116° 19' 18,17" – 116° 23' 54,62" BT) berada pada ketinggian 21 meter di atas permukaan laut. Klasifikasi tanah (Soil Survey staf, 1998) di lokasi percobaan termasuk dalam isohyperthermic mix-kaolinitic Typic Ustipssament bersolum (20-40 cm) berkembang dari bahan induk abu vulkan mengandung pasir dan batu apung hasil erupsi dari Gunung Rinjani. Sifat tanah khususnya lapisan atas (0-20cm) mempunyai tekstur lempung berpasir (sandy loam) dengan pH tanah 5,97 dan C-organik <1,0%.

### 3.3. Perlakuan dan Rancangan percobaan

Perlakuan yang diuji pada percobaan lapangan adalah merupakan rekayasa modifikasi rhizosfer berbasis bahan organik termasuk biochar. Perlakuan yang dimaksud dideskripsikan pada Table 1 dan secara skematis ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Beberapa perlakuan modifikasi rhizosfer tanaman ubi kayu

No	Perlakuan modifikasi rhizosfer	Kode perlakuan
1	Kontrol - tanpa modifikasi 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 dan tanah	M2
4	Biochar dicampur merata dengan pupuk kandang dan tanah	M3
5	Pupuk kandang di bawah, jerami, ditimbun campuran biochar dan tanah	M4



Gb1. Sketsa model perlakuan modifikasi rhizosfer : (1) Tanpa pembenah organik (2) modifikasi jerami – biochar - campuran tanah dan pupuk (3) Biochar dicampur merata dengan pupuk kandang + jerami + tanah (4) Campuran tanah+ biochar + pupuk kandang (5) Pupuk kandang di bawah, jerami, ditimbun campuran biochar dan tanah

Di luar petak perlakuan juga akan dibuat petak pertanaman ubi kayu (ukuran sama dengan petak perlakuan) tanpa pemberian pembenah organik dan tanpa pupuk.

### 3.3. Pelaksanaan Percobaan lapangan

Percobaan akan dimulai awal musim kemarau (April 2013) dan berakhir bulan Desember 2013. Perlakuan yang diuji (Gambar 1) ditata menggunakan Rancangan Acak

Kelompok (RAK) dengan empat ulangan sehingga diperoleh 20 unit petak perlakuan. Secara rinci tahapan percobaan diuraikan sebagai berikut:

*Persiapan petak dan aplikasi bahan pembenah organik*

Sebelum pembuatan petak percobaan maka terlebih dahulu hamparan lahan dibersihkan dari semak atau gulma dan tanah. Petak perlakuan dibuat menurut pola 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. Tanah tidak diolah kecuali dilakukan sangat terbatas dengan menyesuaikan kebutuhan sesuai perlakuan.

Bahan pembenah organik sebagai komponen modifikasi rhizosfer diberikan dengan takaran masing-masing: biochar (10 ton ha<sup>-1</sup> setara dengan 0,50 kg per pohon), pupuk kandang (10 ton/ha setara dengan 0,50 kg pukan per pohon) dan jerami (3 ton/ha setara dengan 150 gram per pohon). Model aplikasi pembenah organik sepenuhnya mengikuti pola perlakuan (Gambar 1). Lubang tanam yang dipersiapkan berukuran 20 cm x 20 cm dan dalam 30 cm. Selama 7 hari pertama sejak aplikasi pembenah organik, petak lahan percobaan dipertahankan lembab dengan penyiraman air sampai mencapai  $\pm$  100% kapasitas lapang (KLP). Pengairan menggunakan sprinkler Big Gun (Suwardji, dkk., 2007).

Karakteristik pembenah organik (biochar dan pupuk kandang) yang digunakan dalam percobaan ini disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel. 2. Karakteristik biochar dan pupuk kandang

	Biochar	Pupuk kandang
Kandungan air (%)	7,20	15,24
BV (gcm-3)	0,70	-
Ph	9,78	5,84
Kandungan abu	8,16	
C(%)	77,58	9,32
N(%)	0,38	1,12
P(%)	0,18	0,74
K (me%)	8,40	0,53
Ca (me%)	0,40	0,65
Mg (me%)	0,60	0,41
KTK (cmol kg <sup>-1</sup> )	11,78	-

### ***Penanaman bibit ubi kayu***

Bibit ubi kayu yang dipersiapkan adalah bibit ubi kayu varietas lokal. Jarak tanam yang digunakan adalah 100 cm x 50 cm (36 pohon per petak). Bibit ubi kayu berukuran 20 cm dengan diameter 2,5 -3 cm yang diambil dari bagian tengah batang tanaman ubi kayu sehat (tanaman berumur 7-12 bulan). Bibit ditancapkan sedalam 5 cm seminggu setelah inkubasi pembenah organik pada masing-masing lubang tanam yang telah dipersiapkan.

### ***Pemupukan dan pemeliharaan tanaman***

Pupuk anorganik yang digunakan sebagai sumber hara N, P dan K masing-masing adalah Urea, SP-18 dan KCl. Pupuk pengandung P dan K diaplikasikan sebagai pupuk dasar (*basal application*) ditanamkan pada jarak 5 cm dari lubang tanam pada kedalaman tanah 10 cm dengan takaran 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 bibit. Pupuk nitrogen dengan takaran 300 kg Urea ha<sup>-1</sup> diberikan 3 kali yakni 1/3 bagian diberikan sebagai pupuk dasar kepada umur 10 HST, 1/3 bagian diberikan pada umur 3 bulan dan sisanya diberikan pada umur 5 bulan. Pengendalian hama dan penyakit sedapat mungkin tidak dilakukan secara kimia. Sedangkan pemberian air selama percobaan akan dilakukan sesuai kondisi tanamam.

### **3.4. Variabel penelitian**

Variabel yang dikaji dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Variabel tanah meliputi :

- a. Total C organik-tanah (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 khususnya pF 0, pF2,5 dan pF 4,2, dan kapasitas air tersedia tanah
- d. Total porositas tanah dan kemantapan agregat tanah

Pengaruh perlakuan terhadap perubahan sifat tanah diatas diamati pada akhir siklus musim tanam atau setelah panen (9 bulan). Kandungan C-organik tanah ditetapkan menggunakan metode kolorimetri menurut Walkley and Black. Penetapan POM -C dilakukan setelah fraksionasi bahan organik berdasarkan ukuran fraksi 250 µm, 150 µm, dan 50 µm. Fraksionasi dilakukan dengan metode pengayakan basah (*wet sieving*

*method*) (Hairiah, 2011). POM-C adalah merupakan C-organik yang dikandung oleh masing-masing fraksi partikel tanah di atas. Pengambilan sampel tanah untuk analisis laboratorium terhadap sifat tanah di atas dilakukan pada kedalaman tanah yakni 0-15 cm.

KTK tanah 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: tinggi tanaman, diameter batang dan komponen hasil umbi (jumlah dan berat umbi), berat kering bagian atas tanaman diamati di akhir pada fase panen. Pengamatan pola distribusi umbi secara fotografis juga akan dilakukan menjelang panen pada sampel tanaman yang ditetapkan dengan membuat penampang (mini pit) tanah zone perakaran fase panen ubi kayu.

Serapan hara nitrogen diamati pada umur tanaman 120 hari setelah tanam. Serapan N tanaman dihitung dengan mengalikan hasil tanaman (biomassa kering



tanaman) dengan konsentrasi N di jaringan tanaman (%) pada fase vegetative maksimum umur 150 HST.

Sedangkan penghitungan efisiensi penggunaan nitrogen (EPN) tanaman dari masing-masing perlakuan mengikuti persamaan berikut ini:

$$EPN = \frac{(\text{Serapan N perlakuan} - \text{Serapan N tanpa pupuk}) \text{ kg/ha}}{\text{Takaran N (kg/ha)}} \times 100\%$$

### 3.5. Analisis Statistik

Analisis data (agronomis dan tanah) menggunakan analisis variance (ANOVA) dan rata-rata perlakuan dibandingkan dengan LSD test pada  $P < 0.05$ , menggunakan Paket Program Mintab for windows versi 13.

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Sifat Tanah Sebelum Percobaan.

Hasil analisis laboratorium terhadap contoh tanah sebelum percobaan (Tabel 3) menunjukkan bahwa tanah lokasi percobaan memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Hal ini terlihat dari sifat fisik tanah berpasir (fraksi kasar/pasir >50 persen) dan kandungan fraksi halus (clay) yang sangat rendah (10%). Tanah sangat porous karena didominasi oleh pori makro dan kandungan bahan organik tanahnya (BOT) sangat rendah (<1.0%). Dengan demikian tanah tersebut strukturnya sangat lemah (*poor structure*). Kondisi fisik tanah seperti inilah yang dianggap bertanggung jawab terhadap rendahnya kemampuan pegang air tanah (*Water holding capacity*) dan juga kemampuan retensi hara. Dengan demikian maka upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air, hara dan perbaikan produktivitas tanah haruslah dibarengi dengan pengelolaan tanah berbasis pembenah organik dengan pengaturan system bertanam.. .

Rendahnya kemampuan retensi hara tanah ditunjukkan oleh rendahnya nilai kapasitas tukar kation ( KTK 5,90 cmol kg<sup>-1</sup>). 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. Secara umum ketersediaan hara khususnya N dan P rendah.

Mengacu pada karakteristik tanah sebagaimana ditunjukkan data pada Tabel 3, maka percobaan lapangan yang telah dilakukan paling tidak memberikan inspirasi untuk menerapkan upaya pembenahan kualitas tanah sekaligus 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 disajikan pada sub- bab 4.2 dan 4.3.

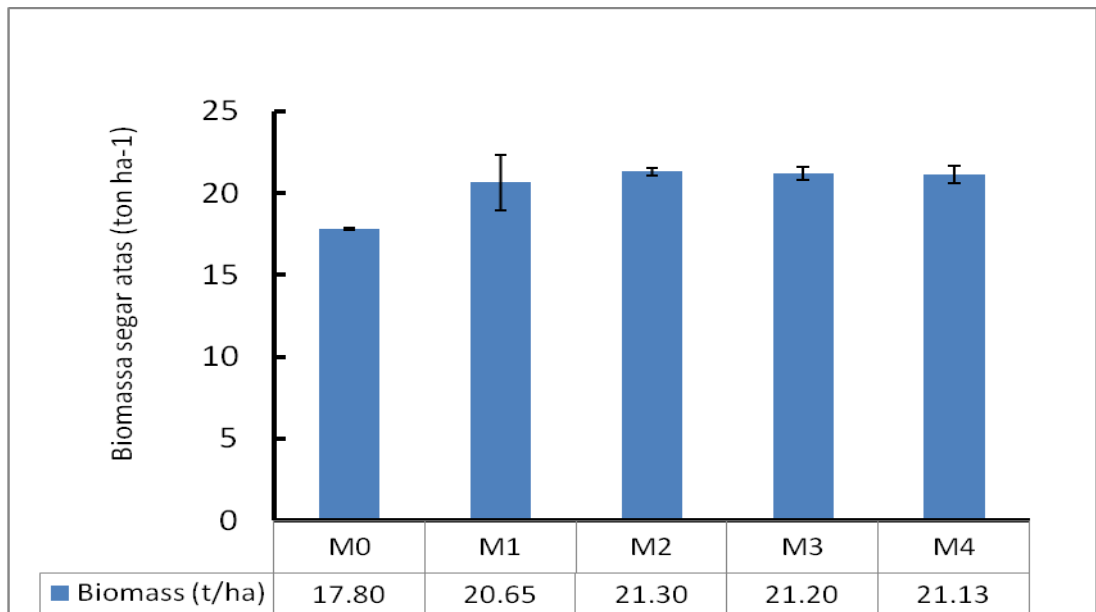
Tabel 3. Analisis sifat tanah (0-15 cm) sebelum percobaan

Sifat tanah	Nilai
pH-H <sub>2</sub> O	5,97
C-organik (%)	0,90
N Total (%)	0,12
P-tersedia (Bray 1) (mg kg <sup>-1</sup> )	19,24
KTK (cmol kg <sup>-1</sup> )	5,90
Exch K (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.57
Exch Na (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.04
Exch Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	2.34
Exch Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.87
Tekstur (Pasir; Debu; Liat) (%)	57 ; 33; 10
BV (g cm <sup>-3</sup> )	1,14

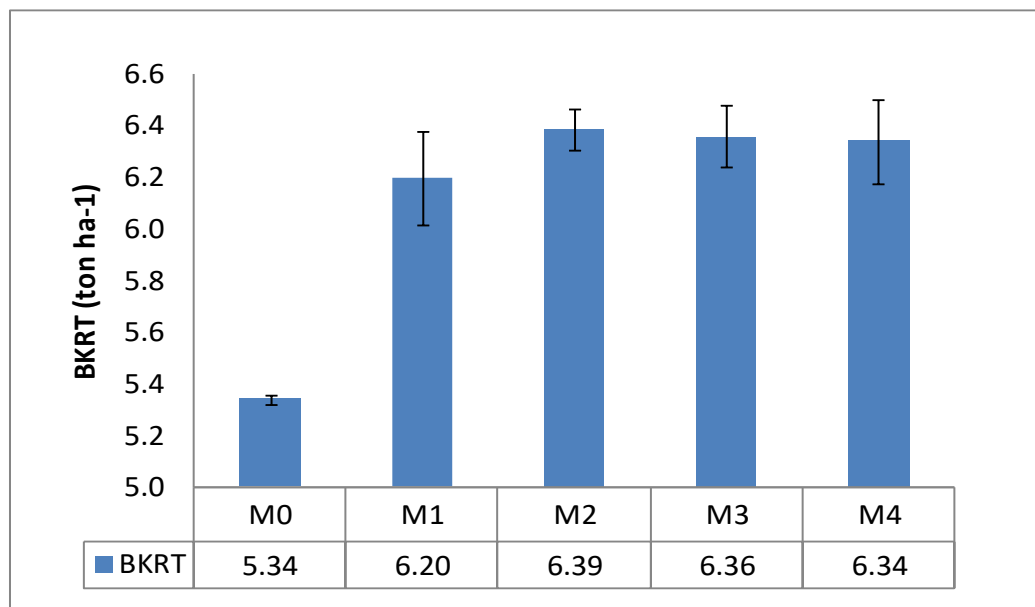
#### 4.2. Pertumbuhan dan Hasil Umbi Tanaman Ubi kayu

Respon pertumbuhan dan hasil umbi tanaman ubi kayu sebagai akibat penambahan pembenah organik melalui modifikasi lapisan zone perakaran disajikan masing masing pada Gambar 2,3 dan 4.

Aplikasi pembenah organik dengan berbagai modifikasi cara pemberiannya berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, diindikasikan oleh meningkatnya komponen pertumbuhan bagian atas (berat biomassa segar tanaman dan kering kering tanaman) (Gambar 2 dan 3) dan komponen hasil umbi tanaman (Gambar 4). Berat biomassa tanaman meningkat sebesar 16% paada perlakuan M1, 20% pada perlakuan M2 dan M3 dan 19% pada perlakuan M4. Persentase peningkatan biomassa pada keempat perlakuan penambahan bahan organik (M1, M2, M3 dan M4) masih sebanding. Sedangkan terhadap komponen hasil umbi, perlakuan M2 dan M3 menunjukkan produksi umbi tertinggi masing-masing 26,57 dan 26,80 ton ha<sup>-1</sup> umbi segar berbeda nyata dengan produksi umbi pada perlakuan M1 (24,37 ton ha<sup>-1</sup>) dan M4 (24, 73 ton ha<sup>-1</sup>).



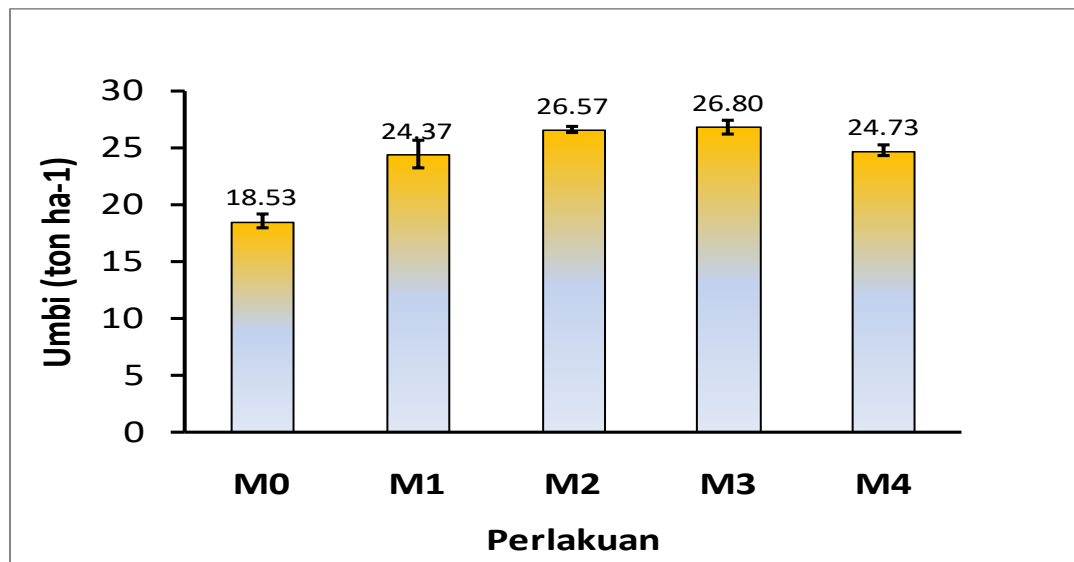
Gambar 2. Rata-Rata Berat Bomassa Segar Atas Tanaman Ubi Kayu di Berbagai Perlakuan Modifikasi Zone Perakaran (Rhizosfer)



Gambar 3. Berat kering Biomassa Atas Tanaman (BKRT) Ubi kayu pada berbagai perlakuan modifikasi zone perakaran (Rhizosfer)

Hasil seperti ini memberikan petunjuk bahwa aplikasi biochar bersamaan dengan pembenah organik segar lainnya (pupuk kandang dan residu tanaman) perlu diberikan dengan mencampurkan secara merata dengan tanah pada kedalaman lapisan perakaran, sesuai dengan pola perlakuan yang ditunjukkan M2 dan M3. Lebih rendahnya penampilan pertumbuhan dan hasil tanaman pada perlakuan M1 dan M4 dibandingkan perlakuan modifikasi M2 dan M3 diduga paling tidak berkaitan dengan dua hal yakni: (i) lebih

lambannya proses mineralisasi bahan organik (pupuk kandang dan jerami) karena pemberian bahan tidak dicampur merata dengan tanah tetapi tersusun secara berlapis (ii) Aktivitas mikroorganisme lebih rendah ketika kontak bahan organik segar dengan tanah kurang memadai dan hal ini tidak terjadi pada perlakuan M2 dan M3. Meskipun demikian dua alasan tersebut memerlukan konfirmasi lebih lanjut melalui kajian yang mendalam dari aspek sinkronisasi proses mineralisasi.



Gambar 4. Rata-rata berat umbi ubi kayu pada berbagai perlakuan modifikasi zone perakaran (*Rhizosfer*)

Tanpa mempertimbangkan kontribusi pupuk kandang dan jerami dalam konteks kombinasinya dengan biochar, maka penelitian sebelumnya oleh Islami, et al (2011) telah mengungkap adanya pengaruh positif penambahan pada tanah terdegradasi terhadap perbaikan pertumbuhan dan hasil tanaman ubi kayu (Islami et al., 2011). Dari hasil penelitian ini dapat dipetik hikmah bahwa kombinasi aplikasi biochar dan dua pembenah organik lainnya (pupuk kandang dan jerami) 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 karena memang biochar bersifat lebih tanah (*recalcitrant*) dibandingkan senyawa organik segar (*fresh organic*) maka ia akan tetap berkontribusi tidak hanya dalam stabilitas karbon (Liang et al., 2006) tetapi keberadaan biochar dalam waktu lama dalam tanah akan berkontribusi dalam pengkayaan muatan permukaan negatif sehingga akan lebih mampu menahan hara bermuatan positif dari aplikasi unsur hara lewat pemupukan. Pengaruh

jangka pendek dari kombinasi biochar dan dua jenis bahan organik segar terhadap sifat tanah ditunjukkan oleh data pada Tabel 4.

Pengaruh jangka panjang sebagaimana pembuktian adanya pengkayaan muatan negatif dari bahan karbon tua, tingginya kandungan C-organik, nilai KTK dan basa tertukar tanah telah dipelajari secara mendalam pada tanah antroplogis hitam yang termashur dengan sebutan “Terra Preta” di Lembah Amazone Brasil (Glaser et al., 2001 dan Lehamann, 2007). Makna dari semua ini adalah dalam jangka panjang pemanfaatan kombinasi pembenah organik rekalsitran dan berstruktur aromatic 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.

#### 4.4. Pengaruh modifikasi rhizosfer terhadap sifat kimia tanah

Data sifat kimia tanah setelah panen pada berbagai perlakuan modifikasi rhizosfer disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Reaksi Tanah (pH), Kandungan C-org, N, KTK tanah setelah aplikasi pembenah organik pada sistem pertanaman ubi kayu di tanah lempung berpasir Lombok Utara

Perlakuan	Sifat Kimia Tanah Setelah Panen							
	pH	SE	C-org	SE	N	SE	KTK	SE
M0	6.10	± 0.12	1.15	± 0.09	0.05	0.00	6.1	± 0.06
M1	6.10	± 0.06	1.88	± 0.12	0.09	0.00	7.3	± 0.21
M2	6.38	± 0.04	2.53	± 0.15	0.12	± 0.02	7.6	± 0.21
M3	6.28	± 0.04	2.30	± 0.45	0.08	± 0.02	7.9	± 0.30
M4	6.35	± 0.03	2.18	± 0.29	0.09	± 0.02	7.4	± 0.12

SE= standard error.

Secara keseluruhan aplikasi pembenah organik dari berbagai modifikasi pemberian berpengaruh positif terhadap sifat tanah yakni pH, C-organik, N dan KTK. Peningkatan pH meskipun dalam unit yang kecil. Penelitian sebelumnya pada system pertanaman jagung aplikasi biochar dan pupuk kandang mampu memperbaiki sifat tanah.

Jadi sangat jelas bahwa adanya perbaikan sifat tanah pada petak perlakuan yang mendapatkan masukan kombinasi biochar, pupuk kandang dan jerami terhadap petak

kontrol merupakan petunjuk adanya kontribusi positif dari penambahan pembenah organik dalam memperbaiki ketersediaan hara dalam tanah. Meskipun demikian, untuk menjaga kelanggengan pengaruh positif tersebut maka pemberian biochar dan kombinasinya dengan bahan organik segar lainnya sebaiknya diberikan dengan cara mencampurkan secara merata (*incorporated*) dengan tanah .

Perbaikan sifat kimia tanah sebagai kontribusi pembenah organik (biochar, pukan dan jerami) sebagaimana dilaporkan pada penelitian ini selaras dengan hasil yang dicapai oleh peneliti-peneliti terdahulu (Chan et al., 2007; Yamato et al., 2006; Rondon et al., 2007; Van Zwieten et al., 2010; Uzoma et al., 2011) yang kesemuanya melaporkan 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  $\text{N-NH}_4$ , K, Ca dan Mg (Novak et al., 2009; Sukartono, et al., 2011).

Jadi secara keseluruhan, hasil pengamatan sifat tanah di atas (Tabel 4) secara implisit menyarankan bahwa input pembenah organik dalam bentuk kombinasi biochar, pupuk kandang dan residu tanaman dapat dipertimbangkan sebagai paket pengelolaan tanah berkelanjutan pada sistem pertanaman di lahan kering tanah berpasir. Jika tidak maka kelanggengan kesuburan tanah untuk menunjang perbaikan produktivitas tanaman ubi kayu akan sangat sulit dicapai.

## **BAB. V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat diajukan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi pembenah organik (biochar, pupuk kandang, dan jerami) dengan berbagai modifikasi cara pemberiannya berpengaruh nyata terhadap perbaikan sifat tanah (C-organik dan retensi hara).
2. Adanya perbaikan sifat tanah yang berkaitan dengan meningkatnya retensi hara dan air sebagai kontribusi aplikasi pembenah organik dalam zone perakaran berimplikasi positif terhadap meningkatnya pertumbuhan dan hasil umbi tanaman ubi kayu. Berat biomassa tanaman meningkat mencapai 20% pada petak lahan perlakuan M2 dan M3. Sedangkan terhadap komponen hasil umbi segar, perlakuan M2 dan M3 memberikan pengaruh yang sebanding dengan nilai produksi masing-masing adalah 26,57 dan 26,80 ton ha<sup>-1</sup>. Produksi umbi kedua perlakuan ini (M2 dan M3) berbeda nyata dengan produksi umbi yang dihasilkan perlakuan M1 dan M4 dengan nilai produksi masing-masing 24,37 dan 24,73 ton ha<sup>-1</sup>.

### **5.2. Saran**

Upaya pembenahan sifat tanah untuk menunjang peningkatan produktivitas tanaman ubi kayu di tanah lempung berpasir (sandy loam) Lombok Utara mempersyaratkan aplikasi input bahan pembenah organik, utamanya dalam bentuk kombinasi biochar, pupuk kandang dan atau residu tanaman. Kombinasi ketiga bahan tersebut diaplikasikan dengan cara dicampur secara merata pada lapisan olah tanah atau di zone perakaran tanaman sebelum penanaman. Praktek pengelolaan tersebut menjadi prasyarat pengelolaan tanah berkelanjutan pada sistem pertanaman di lahan kering tanah berpasir. Jika tidak maka kelanggengan kesuburan tanah untuk menunjang perbaikan produktivitas tanaman termasuk ubi kayu akan sangat sulit dicapai.



## 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.
- 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.
- 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, 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.
- Surkarman, Irsal, L. dan Hidayat, A., 2008. Potensi dan Ketersediann lahan Pertanian untuk Perluasan Areal Tanaman Pangan. Prosising Simposium V Tanaman pangan. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 105- 133.
- Suryana, A., 2008. Kebijakan, Arah, Strategi dan Program Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Prosising Simposium V Tanaman pangan. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1-17.
- Warnock, D.D., Lehmann, J., Kuyper, T.W. & Rillig, M.C. 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil — concepts and mechanisms. *Plant and Soil* 300: 9–20.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

Lampiran 1.

Penampilan Pertumbuhan tanaman setelah aplikasi modifikasi rhizosfer



4. Campuran Tanah , biochar dan pukan



3. Campuran Tanah , biochar pukan dan jerami



2. Jerami-biochar-campuran tanah dan pukan



1. Tanpa pembenah (Kontrol)



5. Pukan-Jerami- campuran biochar- dan tanah



Keterlibatan petani dalam Research & Development



Penampilan pertumbuhan tanaman percobaan

## Lampiran 2. Surat Keterangan Ketua Peneliti



# 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 PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Ir. Sukartono, M.Agr.  
NIP / NIDN : 196212121989021001 / 0012126210  
Pangkat / Golongan : Pembina Utama Muda/ IVc  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Alamat : Jalan Toba No. 12 Perumnas Mataram

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul : Modifikasi Rhizosfer Menggunakan Biochar Sebagai Upaya Meningkatkan Produktivitas Ubi Kayu (*Manihot esculenta Crantz*) di Tanah Lempung Berpasir (Sandy Loam) Lahan Kering Lombok Utara, yang diusulkan dalam skim penelitian yang dibiayai dengan dana BOPTN Universitas Mataram untuk tahun anggaran 2013 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Mengetahui,  
Ketua Lembaga Penelitian,

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

Mataram, 16 Maret 2013  
Yang menyatakan,

Dr. Ir. Sukartono, M.Agr.  
NIP. 19621212 198902 1 001

### Lampiran 3. Biodata Peneliti

#### Biodata Ketua Peneliti

##### Biodata Ketua Peneliti

N a m a : Dr. Ir. Sukartono, M.Agr.  
N I P : 196212121989021001  
NIDN : 0012126210  
Tempat dan Tanggal Lahir : Kawo, 12 Desember 1962  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Pekerjaan : Dosen Jurusan Ilmu Tanah Faperta UNRAM  
Pangkat/Golongan : Pembina Utama Tk I/IVc  
Alamat : Jalan Toba No. 12 Perumnas Mataram  
(83125) Phone (0370) 637969, 08175753264  
email [sukartonosukartono@yahoo.com](mailto:sukartonosukartono@yahoo.com)  
Alamat Kantor : Jalan Majapahit No.62 Mataram  
Mata Kuliah Yang diampu : 1. Kimia Dasar I  
2. Kimia Dasar II  
3. Dasar-Dasar Ilmu tanah  
4. Analisis Air, Tanah, Tanaman dan Pupuk  
5. Kesuburan Tanah  
6. Klimatologi Pertanian/Agroklimatologi

#### RIWAYAT PENDIDIKAN / GELAR AKADEMIS

No	Universitas dan Jurusan	Gelar (Tahun)	Bidang Keahlian/ Skripsi/ Tesis
1	Universitas Mataram	Ir (1987)	Budidaya Pertanian
2	The University of New England (UNE, Armidale, NSW-Australia)	M.Agr. (2000)	Department of Soil Science
3	Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia	Dr (2012)	Pengelolaan sumberdaya Lahan

## **PENGALAMAN PENELITIAN**

- 1 Pengaruh bahan organik dan pengolahan tanah terhadap kapasitas air tersedia, sifat fisik tanah dan hasil kedelai di tanah Usipsament daerah percontakan sawah baru Dasan Geres Lombok Barat
- 2 Do Soil Strength and Soil Water Profile Changes Under Different Soil Management System in The Semiarid Tropics of Southern Lombok.
- 3 Identifikasi Tingkat Kekritisian Mangrove di Propinsi Nusa Tenggara Barat.
- 4 Survey on shallow ground water in rainfed South Lombok. Aciar Eastern Project.
- 5 Evaluasi Status Hara Tanah Lahan Percobaan Narmada (data Dasar untuk penanaman vanili
- 6 Respon Pertumbuhan Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) di Lahan Bekas Penambangan batu Apung pada berbagai Tingkat Lengas Tanah
- 7 Pemetaan Status Hara tanah pada lahan pertanaman Tembakau di Pulau Lombok
- 8 Evaluasi Kualitas Benih/Bibit dan Faktor Pembatas Pertumbuhan Tanaman perkebunan di Nusa tenggara barat.
- 9 Potensi air tanah Dangkal untuk menunjang kegiatan Pertanian di Kecamatan pemenang Lombok barat.
- 10 Study on Shallow Ground water in rainfed South Lombok. Project Workshop on Seasonal Climate Forecasting for better irrigation management system in Lombok.
- 11 Kajian Ilmiah terhadap sistem peramalan iklim dan praktek pertanian tradisional berbasis kearifan lokal untuk penguatan kapasitas daerah di NTB
- 12 Revitalisasi Model Warige sebagai prakiraan iklim guna mempertahankan produksi pangan di Nusa tenggara Barat.
- 13 Pemetaan Potensi Tanaman Aren (*Arenga pinnata*) di Lombok Barat.
- 14 Dinamika C-tanah dan Retensi hara akibat penambahan biochar pada sistem pertanaman jagung di sandy loam Lombok Utara
- 15 Pengelolaan Tanah Pasiran Berbasis Biochars Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air Dan Unsur Hara Serta Produktivitas Jagung (*Zea Mays*) Di Lahan Kering Lombok Utara.

## **PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL**

- 1 Physical properties of a clay loam soil mixed with sand
- 2 Rice root distribution under various systems of soil management on rainfed Vertisols in Southern Lombok
- 3 Raised beds improve secondary crop production in the rainfed rice- based cropping systems of Southern Lombok, Eastern Indonesia.
- 4 Soil management systems improve water use efficiency of rainfed rice in the semi-arid tropics of Southern Lombok, Indonesia.
- 5 Permanent raised bed used for farming in the semi-arid tropics of southern Lombok, Indonesia: performance and adoption.

- 6 Rice response to organic residues management on permanent raised bed system in the semi-arid tropics of Eastern Indonesia
- 7 Pengaruh bahan organik dan pengolahan tanah terhadap kapasitas air tersedia, sifat fisik tanah dan hasil kedelai di tanah Usipsament daerah percontaan sawah baru Dasan Geres Lombok Barat.
- 8 An Alternative Farming System on Rainfed vertisols for Improving Farmer`s Income in Southern Lombok
- 9 Identifikasi Kerusakan Lahan Perkebunan Akibat Penambangan Batu Apung di Pulau Lombok
- 10 Potensi Air Tanah Dangkal untuk Mendukung Pertanian Lahan Tadah Hujan Lombok Selatan.
- 11 The Application of Seasonal Climate Forecast and Linear Programming Model as Decision Support System Tool for Water and Crop Management in Irrigated Lowland in Lombok
- 12 Rice responses to soil management in a rice-based cropping system in the Semiarid Tropics of Southern Lombok. Eastern Indonesia.
- 13 Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*Zea mays* L.) yield following biochar and cattle manure application on sandy soils of Lombok,
- 15 Sifat-karakteristik dan potensi biochar berbahan baku dari sumberdaya lokal untuk ameliorasi lahan kering pasiran Kabupaten Lombok Utara
- 16 Peranan biochar sebagai pembenah tanah pada pertanaman jagung di tanah lempung berpasir (sandy loam) semi arid tropis Lombok Utara.
- 17 Kemantapan agregat tanah setelah aplikasi biochar di tanah lempung Berpasir tanaman jagung di lahan kering Lombok Utara.

**Mataram, 16 Maret 2013.**  
**Pengusul,**

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



### **Biodata Anggota Peneliti 1**

Nama : Prof. Ir. Suwardji, M.App.Sc., Ph.D.  
NIP : 1958030421989021001  
NIDN : 0003045806  
Tempat dan Tanggal Lahir : Blora/03 April 1958  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Golongan / Pangkat : IVc/ Pembina Tingkat Utama  
Mata Kuliah Yang Diampu : 1. Dasar-dasar Ilmu Tanah  
2. Morfologi dan Klasifikasi Tanah  
3. Analisis Landscape  
4. Metode Ilmiah  
5. Pertanian Terpadu  
6. Manajemen Lahan Kering  
7. Ekologi Lahan Kering

### **RIWAYAT PENDIDIKAN / GELAR AKADEMIS**

<b>No</b>	<b>Universitas dan Jurusan</b>	<b>Gelar (Tahun)</b>	<b>Bidang Keahlian/ Skripsi/ Tesis</b>
1	Fak Pertanian UGM Yogyakarta	Ir (1982)	Ilmu Tanah
2	Charles Sturt Univ NSW Australia	M.App.Sc. (1994)	Soil and Water Management
3	Charles Sturt Univ NSW Australia	Ph.D. (1999)	Residue Chemistry in Soil and Environment

### **PENGALAMAN PENELITIAN**

- 1 Speklok Pengembangan Teknologi Surya Sel Untuk Pengembangan Irigasi di Lahan Kering Kabupaten Lombok Timur
- 2 Diseminasi teknologi untuk peningkatan efisiensi penggunaan air dan nitrogen pada lahan kering pasiran di Lombok Timur NTB
- 3 Pengelolaan tanah pasiran berbasis biochar untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan unsur hara serta produktivitas jagung di lahan kering Lombok Utara (Tahun ke-2)

- 4 Pengembangan Unit Jasa dan Industri Laboratorium Lapangan Sistem Irigasi Hemat Air dan Produksi Minuman Kesehatan Teh Bunga Rosela Universitas Mataram
- 5 Pengelolaan tanah pasiran berbasis biochar untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan unsur hara serta produktivitas jagung di lahan kering Lombok Utara
- 6 Penerapan teknologi sprinkle big gun untuk pengembangan sentra produksi hortikultura lahan kering di provinsi NTB
- 7 Pengembangan Unit Jasa dan Industri Lab Lapangan Sistem Irigasi Hemat Air dan Produksi Minuman Kesehatan Teh Bunga Rosela Universitas Mataram
- 8 Pemetaan lahan kering Pulau Lombok dan arahan penggunaannya untuk tanaman pangan dan hortikultura
- 9 Pengkajian standar operasional prosedur penggunaan sprinkle big gun untuk tanaman jagung, melon dan semangka
- 10 Rencana strategis pengembangan jagung di lahan kering
- 11 Pemetaan dan arahan pengembangan pertanian lahan kering Pulau Lombok
- 12 Skenario sistem budidaya pertanian yang dapat meningkatkan efisiensi : penggunaan air dan nitrogen pada lahan kering pasiran di Lombok Utara

#### **PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL**

- 1 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.
- 2 Kemantapan Agregat Setelah Aplikasi Biochar di Tanah Lempung Berpasir (*Sandy Loam*) pada Pertanaman Jagung di Lahan Kering Kabupaten Lombok Utara
- 3 Pengelolaan tanah pasiran berbasis biochar untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan unsur hara serta produktivitas jagung di lahan kering Lombok Utara.
- 4 Macrofauna diversities under different land systems and climate in dryland of Lombok Indonesia

- 5 Grand design pengembangan pertanian lahan kering Kabupaten Lombok Utara.
- 6 Sekenario sistem budidaya tanaman dengan sistem pengairan sprinkle big gun yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air pada tanah pasir di Desa Akar-Akar.
- 7 Technical and material supports for peanut program development in the West Nusatenggara. Research report funded by Smallholder Agribusiness Development Initiative (SADI)
- 8 Keunggulan jaringan irigasi air tanah dengan teknologi sprinkle big gun untuk memenuhi kebutuhan tanaman pangan di lahan kering desa Akar-Akar, Bayan Kabupaten Lombok Utara
- 9 The use of carbon management index to monitor sustainability of agricultural systems under dryland farming in the North Lombok.
- 10 Assesing rapid method for evaluation of soil quality under intensive cropping systems
- 11 Improving water use effeciency for corn and peanut using springkle irrigation systems in dryland farming in Nothern Lombok.
- 12 Potential use of local wild grasses for improving soil organic matter in dryland cropping systems in Lombok Island.
- 13 Potential use of local wild grasses for improving soil organic matter in dryland cropping systems in Lombok Island.
- 14 The use of legume crops in crop rotation systems to reduce input for better crop productivity and farm profitability in dryland farming systems in Lombok.
- 15 Food scurity in dryland areas: Lesson learnt from West Nusatenggara Province.

**Mataram, 16 Maret 2013.**  
**Pengusul,**

**Prof. Ir. Suwardji, M.App.Sc., Ph.D.**  
**NIP. 1958030421989021001**

## **Biodata Anggota Peneliti II**

Nama Lengkap : Prof. Ir. Mulyati, SU., Ph.D.  
NIP : 19551028 198103 2 001  
NIDN : 0028105502  
Tempat /Tanggal Lahir : Praya, 28 Oktober 1955  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Bidang Keahlian : Pengelolaan Tanah /Nutrisi Tanaman  
Jabatan /Pangkat/Gol. : Guru Besar/ Pembina Utama Madya/ IVd  
Unit Kerja : Fak. Pertanian Universitas Mataram  
Alamat : Jl. Danau Maninjau III No 2 Mataram  
Telepon/ Fax/ Hp : 0370 628609; Fax: 0370 628143; Hp. 08183537821  
e-mail : [felicia2810@gmail.com](mailto:felicia2810@gmail.com)  
Mata Kuliah yang Diasuh : 1. Dasar-dasar Ilmu Tanah  
2. Kimia Tanah  
3. Kesuburan Tanah dan Pemupukan  
4. Nutrisi Tanaman  
5. Pupuk dan Pemupukan  
6. Agrohidrologi  
7. Analisis Tanah, Pupuk, Tanaman dan Air

## **RIWAYAT PENDIDIKAN / GELAR AKADEMIS**

<b>No</b>	<b>Universitas dan Jurusan</b>	<b>Gelar (Tahun)</b>	<b>Bidang Keahlian/ Skripsi/ Tesis</b>
1	Unram, Agronomi	Ir (1980)	Agronomi
2	Universitas Gadjah Mada Ilmu-ilmu Pertanian	SU (1986)	Kimia/ Kesuburan Tanah
3	Murdoch University, WA. School of Biology and Environmental Sciences	Ph.D. (2004)	Land Management/ Plant Nutrition

## **PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL**

- 1 Evaluasi Ketersediaan Unsur Hara Makro Pada Tanah Entisol di Lokasi Penanaman Bawang Merah. Edisi Spesial. Balitan Malang.
- 2 Evidence that Transplanted Oilseed Rape (*Brassica napus*) Has a Higher External Zinc Requirement than Direct Sown Plants. Plant Nutrition for

Sustainable Food Production and Environment. XIII International Plant Nutrition Colloquium. Kluwer Academic Publishers.

- 3 Ketersediaan Hara Fosfor dan Hasil Tanaman Ubi Jalar di Tanah Vertisol Yang Diberi Pupuk Kandang Kuda. *Agroteksos Journal*. Mataram.
- 4 Increased External Zinc Requirements of Transplanted Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agroteksos*. Volume 12 Nomor 1. Mataram.
- 5 Kontribusi Pemanfaatan Pupuk Organik Kacsing dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Fosfor Pada Tanaman Jagung. Prosiding Seminar Nasional “Pemberdayaan Petani Miskin di Lahan Marginal Melalui Inovasi Teknologi Tepat Guna. Mataram.
- 6 Kajian Hara Seng Pe semaian dan Pemangkasan Akar Terhadap Pertumbuhan Bibit Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Sesudah Dipindahkan. Prosiding Seminar Nasional “Pemasyarakatan Inovasi Teknologi Dalam Upaya Mempercepat Revitalisasi Pertanian dan Pedesaan di Lahan Marginal. Mataram.
- 7 Peranan Kacsing dan Inokulasi Jamur Mikoriza Terhadap Serapan Hara Tanaman Jagung. Prosiding Seminar Nasional “Pemasyarakatan Inovasi Teknologi Dalam Upaya Mempercepat Revitalisasi Pertanian dan Pedesaan di Lahan Marginal. Mataram.
- 8 Seedbed Zinc Nutrition Affect the Early Growth of Transplanted Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) in Chelate-buffered Nutrient Solution. *Plant Nutrition for Food Security, Human Health and Environment Protection*. XV International Plant Nutrition Colloquium. Tsinghua University Press, Beijing.
- 9 Skenario Sistem Rotasi Tanaman Berbasis Padi-Tembakau Virginia yang dapat Mempertahankan Produktivitas Tanah di Pulau Lombok. Seminar Nasional “Pemasyarakatan Inovasi Teknologi Pertanian Sebagai Penggerak Ketahanan Pangan. Mataram.
- 10 The Early Growth Response of Direct Sown and Transplanted Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) in Chelate-Buffered Nutrient Solution. *Bionatura*.
- 11 Potensi Biomassa Tumbuhan Liar di Wilayah Sekaroh Lombok Timur Sebagai Sumber Bahan Organik Penyedia Unsur Hara.
- 12 Potensi Penggunaan Pupuk P dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Jagung Semi di Tanah Entisol. *Crop Agro*.