

## KEMANTAPAN AGREGAT SETELAH APLIKASI BIOCHAR DI TANAH LEMPUNG BERPASIR PADA PERTANAMAN JAGUNG DI LAHAN KERING KABUPATEN LOMBOK UTARA

Suwardji<sup>1)</sup>, W.H. Utomo<sup>2)</sup> dan Sukartono<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Pusat Penelitian dan Pengembangan Lahan Kering Universitas Mataram

<sup>2)</sup> International Research Centre for Management of Degraded and Mining Lands, University of Brwujaya

### Abstract

Evaluation of changeable agregat stability was done almost one year after application of biochar during rainy season 2010/2011 of three cyles maize planting in dryland of North Lombok. Three points of undisturbed soil samples in depth 0-20 cm were collected one month after maize harvest of previously addedbiochar land. Site of soil sample was treated by application of organic matter consisting of biochar coconut hust (BTK), biochar cow manure (BKS), one season application of manure (PKA), each season aplication of manure (PkB) and control (K : without soil amandement). The results showed that after one year application of biochar increased the limited value stability of soil agregat. The value was 61,37% and 61,18% for BTK and BTS, respectivel, while for treatment of PkA, PkB dan control gave value 58,44%, 66,62% and 57,11%. Increasing stability of soil agregat after application of organic soil amandement positively correlated with i the increase of soil organic and water soil retention. Therefore, experiment suggested that modification is needed for application biochar and manure in long period of maize cropping pattern in dryland of North Lombok.

*Key words: biochar, soil aggregate stability, maize, dryland*

### Pendahuluan

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), memiliki potensi lahan kering yang cukup besar yakni sekitar 1.807.463 ha atau 84% dari luas wilayah NTB (Suwardji *et al.*, 2004). Oleh karena itu pengembangan pertanian lahan kering untuk tanaman pangan dan peternakan dalam arti luas sangat prospektif dilakukan di wilayah lahan kering NTB. Dari potensi sumberdaya lahan kering NTB tersebut, wilayah Kabupaten Lombok Utara memiliki potensi lahan kering sekitar 38.000 hektar untuk pengembangan pertanian tanaman pangan dan sampai saat ini baru sekitar 30% yang dimanfaatkan

untuk pengembangan tanaman pangan khususnya jagung dan produktivitasnya masih sangat rendah (Suwardji, 2007).

Produktivitas tanaman yang rendah tersebut berkaitan erat dengan karakteristik tanah yang kurang memadai untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman yakni tanah bersifat porous, kemantapan agregat tanah lemah, dan yang lebih ekstrim adalah tanah lempung berpasir ini miskin bahan organik (C-organik <1,0%) (Lolita dan Sukartono, 2007; Suwardji *et al.*, 2007). Lebih jauh, tanah tersebut juga mempunyai kemampuan retensi air dan kapasitas tukar kation tanah yang rendah (Suwardji *et al.*, 2007).

Salah satu sifat fisik tanah lainnya yang penting adalah stabilitas agregat tanah yang berperan penting mempengaruhi fungsi tanah dalam menyediakan air, udara dan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman (Suwardji dan Eberbach, 1998). Tanah dengan kemantapan agregat yang lemah dan miskin bahan organik memiliki kemampuan retensi air dan hara rendah sehingga kondisi fisik seperti ini menyebabkan rendahnya efisiensi pemupukan (Suwardji *et al.*, 2007).

Bahan organik merupakan salah satu agensia pengikat partikel tanah terpenting di daerah tropik. Sehingga rendahnya bahan organik pada tanah lempung berpasir lahan kering di wilayah ini mempengaruhi kemantapan agregat tanah yang ada. Tidak mengherankan jika tanah di wilayah lahan kering Kabupaten Lombok Utara, stabilitas agregat tanahnya tidak mantap serta retensi air dan hara yang rendah yang merupakan permasalahan utama dalam pengelolaan tanah pasiran lahan kering Kabupaten Lombok Utara. Variabel tersebut di atas menjadi faktor kunci yang sangat menentukan keragaan pertumbuhan dan produktivitas tanaman pangan khususnya jagung dan kacang tanah di lahan kering di Kabupaten Lombok Utara.

Mencermati fenomena di atas maka pengelolaan tanah yang berorientasi pada perbaikan kualitas tanah termasuk upaya meningkatkan kemantapan agregat tanah sangat penting untuk diperhatikan dalam upaya optimalisasi pemanfaatan lahan kering pasiran untuk pengembangan tanaman pangan di Provinsi NTB. Praktek pengelolaan ini dapat dilakukan dengan penambahan bahan pembenah tanah yang mempunyai pengaruh jangka panjang dalam meningkatkan dan mempertahankan stabilitas C-organik tanah. Salah satu bahan yang memiliki sifat kemampuan seperti ini adalah biochar. Penambahan bahan pembenah tanah berbasis biochar di tanah

pasiran lahan kering tersebut diharapkan sebagai solusi alternatif untuk meningkatkan kandungan C-organik tanah dan perbaikan sifat fisiko kimia tanah yang menunjang tata air dan hara yang memadai untuk pertumbuhan dan hasil tanaman jagung.

Berbeda dengan bahan organik lainnya, biochar sebagai pembenah tanah memiliki sifat rekalsitran, lebih tahan terhadap oksidasi dan lebih stabil dalam tanah sehingga memiliki pengaruh jangka panjang terhadap perbaikan kualitas kesuburan tanah (C-organik tanah dan KTK) (Steiner *et al.*, 2007). Biochar mempunyai waktu tinggal dalam tanah cukup lama, sehingga penggunaan biochar sebagai pembenah tanah selain memperbaiki sifat fisiko-kimia tanah juga dapat merupakan penyimpan karbon (*carbon sink*) yang baik (Wolf, 2008). Glaser *et al.* (2002) menunjukkan bahwa pengkayaan tanah akan karbon melalui penambahan biochar berpengaruh positif terhadap sifat tanah antara lain stabilitas agregat tanah, KTK tanah, kandungan C-organik tanah, retensi air dan hara.

Potensi biochar dalam perbaikan kesehatan tanah khususnya di daerah tropika basah sudah mulai banyak diungkap para peneliti (Asai *et.al.* 2009; Chan *et al.* 2008; Lehmann and Rondon, 2006), tetapi kajian di lahan kering semi arid tropis masih sangat terbatas.

Makalah ini menyajikan hasil evaluasi kemantapan agregat tanah pada sebuah percobaan lapangan aplikasi biochar di tanah lempung berpasir (*sandy loam*) yang telah ditanami jagung dalam kurun waktu tiga musim tanam di lahan kering Kabupaten Lombok Utara.

## Metode Penelitian

### *Pengambilan sampel tanah*

Pengambilan sampel tanah tidak terusik untuk analisis stabilitas agregat dilakukan

pada petak lahan bekas percobaan lapangan aplikasi biochar (Sukartono *et al.*, 2011) di tanah lempung berpasir di 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).

Sampel tanah dalam ring sampel (diameter 7,0 cm dan tinggi 5,2 cm) juga diambil untuk analisis retensi air dan B.V. tanah. Sampel tanah diambil pada kedalaman 5-10 cm pada petak pertanaman jagung yang telah mendapat perlakuan pembenah organik sebagai berikut:

1. Biochar tempurung kelapa (BTK),
2. Biochar kotoran sapi (BKS),
3. Pupuk kandang hanya sekali aplikasi (PkA),
4. Pupuk kandang aplikasi setiap musim tanam (PkB) dan
5. tanpa pembenah tanah (K).

Sampel tanah (75 sampel dari 5 perlakuan x 3 ulangan x 5 titik) diambil secara acak pada 5 titik setiap petak perlakuan. Pengambilan sampel tanah terusik juga dilakukan untuk penetapan POM-C di akhir musim tanam ke-3 (MT3).

#### *Sejarah singkat petak bekas percobaan aplikasi biochar*

Petak perlakuan berukuran 3,5 m x 4 m dengan tinggi bedeng 10 cm dan jarak antar petak perlakuan 0,5 m dan antar blok 1,2 m. Bahan pembenah organik (biochar dan pupuk kandang) diberikan dengan takaran 15 t/ha disebar dan dibanamkan secara merata pada kedalaman 10 cm bersamaan dengan pengolahan tanah.

Biochar (BTK dan BKS) dan pupuk kandang (PkA) diaplikasikan hanya sekali selama tiga musim tanam jagung yaitu satu minggu sebelum tanam jagung pertama (MT1), sedangkan perlakuan 4 (PkB), pupuk kandang diberikan setiap kali musim tanam. Selang 7 hari sejak inkubasi pembenah organik, petak percobaan

dipertahankan lembab dengan penyiraman air mencapai  $\pm 80\%$  kapasitas lapang.

Secara teknis seluruh kegiatan agronomis pertanaman jagung pada petak percobaan dilakukan sama untuk setiap siklus musim tanam jagung MT1, MT2 dan MT3. Benih jagung (*hybrida*) ditugal sebanyak 2 biji per lubang sedalam 5 cm. Penugalan benih jagung dengan jarak tanam 20 cm x 70 cm, dilakukan 7 hari setelah inkubasi bahan pembenah organik (MT1). Pupuk anorganik yang digunakan adalah Urea, SP-36 dan KCl. Pupuk pengandung P dan K diaplikasikan sebagai pupuk dasar dengan takaran 75 kg  $P_2O_5$ /ha dan 75 kg  $K_2O$ /ha. Pupuk nitrogen (135 kg N/ha) diberikan dua kali yakni 40% (54 kg N/ha) diberikan pada saat tanam berumur 21 HST (hari setelah tanam) dan 60% (81 kg N/ha) pada umur 45 HST. Diakhir siklus MT3 (satu minggu setelah panen jagung), evaluasi kemantapan agregat dan kandungan *particulate organic matter-C* dan retensi air tanah dilakukan untuk setiap petak perlakuan.

#### *Penetapan stabilitas agregat, particulate organic matter-C dan retensi air tanah*

Analisis stabilitas agregat dilaksanakan menggunakan agregat lolos mata saring 4-10 mm sekitar 400 g pada saat tanah dalam keadaan lembab. Ukuran agregat ini yang dipilih karena agregat ukuran inilah yang stabilitasnya dipengaruhi oleh pengaruh pengelolaan tanah (Suwardji dan Eberbach, 1998). Bongkah tanah yang besar dipecahkan secara manual dengan tangan, kemudian contoh tanah dimasukkan dalam bejana plastik dan ditutup rapat selanjutnya disimpan dalam ruang dingin (4°C) sebelum dianalisis.

Analisis kemantapan agregat dilakukan dengan cara pengayakan kering dan basah (Kertonegoro *et al.*, 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:

$MWD = \sum_i X_i W_i$  (Nyangamara *et al.*, 2001).

$X_i$  = rata-rata diameter fraksi ukuran ke  $i$

$W_i$  = proporsi berat agregat pada fraksi ukuran ke  $i$ .

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

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

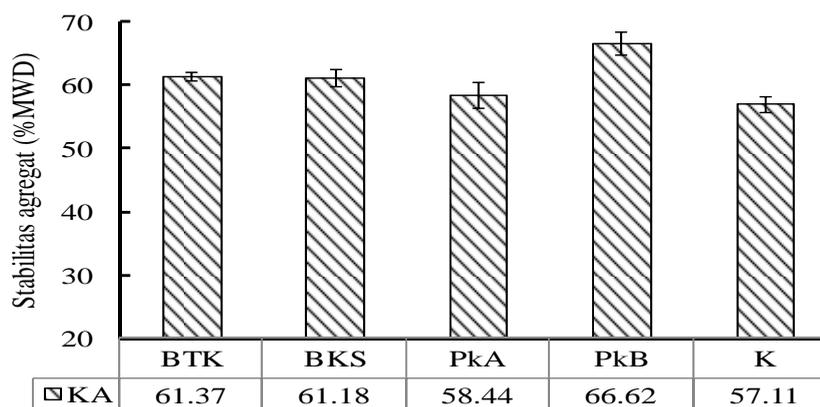
Penetapan *Particulate organic matter-C* (POM-C) dilakukan dengan fraksionasi bahan organik pada ukuran partikel 250  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$  dan 50  $\mu\text{m}$  dengan pengayakan basah (Hairiah, 2011).

Retensi air tanah diukur pada isapan setara dengan pF 1,0; pF 2,0; pF 2,54 dan pF 4,2. Kapasitas air tersedia dihitung dari perbedaan kandungan lengas tanah pF 2,54 dan kandungan lengas pF 4,2.

## Hasil dan Pembahasan

### *Stabilitas agregat tanah*

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap stabilitas agregat tanah (Gambar 1), terlihat bahwa aplikasi pembenah organik (biochar dan pupuk kandang) mempunyai kontribusi terhadap meningkatnya nilai stabilitas agregat tanah. Pupuk kandang yang diaplikasikan setiap musim tanam jagung (PkB) menunjukkan nilai stabilitas agregat yang sebanding dengan stabilitas agregat tanah yang diperlakukan dengan biochar. Perlakuan biochar menunjukkan nilai stabilitas agregat 61,37% dan 61,18% (BTK dan BKS) dan aplikasi pukan setiap musim tanam (PKB) sebesar 66,62%. Aplikasi tunggal pupuk kandang (PkA) tidak menyebabkan perubahan yang substansial terhadap stabilitas agregat tanah. Kecenderungan meningkatnya stabilitas agregat tanah ini mempunyai hubungan yang kuat dengan meningkatnya kandungan *particulate organic matter-C* (POM-C) dengan nilai  $r$  0,60.

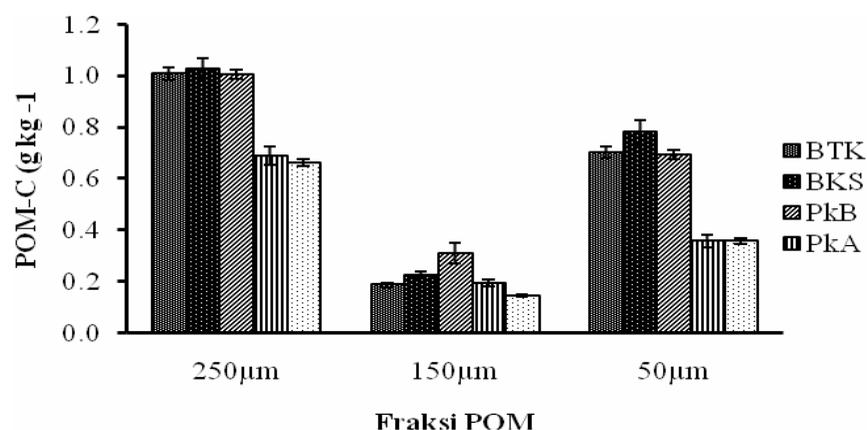


Gambar 1. Stabilitas agregat tanah (% MWD) pada sistem pertanaman jagung di tanah lempung berpasir (*sandy loam*) di lahan kering Lombok Utara.

### *Particulate organic matter-C (POM-C)*

Data POM-C pada beberapa petak perlakuan pembenah organik setelah lahan ditanami jagung selama tiga musim tanam (Gambar 2) menjadi penguat peran pasokan pembenah organik terhadap stabilitas C-organik tanah. Kandungan POM-C yang diamati pada beberapa ukuran fraksionasi (>250, 150 dan 50  $\mu\text{m}$ ), menunjukkan bahwa tanah yang diberi biochar (BTK dan BKS) dan pupuk

kandang aplikasi setiap musim tanam (PkB) secara konsisten lebih tinggi dibandingkan POM-C fraksi tanah yang berasal dari petak tanpa pembenah. POM-C fraksi halus (50  $\mu\text{m}$ ) dari sampel tanah petak biochar dan perlakuan pupuk kandang setiap musim tanam (PkB) masing-masing 2,2 dan 1,8 kali lebih tinggi dibanding POM-C tanah pada petak kontrol.



Gambar 2. Perbandingan *particulate organic matter-C* (POM-C) petak perlakuan biochar dengan pupuk kandang diakhir MT3.

Kondisi ini berbeda dengan perlakuan PkA yakni pupuk kandang yang hanya diaplikasikan sekali selama tiga siklus musim tanam tersebut, tidak menyebabkan perubahan yang substansial terhadap kandungan POM-C khususnya fraksi partikulat halus (50  $\mu\text{m}$ ). Lebih tingginya nilai POM-C petak perlakuan biochar dan pupuk kandang setiap musim tanam (PkB), khususnya POM-C fraksi halus (50  $\mu\text{m}$ ), menjadi indikasi awal peluang perbaikan stabilitas agregat tanah jangka panjang, karena fraksi tersebut merupakan pool-C yang lebih stabil dan kurang sensitif terhadap pengelolaan tanah. Lebih detail dapat diungkap bahwa meningkatnya nilai

POM-C khususnya fraksi halus (50  $\mu\text{m}$ ) sebagaimana ditunjukkan Gambar 2, dapat menjadi petunjuk yang nyata tentang perbaikan stabilitas C-tanah jangka panjang, karena POM-C tersebut merupakan pool-C yang relatif lebih stabil karena dapat membentuk formasi *organo-clay-complexs* atau ketika biochar juga sebagai bagian dari fraksi mikro tersebut dapat berada dalam formasi *biochar-organo-clay complex* yang lebih tahan terhadap perombakan. Bahan organik tanah yang berada dalam fraksi mikroagregat mengalami proteksi terhadap akses perombakan sehingga menjadi lebih stabil dari pada bahan organik yang berada pada

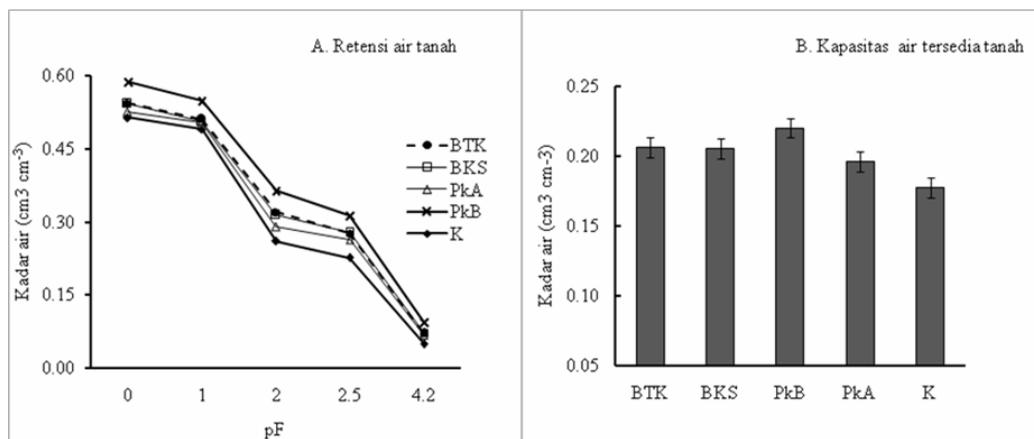
makroagregat (Brodowski *et al.*, 2006), terlebih ketika biochar sebagai bagian dari mikroagregat. Tentu hal ini membutuhkan prasarat bahwa agregat tersebut tidak dirusak secara fisik seperti oleh pengolahan tanah dan terekspose kondisi oksidasi karena pengolahan tanah (Suwardji, 2004).

C-organik yang terdapat pada makroagregat ( $\geq 250 \mu\text{m}$ ) lebih labil sehingga keberadaannya dalam tanah lebih cepat mengalami perubahan dan merupakan pool-C yang lebih peka terhadap pengelolaan tanah (Tisdall dan Oades, 1982). Penelitian terdahulu oleh Sukartono dan Suwardji (1999) melaporkan bahwa faktor kandungan bahan organik tanah lebih dominan dari pada kandungan kapur dan liat sebagai penentu stabilitas agregat tanah untuk lahan kering di Pulau Lombok. Kontribusi C-organik yang sedemikian besar sangat beralasan karena bahan organik berperan penting sebagai agen perekat partikel tanah menjadi unit struktur yang lebih mantap (Tisdall dan Oades, 1980). Stevenson (1982) menjelaskan bahwa bahan organik dalam

tanah dapat memberikan andil yang cukup besar dalam pertukaran gas dalam tanah, menstabilkan susunan butir tanah, sehingga mengurangi resiko perusakan lapisan atas tanah oleh pukulan air hujan. Tisdall dan Oades (1982) melaporkan bahwa C-organik tanah merupakan bahan yang paling penting dalam stabilitas agregat pada lapisan tanah atas tanah-tanah pertanian.

#### *Retensi air tanah*

Hasil evaluasi retensi air tanah dari contoh tanah yang diamati setelah tiga musim tanam (Gambar 3) menunjukkan bahwa masukan bahan pembenah organik (biochar dan pupuk kandang) berkontribusi menaikkan retensi air tanah. Aplikasi biochar memberikan kontribusi terhadap meningkatnya kadar air tanah kapasitas lapang (pF 2,5) sebesar 22-23% (BTK dan BKS), sedangkan pupuk kandang setiap musim tanam (PkB) sebesar 38% dan aplikasi tunggal pukan (PkA) sebesar 13%.



Gambar 3. Retensi air tanah (A) pF 0; pF 1,0; pF 2,0; pF 2,5; pF 4,2 dan kapasitas air tersedia tanah (B) pada berbagai perlakuan pembenah organik setelah tiga musim tanam jagung.

Meningkatnya kandungan air kapasitas lapang yang signifikan setelah aplikasi biochar juga telah dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya (Glaser *et al.*, 2002; Chan *et al.*, 2007). Dalam kaitan dengan perbaikan retensi air tanah, Atkinson *et al.* (2010) menekankan bahwa manfaat yang besar dari penambahan biochar terhadap meningkatnya kemampuan retensi air tanah hanya ditunjukkan pada tanah berpasir.

### Kesimpulan

Dalam waktu satu tahun (tiga siklus musim tanam jagung), aplikasi biochar dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah sebanding dengan pupuk kandang yang diaplikasikan setiap musim tanam. Adanya peningkatan kemantapan agregat tanah setelah aplikasi bahan pembenah organik tersebut berkorelasi positif dengan kandungan *partikulate organic matter-C* (POM-C) dan retensi air tanah.

Dengan demikian maka strategi pengelolaan tanah berpasir di lahan kering Pulau Lombok harus mengacu pada pengelolaan tanah yang mampu memperbaiki atau meningkatkan kandungan bahan organik tanah dalam jangka panjang yang dapat mempunyai pengaruh yang positif terhadap perbaikan stabilitas agregat dan sifat-sifat fisika kimia lainnya. Kondisi seperti ini sangat penting dalam rangka mempertahankan produktivitas lahan kering untuk mendukung pengembangan agribisnis tanaman pangan secara berkelanjutan.

### Daftar Pustaka

- Atkinson, C.J., Fitzgerald, J.D. and Hipps, N.A. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant and Soil* 337: 1-18
- Brodowski, S., John, B., Flessa, H. and Amelung, W. 2006. Aggregate-occluded black carbon in soil. *European Journal of Soil Science* 57(4): 539-546.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A. and Joseph, S. 2007. Agronomic values of green waste biochar as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research* 45: 629-634
- Glaser B., Lehmann, J. and Zech, W. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoals A review. *Biology and Fertility of Soils* 35L 219 - 230.
- Lehmann, J., 2007. Bioenergy in the black. *Front Ecology Environment* 5: 381-387
- Lehmann, J., Gaunt, J. and Rondon, M. 2006. Biochar sequestration in terrestrial ecosystems. A review. mitigation and adaptation strategies for global change. 11:403-427.
- Lolita, E.S. dan Sukartono. 2007. Respon tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*) yang diinokulasi MVA pada ragam cara pemberian bahan organik dan jeda pengairan di lahan kering Pulau Lombok. *Prosiding Kongres Nasional HITI 5-7 Desember 2007, Yogyakarta*.
- Sukartono dan Suwardji. 1999. Anasir-anasir yang bertanggung jawab terhadap stabilitas agregat tanah dari berbagai jenis tanah dari Pulau Lombok dan Sumbawa. *Agroteksos* 8 (4): 1-6.
- Sukartono, Utomo, W.H., Nugroho, W.H. and Kusuma, Z. 2011. Simple biochar production generated from cattle dung and coconut shell. *Journal of Basic and Applied Science Research* 10: 1680-1685.
- Sukartono, Utomo, W.H., Kusuma, Z. and Nugroho, W.H. 2011. Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*Zea mays* L.) yield following biochar and cattle manure application on sandy soils of Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture* 49 (1-2): 47-52, 2011
- Suwardji. 2004. *Olah Tanah Konservasi untuk Menuju Pertanian yang Berkelanjutan*. University of Mataram Press. 128 halaman.

- Suwardji dan Eberbach, P.L. 1998. Seasonal changes of physical properties of an Oxic Paleustalf after 16 years of direct drilling or conventional cultivation. *Journal Soil and Tillage Research* 49: 65-77.
- Suwardji, Suardiari, G. dan Hippi, A. 2007. Meningkatkan efisiensi air irigasi dari sumber air tanah dalam pada lahan kering pasiran Lombok Utara menggunakan teknologi irigasi sprinkler big gun. *Prosiding Kongres Nasional HITI IX*, 5-7 Desember 2007, Yogyakarta.
- Suwardji, Tejowulan, R., Rakhman, A dan Munir, B. 2004. Rencana strategi pengembangan lahan kering Provinsi NTB. Bappeda, NTB. pp157
- Tisdal, J.M. and Oades, J.M. 1980. The effect of crop rotation on aggregation in Red brown Earth. *Australian Journal of urnal Soil Research* 18: 423-434
- Tisdal, J.M. and Oades, J.M. 1982. Organic matter and water stable aggregate in soils. *Journal of Soil Science* 33,;141-163