

**ARTIKEL ILMIAH**

**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN**

**UNIVERSITAS TANJUNGPURA**

Nama : Rizky Septianti Anugrah

NIM : C1011151138

Program Studi : Agroteknologi

Judul :Respon Kailan terhadap Pemberian *Biochar* Tandan Kosong

Kelapa Sawit pada Media Campuran Gambut dan Lumpur

Kering

Pembimbing :1. Ir. Henny Sulistyowati, M.M.A.

2. Ir. Rini Susana, M.Sc.

Penguji :1. Dr. Ir. H. Radian, M.S.

2. Dr. Ir. Basuni, M.Si.

**RESPON KAILAN TERHADAP PEMBERIAN *BIOCHAR* TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA MEDIA**

**CAMPURAN GAMBUT DAN LUMPUR KERING**

**Rizky Septianti Anugrah *1),* Henny Sulistyowati*2),* Rini Susana*2****)*

1) Mahasiswa Fakultas Pertanian 2) Dosen Fakultas Pertanian

\*)Penulis Korespondensi: [riskyysa11@gmail.com](mailto:riskyysa11@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penyerapan logam berat oleh tanaman dapat dikurangi dengan penambahan amelioran seperti *biochar* tandan kosong kelapa sawitpada media tanam.Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis *biochar* tandan kosong kelapa sawit yang terbaik bagi pertumbuhan dan hasil tanaman kailan dengan kandungan Pb yang rendah di dalam tanaman. Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Pertanian Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, berlangsung dari tanggal 1 Juli sampai dengan 29 Agustus 2019. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yang terdiri dari 5 perlakuan yaitu (b0 = tanpa *biochar*, b1 = 38 g/polybag, b2 = 75g/polybag ,b3 = 113g/polybag , b4 = 150 g/polybag). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali dan terdiri dari 3 sampel tanaman. Variabel pengamatan yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah daun, berat segar tanaman, volume akar, luas daun, berat kering atas tanaman, berat kering akar tanaman, kadar klorofil daun, dan kandungan Pb pada daun kailan. Pemberian biochar tandan kosong kelapa sawit sebesar 12 ton/ha setara dengan 150 g/polybag merupakan dosis terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kailan pada media campuran gambut dan lumpur kering, namun kandungan Pb pada bagian atas tanaman kailan berada di atas ambang batas SNI 7378 tahun 2009 sehingga tidak dapat dikonsumsi.

**Kata Kunci** : *Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit*, *Kailan, Lumpur Kering, Pb.*

**THE RESPONSE OF KALE ON THE APPLICATION OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH *BIOCHAR* IN MIXED**

**PEAT AND DRY MUD**

**Rizky Septianti Anugrah 1), Henny Sulistyowati2), Rini Susana2)**

1. Student of Agriculture Faculty 2) Lecturers of Agriculture Faculty

\*) Correspondence Authors: [riskyysa11@gmail.com](mailto:riskyysa11@gmail.com)

**ABSTRACT**

The absorption of heavy metals by plant can be eliminated by the addition of ameliorant such as of oil palm empty fruit bunch. This research aimed to obtain a dose of *biochar* of oil palm empty fruit bunch for the best growth and yield of Kale with a low Pb content in the plant. This research was held in Faculty of Agriculture, Prof. Dr. Hadari Nawawi Street, started from 1 July until August 29, 2019. This research used the Complete Random Design (CRD) one factor, consisting of 5 treatments, namely (b0 = without biochar, b1 = 38 g/polybag, b2 = 75g/polybag, b3 = 113g/polybag, b4 = 150 g/polybag) with 4 replication and consisted of 3 plant samples resfectively. Variables observed in this study were the number of leaves, fresh weight of plant, root volume, leaf area, shoot dry weight, root dry weight, chlorophyll content and Pb content on leaves. The application of 12 tons/ha of oil palm empty fruit bunch *biochar* equivalent to 150 g/polybag produce the best growth and yield of kale in the mixture of peat and dry mud, but Pb content was out of permitted level allowed by SNI 7378 – 2009. It suggested not to be consumed.

**Keywords:** *Biochar Oil Palm Empty Fruit Bunch*, *Dry Mud, Kailan, Pb.*

**PENDAHULUAN**

Kailan (*Brassica oleraceae*) merupakan sayuran semusim, termasuk famili kubis-kubisan dengan pertumbuhan yang sangat cepat dan mempunyai nilai komersial tinggi untuk dibudidayakan. Kailan mempunyai kandungan gizi seperti vitamin A 7540 IU, vitamin C 115 mg, Ca 62 mg, dan Fe 2,2 mg per 100 gram bobot segar yang dikonsumsi (Irianto, 2012).

Luas panen kubis-kubisan di Kalimantan Barat pada tahun 2015 sekitar 11 hektar dengan produksi 70 ton dan produktivitas 6,36 ton/ha. Produksi ini mengalami kenaikan pada tahun 2016 yaitu 106 ton karena bertambahnya luas panen menjadi 22 hektar, namun produktivitas menjadi turun yaitu 4,81 ton/ha (BPS, 2017). Berdasarkan hasil tersebut, perlunya upaya untuk meningkatkan produktivitas kubis-kubisan seperti tanaman kailan dengan memperbaiki media tanam. Salah satu media tanam yang dapat digunakan ialah tanah gambut.

Tanah gambut dapat dijadikan media tanam namun harus dilakukan pembenahan mengingat kendala yang dimilikinya seperti kemasaman yang tinggi dengan pH antara 3 – 5, kejenuhan basa rendah, porositas tanah yang tinggi sehingga pencucian unsur hara saat pemupukan akan mudah terjadi. Salah satu usaha untuk untuk meminimalisir masalah tersebut dapat dilakukan dengan penambahan lumpur kering limbah pengolahan air bersih.

Penambahan lumpur kering limbah pengolahan air bersih pada tanah gambut dapat meningkatkan kejenuhan basa tanah gambut sehingga pH mengalami kenaikan, selain itu porositas tanah menjadi lebih rendah akibat penambahan lumpur kering. Berdasarkan hasil penelitian Sagita (2018), umbi lobak putih yang ditanam pada media gambut dicampur dengan 45% lumpur kering merupakan dosis yang efektif untuk pertumbuhan tanaman, namun menghasilkan kandungan Pb 1,22 *ppm* yang melewati ambang batas sehingga berbahaya apabila dikonsumsi oleh manusia. Kondisi ini perlu diatasi dengan menambahkan amelioran tanah seperti *biochar* untuk mengurangi serapan Pb oleh tanaman.

*Biochar* merupakan arang yang dibuat melalui proses *pyrolisis* atau karbonisasi biomassa secara tidak sempurna. Menurut Steinbeiss (2009), *biochar* mempunyai manfaat seperti mempertahankan nutrisi dan kation, meningkatkan pH tanah, penurunan penyerapan racun tanah, memperbaiki struktur tanah, efisiensi penggunaan hara, meningkatkan kapasitas menahan air, mengurangi risiko erosi tanah, dan dapat meremediasi lahan yang tercemar logam berat seperti Pb, Cu, Cd dan Ni. Bahan utama untuk pembuatan *biochar* dapat berupa limbah-limbah pertanian dan perkebunan seperti tandan kosong kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis *biochar* tandan kosong kelapa sawit yang terbaik bagi pertumbuhan dan hasil tanaman kailan dengan kandungan Pb yang rendah di dalam tanaman, pada media campuran gambut dan lumpur kering limbah pengolahan air bersih.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Rumah Penelitian Kompos Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak, berlangsung dari tanggal 1 Juli sampai 29 Agustus 2019. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih kailan, lumpur kering limbah pengolahan air bersih, *biochar* tandan kosong kelapa sawit, tanah gambut, pupuk kandang dan urea, pestisida, polybag ukuran 20 x 25 cm, asam nitrat (HNO3), dan aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ayakan, parang, arit, *hand sprayer*, *termohigrometer*, timbangan elektrik, tabung reaksi, labu ukur 50 ml, gelas ukur, oven listrik, tanur, klorofil meter, leaf area meter, ember, *Atomic Absorbtion Spectrofotometer* (AAS), alat dokumentasi dan alat tulis.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 5 perlakuan dan 4 ulangan, setiap ulangan terdapat 3 sampel tanaman. Perlakuan tersebut adalah dosis *biochar* tandan kosong kelapa sawit : b0 (tanpa *biochar)*, b1 (38 g/ polybag), b2 (75 g/polybag), b3 (113 g/polybag) dan b4 (150 g/polybag). Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah volume akar, berat kering akar, jumlah daun, luas daun, berat segar tanaman, berat kering bagian atas tanaman, kadar klorofil daun dan kandungan Pb pada daun kailan.

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan menyiapkan media tanam yaitu tanah gambut seberat 3 kg dicampur dengan lumpur kering 2 kg kemudian ditambahkan dosis *biochar* sesuai perlakuan, setelah itu diaduk merata dan diinkubasi selama 2 minggu. Analisis tanah dilakukan untuk melihat kandungan pH, C-organik, P, KTK, dan Pb. Bibit kailan berumur 2 minggu dipindahkan ke media tanam. Pemeliharaan meliputi penyiraman setiap pagi dan sore, pemupukan dengan urea pada saat penanaman dengan dosis 1,25 g/polybag, dan panen tanaman kailan dilakukan pada umur 4 MST. Rerata suhu harian selama penelitian ini yaitu 25,5 - 27,5 °C dan rerata kelembaban yaitu 77,0 - 79,0%.

Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan uji F untuk mengetahui mengetahui apakah variabel pengamatan yang dilakukan berpengaruh atau tidak. Perhitungan analisis keragaman dilanjutkan ke uji Beda Nyata Jujur 5% untuk variabel yang hasilnya berpengaruh nyata.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. **Hasil**

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pemberian berbagai dosis *biochar* tandan kosong kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap volume akar, berat kering akar, jumlah daun 4 MST, luas daun, berat segar tanaman, berat kering bagian atas, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap kadar klorofil daun dan kandungan Pb pada daun. Variabel yang berpengaruh nyata kemudian dilakukan Uji BNJ untuk melihat perbedaan setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Uji BNJ pada Variabel Volume Akar, Berat Kering Akar, Jumlah Daun 4 MST, Luas Daun, Berat Segar Tanaman dan Berat Kering Bagian Atas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Dosis *Biochar* Tandan Kosong Kelapa Sawit  (g/polybag) | Volume Akar  (cm3) | Berat Kering  Akar  (mg) | Jumlah Daun 4 MST  (helai) | Luas Daun (cm2) | Berat Segar  Tanaman  (g) | | Berat Kering  Atas  (g) | | |
| 0 | 1,37 b | 92,50 c | 13,32 c | 374,25 c | | 13,32 c | | 0,83 d |
| 38 | 1,50 b | 117,50 bc | 20,11 c | 436,50 c | | 20,11 c | | 1,19 d |
| 75 | 2,12 ab | 155,00 b | 34,52 b | 709,00 b | | 34,52 b | | 1,71 c |
| 113 | 2,37 a | 210,00 ab | 50,32 a | 870,00 a | | 50,32 a | | 2,46 b |
| 150 | 2,75 a | 245,00 a | 58,80 a | 971,75 a | | 58,80 a | | 3,02 a |
| BNJ 5% | 0,76 | 57,90 | 8,67 | 144,08 | 8,67 | | 0,50 | | |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, berbeda tidak nyata pada Uji BNJ 5%

Pemberian berbagai dosis *biochar* tandan kosong kelapa sawityang berpengaruh tidak nyata pada variabel kadar klorofil daun dan kandungan Pb pada daun, nilai rerata dari variabel tersebut disajikan pada Gambar 1.

1. **Kadar klorofil Daun (B) Kandungan Pb**

**Gambar 1.** Rerata Kadar klorofil Daun (A) dan Kandungan Pb (B) pada Tanaman Kailan

Gambar 1 (A) menunjukkan bahwa rerata tertinggi untuk kadar klorofil daun tanaman kailan pada pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit 150 g/polybag yaitu 45,15 *spad unit,* dan rerata terendah untuk kadar klorofil daun pada pemberian dosis *biochar* tandan kosong kelapa sawit 0 g/polybag yaitu 43,57 *spad unit*. Gambar 1 (B) menunjukkan bahwa rerata tertinggi untuk kandungan Pb tanaman kailan pada pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit 150 g/polybag yaitu 9,99 *ppm,* dan rerata terendah untuk kandungan Pb pada pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit 0 g/polybag yaitu 6,97 *ppm*.

1. **Pembahasan**

Secara umum, pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kailan. Pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit dalam penelitian ini mempunyai potensi memperbaiki kesuburan tanah dan mencukupi kebutuhan hara tanaman. Hal ini diduga karena karakteristik halusnya bahan *biochar* yang menjadi faktor pendukung, sehingga meningkatnya kemampuan tanah dalam meretensi air dan hara. Hasil penelitian Liescahyani dkk (2014), *biochar* dengan ukuran partikel ≤ 0,25 mm dapat mengurangi porositas dengan semakin kecilnya ukuran diameter *biochar* yang diaplikasikan. Ukuran *biochar* akan mempengaruhi kemampuan bahan dalam pelepasan hara, ukuran yang semakin kecil akan membuat total luas permukaan yang mungkin melakukan pertukaran kation menjadi lebih luas dan hal ini berarti maka makin banyak unsur hara yang dapat dipertukarkan (Soemeinaboedhy, dkk., 2007).

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura (2019), bahwa *biochar* tandan kosong kelapa sawit mempunyai kandungan C-organik yang tinggi sebesar 46,79%. Kandungan C-organik yang tinggi di dalam *biochar* secara umum berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah dan pembentuk bahan organik (pembenah tanah) sehingga meningkatkan populasi mikroorganisme tanah untuk selanjutnya akan meningkatkan proses dekomposisi sehingga menyediakan hara yang cukup bagi tanaman (Lindiana, 2017).

Pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit dapat memperbaiki sifat fisik tanah sehingga perakaran tanaman mampu meyerap air dan unsur hara di dalam tanah. Kondisi tanah yang subur mendukung peranan *biochar* dalam meningkatkan kation-kation basa sehingga memudahkan perkembangan akar. Menurut Gani (2009), kation yang terikat pada partikel atau senyawa organik dapat dipertukarkan dengan kation yang terlarut dalam larutan tanah. Pertukaran kation yang teradsorpsi menyebabkan ketersediaan dari kation tersebut bagi akar tanaman.

Menurut Setyati (2004), pertumbuhan tanaman ditunjukkan dengan bertambahnya ukuran berat kering yang mencerminkan bertambahnya protoplasma yang terjadi karena bertambahnya ukuran dan jumlah sel dalam tubuh tanaman. Bertambahnya ukuran sel pada berat kering tanaman disebabkan oleh pembelahan sel di daerah meristematik pucuk dan ujung akar. Kondisi ini diduga adanya lingkungan yang mendukung proses fotosintesis seperti cahaya sebagai sumber energi dan efisiensi penyerapan unsur hara oleh pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit.

Faktor lain yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara dalam tanah ialah pH. Kenaikan pH dalam penelitian ini berkisar antara 4,6 – 5,2. Semakin tinggi dosis *biochar* yang diberikan ke dalam tanah menyebabkan pH tanah semakin meningkat. Chan and Xu (2009) menyatakan bahwa *biochar* yang memiliki konsentrasi kalsium oksida tinggi apabila diberikan ke tanah akan memiliki efek seperti pengapuran yang efektif untuk mengatasi kemasaman tanah.Peningkatan pH akan meningkatkan ketersediaan hara - hara penting terutama P, pH rendah < 4,0 unsur P akan terikat oleh Fe dan Al sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Proses fotosintesis yang terjadi pada bagian daun menghasilkan fotosintat yang selanjutnya ditranslokasikan ke bagian tanaman yakni batang, akar dan daun. Fotosintat yang ditranslokasikan ke organ vegetatif akan menambah jumlah daun. Pertambahan jumlah daun merupakan bentuk adanya proses pembelahan dan pembesaran sel dari hasil fotosintat tanaman. Pembentukan daun tersebut dipengaruhi oleh penyerapan dan ketersediaan unsur hara. Warnock dkk (2007) menyatakan bahwa *biochar* mampu meretensi unsur hara dan air yang hilang akibat tercuci, selain itu *biochar* juga mampu memperbaiki dan mengoptimalkan pertumbuhan serta produksi tanaman.

Pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit dapat menjadi penyedia unsur hara dan air, sehingga proses fotosintesis berjalan dengan baik. Menurut Buntoro (2014), meningkatnya luas daun akan meningkatkan pula penyerapan cahaya oleh daun. Daun yang mampu menyerap cahaya paling banyak memiliki laju fotosintesis yang tinggi, dan mentranslokasikan sebagian besar fotosintat ke bagian tanaman yang lain. Fotosintat yang dihasilkan dari proses fotosintesis akan berpengaruh terhadap berat segar bagian atas tanaman.

Peningkatan berat segar tanaman berhubungan erat dengan peningkatan berat kering tanaman dikarenakan semakin berat suatu tanaman maka akan semakin berat pula berat kering tersebut. Hal ini dikarenakan tanaman banyak mengandung air didalam sel-selnya, dengan adanya air proses metabolisme pada sel-sel tanaman meningkat dan akan memberikan hasil yang lebih baik pada biomassa kailan terutama pada berat segar tanaman. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tinggi dosis maka semakin baik pula pertumbuhan dan hasil tanaman, namun hasil ini masih sangat rendah jika dibandingkan dengan deskripsi tanaman kailan yaitu 300 g/tanaman. Kondisi ini diduga unsur hara pemupukan yang diberikan tidak lengkap, pupuk yang diberikan hanya urea saja, akibatnya hasil yang diinginkan tidak memenuhi kebutuhan tanaman kailan. Sutejo (2002) menyatakan bahwa pemberian pupuk NPK dapat meningkatkan kandungan hara tanah dan pertumbuhan tanaman karena unsur N, P dan K diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Berat kering tanaman merupakan hasil proses fotosintesis tanaman setelah dikurangi dengan respirasi. Menurut Firda (2009) selama proses fotosintesis, tanaman yang mampu menghasilkan fotosintat lebih tinggi akan mempunyai banyak daun, karena hasil fotosintat akan digunakan untuk membentuk organ seperti daun dan batang sejalan bertambahnya berat kering tanaman. Semakin banyak cahaya yang diserap tanaman maka fotosintat yang dihasilkan juga semakin tinggi.

Pembentukan kadar klorofil dipengaruhi faktor cahaya matahari, dan unsur N sebagai pembentuk dan katalis dalam sintesis klorofil. Kemampuan adaptasi, baik secara morfologi maupun fisiologi akan mempengaruhi produksi zat hijau daun atau klorofil. Semakin tercukupi unsur nitrogen, maka semakin banyak kadar klorofil yang dihasilkan dan semakin luas daun tanaman yang akan meningkatkan hasil fotosintesis.

Hal ini diduga karena proses pembuatan *biochar* yang tidak sesuai standar, terutama karena suhu yang rendah yaitu 150 °C dan tidak ada proses aktivasi. Suhu yang rendah menyebabkan proses karbonisasi tidak berjalan dengan semestinya karena masih dipenuhi senyawa tar (senyawa - senyawa hidrokarbon) dan senyawa sisa-sisa pengarangan yang belum terlepas, sehingga *biochar* tidak mampu menjerap Pb, akibatnya Pb terserap dan terakumulasi pada jaringan tanaman. Menurut Sudrajat (1994) *dalam* Kurniati (2008), menyatakan bahwa proses karbonisasi dengan suhu 500 – 1000 °C merupakan tahap dari pemurnian arang atau kadar karbon. Pembuatan arang aktif dari bahan dengan kandungan lignoselulosa lebih baik menggunakan proses aktivasi bersifat asam seperti ZnCl2 (Hsu dan Teng, 2000).

Fitoremediasi merupakan suatu teknik dimana tanaman tertentu, dapat secara sendiri atau bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) dan dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Tanaman kailan (*Brassica oleraceae)* mempunyai kemampuan untuk mengkonsentrasikan Pb di dalam biomassanya dalam kadar yang luar biasa tinggi digolongkan sebagai tanaman akumulator atau hiperakumulator. Menurut penelitian Wang dkk (2008), pertumbuhan tanaman kubis dapat lebih baik dikarenakan logam berat dapat terakumulasi ke dalam daun. Daun dapat menahan senyawa racun, sehingga ketahanannya sangat toleran terhadap logam berat yang bersifat toksin.

Suhu udara sangat berpengaruh dalam berbagai proses fisiologis yang berlangsung dalam organ tanaman dan sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan dan produksi tanaman. Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman kailan ialah kesesuaian iklim dan pH. Rerata suhu harian selama penelitian yaitu dengan kisaran suhu harian tertinggi 27,5 °C dan suhu harian terendah 25,5 °C, hal ini sesuai dengan suhu optimal yang diinginkan oleh tanaman kailan yaitu berkisar antara 23 – 35 °C (Sunarjono, 2004). Rerata kelembaban udara pada saat penelitian yaitu kelembaban udara harian tertinggi 79,0% sedangkan kelembaban udara terendah 77,0% sehingga sudah mendekati kelembaban yang diinginkan oleh tanaman kailan yaitu 80 - 90% (Sunarjono, 2004). Secara keseluruhan, faktor iklim cukup mendukung untuk pertumbuhan dan hasil kailan.

**KESIMPULAN**

Pemberian *biochar* tandan kosong kelapa sawit sebanyak 12 ton/ha setara dengan 150 g/polybag merupakan dosis yang terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil kailan, namun hasil berat segar tanaman masih sedikit dibandingkan deskripsi kailan yaitu 300 g/tanaman. Kandungan Pb pada bagian atas tanaman kailan berada di atas ambang batas maksimal yang diperbolehkan SNI 7378 tahun 2009, yaitu lebih dari 0,5 *ppm* sehingga hasil tidak bisa dikonsumsi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. *Statistik Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

Buntoro, B. H., A. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temu Putih (*Curcuma zedoaria L*.). *Jurnal Vegetalika*, 3(4) 29-39.

Chan K. Y. and Z. Xu. 2009. Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement. In Biochar for Environmental Management. *Agriculture Chemistry and Environment.* 6(1) 67-68.

Firda, Y. 2009. Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max (L). Merril)* Terhadap Cekaman Kekurangan Air dan Pemupukan Kalium. *Skripsi.* Pekanbaru: Universitas Riau. Fakultas Pertanian.

Gani. 2009. *Biochar* Penyelamat Lingkungan. *Jurnal* *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31 (6),15-16.

Hsu, L. Y. dan Teng, H. 2000. Influence Of Different Chemical Reagents On The Preparation Of Activated Carbons From Bituminous Coal. *Journal Fuel Processing Technology*. 64(1-3), 155-166.

Irianto. 2012. Pertumbuhan dan Hasil Kailan (*Brassica albogabra*) pada Berbagai Dosis Limbah Cair Sayuran. *Jurnal Agronomi* ,12(1), 50-53.

Kurniati, E. 2008. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu – Ilmu Teknik*. 8(2), 96-103.

Liescahyani, I. Herru, D. Niken, S. 2014. Pengaruh Kombinasi Bahan Baku dan Ukuran Partikel *Biochar* terhadap Perubahan Sifat Fisika Tanah Pasiran. *Jurnal Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1), 1-6

Lindiana. 2017. Aplikasi Teknologi Budidaya Padi (Oryza sativa L.) yang Relevan dan Terjangkau Petani di Rawa Lebak Sumatera Selatan. *Tesis*. Palembang: Universitas Sriwijaya. Fakultas Pertanian

Sagita, D. R. 2018. Pengaruh Pemberian Lumpur Kering Hasil Instalasi Pengolahan Air Bersih terhadap Pertumbuhan dan Hasil Lobak Putih pada Media Gambut. *Skripsi.* Pontianak:Universitas Tanjungpura. Fakultas Pertanian

Setyati, S. 2004. *Pengantar Agronomi*. Jakarta: PT. Gramedia.

Soemeinaboedhy, I, Nyoman, and R. Sri Tejowulan. 2007. Pemanfaatan Berbagai Macam Arang sebagai Sumber Unsur Hara P dan K serta sebagai Pembenah Tanah. *Jurnal Agroteksos*, 17 (2), 114-122.

Standar Nasional Indonesia - 7387. 2009*. Batas Maksimum Logam Berat dalam Pangan.* Badan Standarisasi Nasional. http://sni.bsn.go.id.

Steinbeiss, S., Gleixner, G. and Antonietti, M. 2009. Effect of Biochar Amendment on Soil Carbon Balance and Soil Microbial Activity. *Soil Biology and Biochemistry*. 41: 1301-1310.

Sunarjono, H.H. 2004. *Bertanam 30 Jenis Sayur.* Jakarta: Penebar Swadaya.

Sutejo, M. 2002. Pupuk dan Cara Pemupukan. Jakarta: Rineka Cipta.

Warnock, D.D., Lehmann, J., Kuyper, T.W. and Rillig, M.C. 2007. Mycorrhizal Responses to *Biochar* in Soil – concepts and Mechanisms. Plant and Soil 300, 9-20.