Pembuatan dan Hasil Aplikasi Bahan Pembenah Tanah di Lahan Basah Sub-Optimal

Muhammad Helmy Abdullah¹, Ismed Setya Budi²

¹ Dosen Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Hasnur

² Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat

✉ abdillah.helmy21@gmail.com

Penggunaan lahan basah menemui berbagai kendala kesuburan dan kesehatan tanah serta sulit dalam pengelolaan air, karena itu perlu dikembangkan model intensifikasi dalam pemanfaatan lahan basah sub-optimal. Dari berbagai model intensifikasi tersebut, salah satunya dengan teknik konservasi tanah. Teknik konservasi tanah yang dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan sisa panen tanaman pertanian, perkebunan dan material sisa agroindustri yang sangat melimpah jumlahnya. Dalam tulisan ini, dipaparkan metode pembuatan dan hasil implementasi kompos, bokashi dan biochar sebagai pembenah tanah mineral serta hasil implementasi abu batubara sebagai zeolit pada gambut. Tujuan penulisan ini untuk memberikan informasi tentang potensi dan manfaat jerami padi, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), kayu apu dan abu boiler hasil pembakaran batubara maupun serat dan cangkang kelapa sawit sebagai pembenah tanah. Potensi pembenah tanah berbahan dasar jerami padi, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), kayu apu dan abu boiler hasil pembakaran serat dan cangkang, terbukti mampu mengoptimalkan ketersediaan hara dalam tanah, mengurangi penggunaan pupuk sintetis serta mendorong ekosistem kesehatan dan kesuburan tanah. Pembenah tanah berupa bahan organik dapat menjadi *buffer capacity* bagi tanah mineral, memunculkan sifat *slow release fertilizer* pada kegiatan pemupukan serta mengurangi efek dan kerusakan lahan, sedangkan implikasi abu batubara sebagai zeolit mampu menyediakan mineral dan memperbaiki karakter fisik gambut.

Kata kunci : agroindustri, ameliorasi, sub-optimal, TKKS, biochar

Diajukan: 25 Januari 2021

Direvisi: 23 Maret 2021

Diterima: 10 Mei 2021

Dipublikasikan online: 16 Mei 2021

Pendahuluan

Usaha pertanian di lahan basah sub-optimal dimaksudkan untuk menanggulangi keterbatasan lahan budidaya yang selama ini menjadi salah satu penyebab masih rendahnya hasil pertanian. Namun, pemanfaatan lahan basah tersebut mempunyai banyak permasalahan khususnya terkait kesuburan dan kesehatan tanah serta sulit dalam pengelolaan air, karena itu perlu dikembangkan model intensifikasi dalam pemanfaatan lahan basah sub-optimal. Terdapat berbagai model intensifikasi pertanian, salah satunya adalah teknik konservasi tanah (pengelolaan kesuburan tanah). Teknik konservasi tanah yang sederhana, efektif dan efisien dengan penggunaan sisa panen tanaman pertanian, perkebunan dan material sisa agroindustri. Bahan-bahan tersebut sangat berpotensi dijadikan bahan pembenah tanah, sebab jumlahnya sangat banyak. Pembenah tanah adalah material yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah, sehingga unsur hara dapat tersedia untuk tanaman.

Pembenah tanah dapat berupa bahan organik ataupun bahan anorganik. Jerami padi merupakan bahan organik yang dapat dijadikan pembenah tanah. Aplikasi jerami padi

yang dikomposkan dapat memperbaiki sifat tanah mineral masam di lahan basah (Susilawati & Nursyamsi, 2013), salah satunya yang terbukti menurunkan konsentrasi logam berat dan keracunan logam pada budidaya tanaman padi di lahan rawa pasang surut (Suriani *et al*, 2020), sedangkan pembenah berbahan anorganik (zeolit) seperti abu batubara juga dapat memperbaiki sifat tanah gambut yang jelek. Abdullah *et al* (2020) menyatakan bahwa pemberian abu batubara dapat memperbaiki karakteristik fisika dan kimia dari tanah gambut dibandingkan dengan tanah gambut yang tidak diaplikasikan abu batubara.

Material organik lain yang sangat berpotensi dijadikan pembenah tanah adalah material sisa dari kegiatan perkebunan kelapa sawit dan pabrik pengolahan CPO. Adapun material limbah perkebunan diantaranya pelepah dan batang pohon kelapa sawit serta sisa pemangkasan dan sanitasi lahan, sedangkan dari pabrik yang memproses pengolahan TBS menjadi CPO menghasilkan material sisa diantaranya tandan kosong kelapa sawit (TKKS), serat kernel, POME, *solid decanter*, cangkang dan abu boiler. Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 01/Permentan/KB.120/1/2018 tentang Pedoman Penetapan Harga Pembelian Tandan Buah Segar Kelapa

Cara mensitasi artikel ini:

Abdillah, M.H., Budi, I.S. (2021) Pembuatan dan Aplikasi Bahan Pembenah Tanah pada Pertanian Lahan Basah Sub-Optimal. *Buletin Profesi Insinyur* 4(1) 023-028

Sawit Produksi Pekebun menjelaskan bahwa cangkang dapat dimanfaatkan oleh perusahaan dalam proses pengolahan TBS, apabila terdapat sisa cangkang dapat diperhitungkan sebagai nilai tambah bagi pendapatan pekebun, sehingga dapat diartikan bahwa cangkang selain sebagai sisa pengolahan CPO yang dapat digunakan sebagai bahan bakar boiler, juga bernilai ekonomi sebagai barang yang diperdagangkan.

Material sisa dari kegiatan perkebunan dan pengolahan kelapa sawit menjadi CPO telah banyak diteliti. Hasil menunjukkan bahwa bahan tersebut berpotensi sebagai pembenah tanah. Maryani (2018) melaporkan bahwa aplikasi *solid decanter* dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit di lahan marginal. Penggunaan TKKS berupa kompos sebagai campuran bahan pembenah tanah telah meningkatkan hasil tanaman dan memperbaiki sifat tanah (Andayani & Hayat, 2019). Aplikasi abu boiler kelapa sawit yang dikombinasikan dengan pupuk juga mampu mengurangi dosis pupuk namun tetap mempertahankan hasil tanaman dan memperbaiki sifat tanah gambut (Dita, 2020).

Penggunaan material pembenah sebagai teknologi konservasi tanah telah terbukti memperbaiki sifat-sifat tanah dan meningkatkan produksi tanaman (Subagio, 2019). Sisa panen tanaman, tumbuhan liar serta hasil samping dari agroindustri juga dapat digunakan sebagai pembenah tanah. Bahan tersebut dapat memberikan hasil optimal apabila dalam bentuk kompos, bokashi dan biochar (Sismiyanti *et al*, 2018). Bahan yang berpotensi digunakan diantaranya, sisa panen tanaman padi (jerami), serat TKKS dan tumbuhan liar kayu apu (*Pistia stratiotes*) yang dapat dijadikan kompos dan bokashi, sedangkan pembuatan biochar juga dapat menggunakan jerami padi dan serat TKKS. Selain itu, serat TKKS dan cangkang kernel kelapa sawit juga dapat digunakan sebagai bahan bakar boiler di pabrik CPO. Pembakaran tersebut menghasilkan abu yang dapat diaplikasikan sebagai pembenah tanah. Dalam buletin ini dipaparkan metode pembuatan kompos, bokashi dan biochar, serta dampak penerapannya pada tanah dan tanaman. Selain itu, juga dipaparkan hasil penelitian dari aplikasi abu batubara sebagai zeolit pada tanah gambut. Tujuan penulisan ini untuk memberikan informasi tentang potensi dan manfaat jerami padi, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), kayu apu dan abu boiler hasil pembakaran batubara maupun serat dan cangkang kelapa sawit sebagai pembenah tanah.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yakni 1) tahap preparasi bahan pembenah tanah yakni jerami padi, TKKS, dan kayu apu sebagai bahan utama pembuatan kompos, bokashi dan biochar, selain itu ada beberapa bahan tambahan yang sifatnya bahan sekunder seperti mikroorganisme starter ataupun mikroorganisme lokal (MOL) dan gula aren yang diaplikasikan pada pembuatan kompos sedangkan kotoran hewan dapat diberikan pada pembuatan bokashi. Pembenah tanah dalam bentuk abu merupakan hasil pembakaran sempurna terhadap serat, cangkang kelapa sawit maupun batubara yang terjadi dalam tungku boiler, sebagaimana metode tersebut dapat dilihat pada Gambar 1, 2, 3, dan 4; 2) tahap aplikasi yang dilakukan pada tanah mineral dan gambut; serta 3) tahap analisis implikasi dari

hasil aplikasi bahan-bahan tersebut terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman serta pengaruhnya terhadap sifat tanah. Adapun metode pembuatan pembenah tanah adalah sebagai berikut :

Pembuatan Kompos

Kompos adalah material organik yang terdegradasi senyawanya oleh mikroorganisme tanpa melibatkan mikroorganisme dari kotoran hewan, tujuannya untuk mensintesis unsur yang terkandung pada bahan tersebut agar lebih sederhana. Penggunaan kompos hanya mengambil manfaat dari biomassa tanaman yang terangkut pada saat panen ataupun biomassa tumbuhan penambat unsur spesifik. Dalam pengomposan, perlu diperhatikan hasil uji ultimat dan proksimat sehingga pemberian perlakuan dalam pengomposan dapat efektif dan pada akhirnya biomassa terdegradasi dengan maksimal. Dalam membuat kompos yang baik, terdapat standar mutu kompos sesuai kriteria SNI 19-7030-2004 ataupun Kepmentan Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Pada tanaman pangan dan hortikultura, persentasi kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa lebih rendah dibandingkan dengan tanaman perkebunan. Hal inilah yang menentukan durasi waktu dan pengomposan dan mutu kompos, sedangkan pada biomassa tanaman perkebunan khususnya serat TKKS memiliki lignin, selulosa dan hemiselulosa yang cukup tinggi, sehingga waktu pengomposan lebih lama dan perlakuan pemberian starter bioaktivator lebih intensif. Adapun metode pembuatan kompos jerami sekam padi secara anaerob (oksigen terbatas) dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Metode pembuatan kompos

Pembuatan Bokashi

Bokashi merupakan material organik yang dikomposkan melalui bantuan mikroorganisme dari kotoran hewan, sehingga pembuatannya memasukkan kotoran hewan ternak sebagai bahan utama. Pembuatan bokashi dapat

dilakukan dengan metode oksigen terbatas (anaerob) maupun dengan metode terbuka (aerob). Pembuatan bokashi dengan metode oksigen terbatas memerlukan durasi waktu 15-21 hari hingga bahan dapat digunakan, namun bahan belum terurai sempurna. Sedangkan metode terbuka, durasi waktu yang diperlukan bisa mencapai 60-90 hari, tergantung material biomassa yang digunakan, namun kelebihanannya adalah hasil akhir pelapukan bahan lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode pembuatan bokashi oksigen terbatas (anaerob). Adapun metode pembuatan bokashi menggunakan metode oksigen terbatas (anaerob) dengan material yang berasal dari TKKS, kayu apu dan kotoran sapi dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Metode pembuatan bokashi

Biochar

Biochar adalah material berupa arang aktif. Material ini dari proses pembakaran secara pirolisis (kondisi oksigen terbatas) sehingga dihasilkan karbon yang bermanfaat

untuk nutrisi mikroorganisme tanah. Pembakaran biomassa tumbuhan/ tanaman tidak sampai hancur menjadi abu, namun masih menyisakan material bahan yang masih samar terlihat bentuknya. Metode pembuatan biochar dapat dilihat pada Gambar 3. Dalam berbagai penelitian, biochar dapat mempertahankan tanaman dari kondisi cekaman kekeringan maupun menurunkan *bulk density* pada tanah mineral pasang surut. Material yang dapat dijadikan biochar diantaranya jerami dan sekam padi, serat TKKS dan sisa tumbuhan yang telah kering. Pembuatan biochar harus menggunakan bahan yang kering, sebab dalam proses pembakaran akan memengaruhi kecepatan dalam pembentukan arang aktif. Selain itu, secara penampilan fisik biochar, hasil pembakaran yang menjadi biochar akan berbeda. Pengeringan dapat dilakukan dibawah terik radiasi matahari selama > 7 hari.

Gambar 3. Metode pembuatan biochar

Abu Boiler

Abu boiler adalah material remah (abu) yang dihasilkan dari proses pembakaran sempurna material organik maupun anorganik. Pembakaran bahan menghasilkan panas dan uap, kemudian dikonversi menjadi tenaga listrik untuk keperluan pabrik dan komersil. Adapun proses secara umum dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Boiler pembakaran cangkang dan serat kernel Kelapa Sawit

Secara umum, tungku boiler dapat diisi dengan batubara ataupun serat dan cangkang kernel kelapa sawit. Hasil pembakaran boiler tersebut berupa abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*) yang akan menumpuk di area pabrik dan menjadi bahan pencemar apabila tidak dikelola dengan tepat. Oleh karena itu berdasarkan berbagai penelitian abu boiler dapat digunakan sebagai pembenah tanah.

Hasil Kerja

Penggunaan bahan sisa pertanian, perkebunan dan agroindustri menjadi pembenah tanah dapat mengurangi efek dari menumpuknya limbah tersebut pada lingkungan lahan budidaya dan pabrik. Pembuatan kompos, bokashi dan biochar idealnya dilakukan dengan mengeringkan bahan dibawah panas matahari selama 7-10 hari kemudian mencacah bahan tersebut hingga menjadi material berukuran < 15 cm, hal ini ditujukan agar proses penguraian lebih cepat. Kegiatan pencacahan secara manual dapat dilihat pada Gambar 5, kegiatan pengeringan dapat dilihat pada Gambar 6, dan kegiatan pembakaran secara pirolisis menggunakan drum dengan metode retort klin dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 5. Pencacahan bahan TKKS

Pencacahan dan peremahan bahan organik dilakukan untuk mempermudah terdekomposisinya materil, sehingga mempercepat reaksi biologi yang terjadi. Pencacahan juga dimaksudkan untuk mensortase bahan dengan sampah kotoran yang melekat, sebab apabila tercampur saat pengomposan, sampah kotoran tersebut menjadi penghambat dalam proses pengomposan dan merusak kualitas bahan. Pengeringan dan pengukuran kadar air dimaksudkan untuk memastikan bahan lebih cepat melapuk dan terdekomposisi. Setiap 3-4 hari sekali, pada sore hari dilakukan pengukuran temperatur bahan kompos, hal ini dilakukan untuk memastikan terjadi proses degradasi bahan kompos yang berkelanjutan oleh mikroorganisme.

Sedangkan dalam proses pembuatan bichar, hanya diperlukan bahan yang sudah kering dengan kadar air < 8%, kemudian dimasukkan kedalam drum, lalu dipanggang. Model ini disebut sebagai model dengan konsep pirolisis metode retort klin (Gambar 7a dan 7b).

Dalam praktiknya, aplikasi biochar sering dikombinasikan dengan pupuk organik bermerk ataupun pupuk

anorganik (sintetis), namun taraf dosis kombinasi dengan pupuk sintetis tersebut dibuat perbandingan lebih rendah daripada taraf dosis yang dianjurkan, sebab dengan kombinasi biochar diharapkan penggunaan pupuk lebih sedikit namun ketersediaan unsur hara dari pupuk tersebut dapat secara tersedia dalam metode lepas lambat (*slow release*) sehingga menurunkan penggunaan pupuk komersil (organik/anorganik).

Gambar 6(a) Pengeringan bahan kompos, dan **(b)** pengukuran temperatur bahan bokashi

Gambar 7a. Pembuatan biochar metode retort klin

Gambar 7b. Biochar serat TKKS (kiri) dan biochar biomassa padi (kanan)

Dari hasil uji dan analisis bahan di laboratorium, mengindikasikan bahwa bahan-bahan yang telah diolah tersebut laik sebagai pembanah tanah serta diharapkan mampu menjadi sumber dan penyedia unsur hara. Hasil analisis ini tidak memuat semua indikator persyaratan mutu pembenah tanah berdasarkan keputusan Menteri Pertanian melalui surat nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang persyaratan teknis minimal pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah. Hasil analisis ini hanya mencantumkan kandungan hara dari

Tabel 1. Sifat kimia berbagai bahan pembenah tanah

Jenis Bahan	Parameter						
	N-total (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Mg (%)	Ca (%)	C-organik (%)	pH
Kompos jerami dan sekam Padi	1,39	1,14	1,27	0,39	0,51	38,3	6,14
Bokashi kombinasi TKKS dan Kayu Apu	2,83	1,77	1,51	1,41	1,54	31,7	6,82
Biochar kombinasi serasah Padi, pelepah KS dan TKKS	0,79	1,51	2,11	0,52	0,74	26,3	6,52
Abu boiler agroindustri CPO	0,84	4,12	2,94	3,41	4,33	12,5	9,37
Abu boiler batubara	0,01	0,02	0,04	2,71	3,26	0,15	8,21

masing-masing bahan yang diteliti dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis kandungan hara yang dimiliki bahan-bah tersebut cukup lengkap dalam menambah keharaan tanah meskipun nilainya tidak tinggi. Tujuan diberikannya pembenahan tanah tidak dimaksudkan untuk meningkatkan kuantitas keharaan tanah secara mutlak seperti tujuan pemupukan sintetis pada umumnya yang secara instan meningkatkan biomassa tanaman dan meningkatkan produksi, namun tujuan pemberian pembenah tanah untuk mendorong terbentuknya objek fisik tanah yang bagus sehingga sifat kimia dan biologi tanah juga membaik, dan pada akhirnya membentuk fungsi ekologi dan produksi tanaman simultan serta berkelanjutan.

Pemberian pembenah tanah juga membentuk kondisi tanah yang mampu menurunkan kehancuran tanah mineral, menekan kerusakan tanah (munculnya unsur toksik) akibat proses fisika dan kimia yang terjadi, sebagai *buffer capacity* bagi tanah mineral, dan memunculkan sifat *slow release fertilizer* pada kegiatan pemupukan. Pembuatan bahan organik yang ditujukan sebagai pembenah tanah perlu memerhatikan kualitas bahan organik yang akan dibuat, sebab pada bahan-bahan organik tersebut memiliki kandungan senyawa yang berbeda-beda, sehingga menentukan teknik pemrosesan pengolahan bahan. Senyawa lignin, hemiselulosa, selulosa, N, P, rasio C/N, C/P, C/S menjadi

pertimbangan dalam pengolahan bahan organik menjadi pembenah tanah (Sismiyanti *et al*, 2018).

Pada pemanfaatan bokashi, secara biologi tanah dapat memberikan kontribusi positif terhadap jumlah spora *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* sebab persentasi C-organik yang mampu menurunkan kadar besi larut (Fe²⁺) pada tanah. Bagi jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, Fe merupakan bahan energi dalam perkembangan dan persebarannya. Karbon organik dapat mengkelat besi melalui kompleks asam organik. Bahan organik dalam bentuk C-organik tanah, mengeluarkan senyawa organik yang berperan dalam menurunkan persentasi Fe (Abdillah, 2019). Hubungan peningkatan persentasi C-organik terhadap pertumbuhan spora *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dapat dilihat pada Gambar 8.

Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa penambahan kompos, bokashi, biochar dan abu boiler TKKS pada tanah mineral pasang surut yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Penggunaan abu batubara pada tanah gambut sebagai zeolit terbukti memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, sehingga pada akhirnya usaha tersebut dapat memperbaiki karakter fisik, kimia tanah serta memperbaiki proses perkembangan dan produksi tanaman. Penelitian Abdillah (2018) memperlihatkan bahwa aplikasi pembenah tanah menggunakan abu boiler pembakaran batubara dapat memberikan pengaruh terhadap indeks *bulk density* (BD) tanah

Gambar 8. Pengaruh aplikasi bokashi terhadap hubungan C-organik dengan perkembangan spora *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Tabel 2. Hasil analisis perlakuan beberapa bahan pembenah tanah terhadap persentasi C-organik, kelarutan Fe dan Al pada tanah mineral lahan pasang surut.

Parameter/ Dosis bahan (gram)	C-organik tanah (%)		Fe-larut (ppm)		Al-larut (ppm)	
	0	150	0	150	0	150
Kompos	2,42	8,36	297,8	198,7	261,3	209,8
Bokashi	2,29	8,72	277,3	192,4	257,6	198,5
Biochar	2,38	8,38	281,7	210,2	273,3	211,1

gambut pada perlakuan 0 ton.ha⁻¹ menghasilkan indeks BD tanah yakni 0,32 g.cm⁻³, sedangkan perlakuan 60 ton.ha⁻¹ menghasilkan indeks BD tanah yakni 0,58 g.cm⁻³, selain itu juga dapat memberikan pengaruh positif terhadap hasil gabah kering giling (GKG) dengan masing-masing nilai 0,26 gr pada perlakuan 0 ton.ha⁻¹ dan 28,7 gr pada perlakuan 60 ton.ha⁻¹ yang terlihat pada Gambar 9 (Abdillah, 2020).

Gambar 9(a) berat gabah kering giling (gr), dan (b) bulk density tanah (g.cm⁻³)

Pembenahan tanah dengan bahan pembenah yang tepat jenisnya memberikan hasil yang cukup baik dalam menanggulangi degradasi sifat tanah. Hal ini disebabkan pembenah tanah tersebut memiliki kemampuan berdasarkan asal biomassa dan cara pembuatannya.

Kesimpulan

Potensi pembenah tanah berbahan dasar jerami Padi, TKKS, kayu apu dan abu boiler hasil pembakaran cangkakng dan serat terbukti mampu mengoptimalkan ketersediaan hara dalam tanah, mengurangi ataupun mensubstitusi sebagian penggunaan pupuk sintetis serta mendorong ekosistem kesehatan dan kesuburan tanah. Pembenahan tanah dimaksudkan agar tercapainya produktivitas lahan yang berkelanjutan. Pembenah tanah berupa bahan organik dapat menjadi *buffer capacity* bagi tanah mineral, memunculkan sifat *slow release fertilizer* pada kegiatan pemupukan serta mengurangi efek dan kerusakan lahan.

Pada tanah gambut, peran abu batubara sebagai zeolit dapat memperbaiki sifat kimia, terutama penyediaan mineral sebagai unsur hara mikro bagi tanaman, yang pada akhirnya juga akan memperbaiki karakter fisika tanah gambut. Mineral dari abu batubara mampu mengikat asam-asam organik sehingga membentuk ligan-ligan yang kompleks yang berpengaruh dalam memperbaiki bulk density dan kemandapan tanah.

Referensi

- Abdillah, M.H. (2018). Pengaruh abu boiler pembakaran batubara terhadap sifat fisika-kimia tiga tipologi lahan rawa. *Jurnal Agrisains* 4(1): 5-10.
- Abdillah, M.H. (2019). Kajian kualitas tanah ultisol yang diaplikasikan chicken manure terhadap perkembangan spora *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Polhasains*, 7(2): 37-45
- Abdillah, M.H., Saidy, A.R., Wahdah, R (2020). Pertumbuhan dan produksi padi varietas Inpara-3 pada tanah tergenang yang diberikan abu batubara. *Jurnal Rawa Sains*, 10(1): 772-779
<https://doi.org/10.36589/rs.v10i1.108>
- Andayani, S., Hayat, E.S. (2019). Pengayaan kompos tandan kosong kelapa sawit dengan lumpur laut dan biochar sekam padi pada tanaman padi di tanah sulfat masam. *Jurnal Agrotech*, 21(1): 44-54.
- Maryani, A.T. (2018). Efek pemberian decanter solid terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan media tanah bekas lahan tambang batu bara di pembibitan utama. *Jurnal Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 33(1): 50-56.
<https://doi.org/10.20961/carakatani.v33i1.19310>
- Menteri Pertanian Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 01/Permentan/Kb.120/1/2018 tentang Pedoman Penetapan Harga Pembelian Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Produksi Pekebun. Diakses di web <http://ditjenbun.pertanian.go.id/regulasi/peraturan-menteri-pertanian/> pada tanggal 19 Desember 2020.
- Sismiyanti, Hermansah, Yulnafatmawita. (2018). Klasifikasi beberapa sumber bahan organik dan optimalisasi pemanfaatannya sebagai biochar. *Jurnal Solum* 15(1): 8-16.
<https://doi.org/10.25077/jsolum.15.1.8-16.2018>
- Subagio, H. (2019). Evaluasi penerapan teknologi intensifikasi budidaya padi di lahan rawa pasang surut. *Jurnal Pangan*, 28(2): 56-62.
<https://doi.org/10.33964/jp.v28i2.438>
- Sulilawati, A., Nursyamsi, D. (2013). Residu jerami padi untuk meningkatkan produktivitas tanah sulfat masam berkelanjutan. *Jurnal Sumber-daya Lahan*, 7(1): 27-37.
<http://dx.doi.org/10.21082/jsdl.v7n1.2013.%25p>
- Suriani, M., Mahbub, M., Rodinah. (2020). Pengaruh kompos jerami padi terhadap kelarutan ferro (Fe²⁺) dan pH Tanah serta pertumbuhan tanaman padi ciherang di tanah sulfat masam. *Jurnal Agrotek Fakultas Pertanian ULM*, 3(1): 55-61.
<https://doi.org/10.20527/agtview.v3i1.1416>