

Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Serabut (Fiber) dalam Pembuatan Polybag Organik

Utilization of Waste Oil Palm Empty Bunch and Fiber in Producing of Organic Polybag

Alan Karvinaldi*, Nuraeni Dwi Dharmawati, Rengga Arnalis Renjani

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper, Jl. Nangka II, Maguwohardjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55282, Indonesia

*E-mail: alankarvinaldi@gmail.com

Diterima: 23 Maret 2022; Disetujui: 27 April 2022

ABSTRAK

Polybag plastik pada umumnya digunakan dalam pembibitan tanaman. Namun, penggunaan polybag plastik berpotensi mencemari lingkungan karena limbah plastik sulit terurai. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan adanya alternatif pengganti polybag plastik seperti polybag berbahan dasar organik. Serat tandan kosong kelapa sawit dan serabut mesocarp merupakan limbah padat hasil olahan pabrik kelapa sawit dengan jumlah yang banyak dan mudah terdekomposisi oleh mikroba tanah. Atas dasar ini, serat tandan kosong dan serabut mesocarp dapat dijadikan bahan dasar pembuatan polybag organik. Di lapangan, tandan kosong kelapa sawit (TKKS) diaplikasikan secara utuh (tanpa dicacah), kemudian TKKS dicacah secara manual menggunakan parang. Selanjutnya, serabut mesocarp digunakan untuk bahan bakar boiler. Dalam hal ini, pabrik yang memiliki biogas dapat memanfaatkan gas yang dihasilkannya untuk membantu menaikkan tekanan boiler melalui *burner*, namun banyak serabut dari mesocarp yang tersisa. Polybag dibuat dengan cara dicetak menggunakan cetakan yang ditekan dengan tekanan $\pm 1.730 \text{ N/m}^2$, kemudian polybag dibakar diatas tungku dengan suhu $1.020\text{-}1.200^\circ$ selama 3 menit dengan variasi 3 perlakuan yang berbeda yaitu K_1 (500 ml air + tepung tapioka 10 gr), K_2 (500 ml air + tepung tapioka 30 gr), K_3 (500 ml air + tepung tapioka 50 gr). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa polybag organik dengan komposisi tandan kosong 42,9%, fiber 42,9%, dan tepung tapioka 14,2% memiliki kekuatan terhadap beban dan benturan terbaik dengan ketahanan terhadap beban maksimal 10 kg dan ketahanan terhadap benturan maksimal 5 meter. Selain itu polybag organik dengan komposisi tandan kosong 42,9%, fiber 42,9%, dan tepung tapioka 14,2% memiliki kualitas fisik polybag terbaik terhadap pH, daya serap, kadar air, rasio C/N dengan nilai pH 5,72, daya serap 60%, kadar air 9%, dan rasio C/N 77%.

Kata kunci: limbah; plastik; polybag organik; polybag plastik; serabut; tandan kosong

ABSTRACT

Plastic polybags are generally used in plant nurseries. However, the use of plastic polybags has the potential to pollute the environment because plastic waste is difficult to decompose. To overcome this problem, it is necessary to have an alternative to plastic polybags such as polybags made from organic materials. Oil palm empty fruit bunches and mesocarp fibers are solid wastes produced by palm oil mills in large quantities and are easily decomposed by soil microbes. On this basis, empty fruit bunches and mesocarp fibers can be used as basic materials for making organic polybags. In the field, oil palm empty fruit bunches (TKKS) are applied whole (without chopping), then the EFB is chopped manually using a machete. Furthermore, the mesocarp fibers are used to fuel the boiler. In this case, a plant that has biogas can use the gas it produces to help raise the boiler pressure through the burner, but a lot of fibers from the mesocarp are left. Polybags are made by printing using a pressed mold with a pressure of $\pm 1,730 \text{ N/m}^2$, then the polybag is burned on a stove at a temperature of $1,020\text{-}1,200^\circ$ for 3 minutes with a variation of 3 different treatments, namely K_1 (500 ml water + 10 gr tapioca flour), K_2 (500 ml of water + 30 gr tapioca flour), K_3 (500 ml of water + 50 gr tapioca flour). The results obtained in this study indicate that organic polybags with a composition of 42.9% empty bunches, 42.9% fiber, and 14.2% tapioca flour have the best load and impact strength with resistance to a maximum load of 10 kg and resistance to impact maximum 5 meters. In addition, organic polybags with a composition of 42.9% empty fruit bunches, 42.9% fiber, and 14.2% tapioca flour have the best physical quality of polybags with respect to pH, absorption, water content, C/N ratio with a pH value of 5.72, 60% absorption, 9% moisture content, and 77% C/N ratio.

Keywords: fiber; empty bunch; organic polybag; plastic polybag; plastic; waste

PENDAHULUAN

Pabrik kelapa sawit di Indonesia umumnya memiliki kapasitas 45-60 ton TBS/jam dengan jam operasi minimal 8 jam perhari (Hermantoro dan Renjani, 2014). Berdasarkan tempat pembentukannya, limbah kelapa sawit dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu limbah perkebunan

kelapa sawit dan limbah industri kelapa sawit (Ardila, 2014). Industri pengolahan kelapa sawit ini menghasilkan limbah padat dalam jumlah yang sangat besar. Dari beberapa jenis limbah padat yang dihasilkan seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS), sabut, lumpur, cangkang sawit, dan lain-lain (Sitorus, 2013). Diketahui untuk 1 ton kelapa sawit akan mampu menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa

sawit (TKKS) sebanyak 23% atau 230 kg, limbah cangkang (Shell) sebanyak 6,5% atau 65 kg, wet decanter solid (lumpur sawit) 4 % atau 40 kg, serabut (Fiber) 13% atau 130 kg serta limbah cair sebanyak 50% (Haryanti, Norsamsi, dan Sholiha, 2014).

Tandang kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah dari pengolahan pabrik kelapa sawit yang jumlahnya mencapai 23% dari tandan buah segar (TBS) yang mampu diolah oleh pabrik kelapa sawit (Dimawarnita dan Perwitasari, 2017). Seiring bertambahnya pabrik-pabrik pengolahan kelapa sawit maka jumlah TKKS juga akan semakin bertambah. Kandungan TKKS terdiri dari 40,37% selulosa; 20,06% hemiselulosa; dan 23,89% lignin (Yoricya, 2016). Kandungan kimia serabut didominasi oleh glucan sebanyak 219 kg/ton berat kering, xylan 153 kg/ton berat kering, lignin 234 kg/ton berat kering, SiO_2 632 kg/ton berat kering, K_2O 90 kg/ ton berat kering, dan CaO 72 kg/ton berat kering (Kurniawan dan Yulianto, 2020).

Vox (2013) berpendapat bahwa polybag termasuk bahan plastik yang sangat sulit diurai oleh mikroba tanah, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Plastik tidak mudah hancur atau terdegradasi oleh hujan, panas matahari maupun mikroorganisme yang hidup dalam tanah, sehingga peningkatan penggunaan material plastik menyebabkan penimbunan limbah plastik (Akhir, Allaily, dan Syamsuwida, 2018). Menurut Koswara (2014), plastik diperkirakan membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun agar dapat terdekomposisi (terurai) dengan sempurna.

Pada penelitian ini, polybag organik dirancang dengan bahan dasar 50% tandan kosong (tankos) dan 50% fiber menggunakan alat *hot press* sederhana dengan pembakaran di atas tungku tradisional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur dimensi polybag organik berbahan dasar tankos dan fiber dengan variasi penambahan tepung tapioka sebagai bahan perekat, menguji kekuatan polybag organik terhadap beban dan benturan, serta menguji kualitas polybag organik terhadap pH, sifat hidroskopis, kadar air, dan rasio C/N.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Dusun Kampung Baru, RT 003 RW 002, Desa Salo Timur, Kecamatan Salo, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Pengujian kualitas polybag organik dilakukan di Laboratorium Pertanian dan Laboratorium Pusat Institut Pertanian Stiper Yogyakarta. Desain alat cetakan polybag organik terdapat pada Gambar 1.

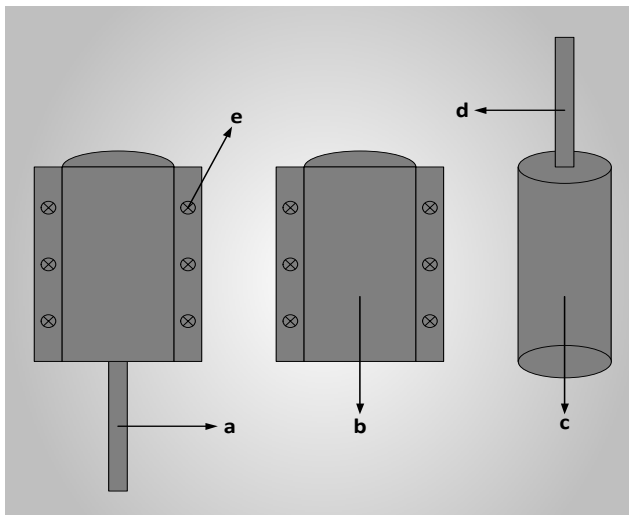
Alat yang digunakan pada saat penelitian adalah cetakan polybag, tungku, pH meter, timbangan analitik, desikator, oven memert, muffle dan kompor elektrik. Bahan yang digunakan adalah selenium (1 gr), H_2SO_4 (3 ml), asam borat (10 ml), NaOH (10 ml), Mr-BCG, aquadest, air (500 ml), tepung tapioka (10 gr, 30 gr, 50 gr), tepung terigu, minyak, arang, fiber (150 gr), dan jangkos yang telah di cacah (150 gr).

Tabel 1. Formulasi pembuatan polybag organik

Sampel	TKKS (%)		Fiber (%)		Tapioka (gr)	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%
K ₁	150	48,4	150	48,4	10	3,2
K ₂	150	45,5	150	45,5	30	9
K ₃	150	42,9	150	42,9	50	14,2

Formulasi pembuatan polybag organik dapat dilihat pada Tabel 1. Polybag K₁ dengan tandan kosong kelapa sawit sebanyak 48,4%, fiber sebanyak 48,4%, dan tepung tapioka sebanyak 3,2%. Polybag K₂ dengan tandan kosong kelapa sawit sebanyak 45,5%, fiber sebanyak 45,5%, dan tepung tapioka sebanyak 9%. Polybag K₃ dengan tandan

kosong kelapa sawit sebanyak 42,9%, fiber sebanyak 42,9%, dan tepung tapioka sebanyak 14,2%.



Gambar 1. Desain alat cetakan polybag organik; a). Pegangan cetakan; b). Body cetakan; c). Body press; d). Pegangan press; e. Mur

Pembuatan polybag organik diawali dengan persiapan bahan baku, pencampuran bahan baku, pemberian perekat alami, pencetakan, pembakaran, penjemuran, dan pengujian. Tandan kosong kelapa sawit yang masih utuh dibelah menjadi empat bagian lalu dicacah menggunakan parang hingga berukuran $\pm 0,5$ cm, setelah itu campuran TKKS yang telah dicacah dengan serabut (fiber) yang berasal dari mesocarp masing-masing sebanyak 150 gram. Setelah dilakukan pencampuran, kedua bahan disemprot menggunakan larutan tepung tapioka sebanyak 500 ml karena menurut (Nuwa dan Prihanika, 2018) tepung tapioka apabila dibuat sebagai perekat mempunyai daya rekat yang tinggi dibandingkan dengan tepung-tepung jenis lain.

Memasukkan bahan ke dalam cetakan yang ditekan menggunakan tenaga manusia dengan tekanan $\pm 1.730 \text{ N/m}^2$, kemudian dibakar diatas tungku dengan suhu $1.020-1.200^\circ$ selama 3 menit. Setelah panas pada cetakan hilang, maka tarik alat press yang berada di tengah cetakan kemudian membuka cetakan secara perlahan lalu menjemur polybag dibawah sinar matahari. Sedangkan, parameter pengamatan dalam penelitian ini adalah dimensi polybag organik, deformasi polybag organik terhadap beban dan benturan, kualitas polybag organik terhadap pH, daya serap, dan kadar air, serta dekomposisi polybag organik dengan parameter rasio C/N.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Jaya dan Ilmannafian (2019), penggunaan tepung tapioka dapat memperkuat tekstur polybag organik. Hal yang sama juga disampaikan oleh Darmawan (2019), yang menyatakan bahwa perlakuan dengan 100% TKKS merupakan green polybag terbaik. Selain itu, menurut Hutabarat (2014), menyatakan bahwa pemanfaatan serat sabut kelapa sawit sebagai penguat sifat mekanik komposit fiber glass serta penambahan serat sabut buah kelapa sawit pada komposisi 30% menunjukkan tingkat kelenturan dan kekerasan lebih tinggi dilihat dari pengamatan visual adanya patahan yang lebih lentur dan kekerasan lebih tinggi.



Gambar 2. Polybag organik hasil penelitian

Berat & Warna Polybag Organik

Polybag organik K₁ dengan komposisi penggunaan larutan tepung tapioka paling rendah (10 gr) memiliki massa lebih berat dari polybag organik K₂, dan K₃, sedangkan polybag organik K₃ dengan komposisi penggunaan larutan tepung tapioka paling banyak (50 gr) memiliki massa lebih ringan dari polybag organik K₁, dan K₂.

Polybag organik K₁ dengan komposisi penggunaan larutan tepung tapioka 10 gr memiliki warna coklat, polybag organik K₂ dengan komposisi penggunaan larutan tepung tapioka 30 gr memiliki warna abu-abu tua, polybag organik K₃ dengan komposisi penggunaan larutan tepung tapioka 50 gr memiliki warna coklat tua (Gambar 2). Berat dan warna polybag dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Berat & warna polybag organik

Sampel	Berat Polybag	Warna Polybag
K ₁	277,165 gr	Cokelat
K ₂	266,126 gr	Abu-abu Tua
K ₃	239,027 gr	Cokelat Tua

Berdasarkan pengukuran, hasil penimbangan berat polybag organik dapat dilihat bahwa semakin banyak penggunaan perekat tapioka, maka berat polybag organik akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan tepung tapioka yang mengeras pada permukaan polybag ketika proses pembakaran sehingga mengurangi kandungan air pada polybag. Sedangkan, hasil pengujian warna pada polybag organik, semakin banyak penggunaan perekat tapioka maka warna pada polybag organik akan semakin gelap. Hal ini karena adanya proses pembakaran yang membuat tepung tapioka menjadi dominan berwarna gelap.

Dimensi Polybag Organik

Polybag organik memiliki dimensi yang sama yaitu tinggi 17 cm, tebal 0,8 cm, diameter 10 cm, serta volume 1.334,5 cm³. Hal ini dikarenakan pada cetakan polybag dibuat dengan ukuran yang menyerupai baby polybag, sehingga dapat digunakan untuk penyemaian bibit tanaman.

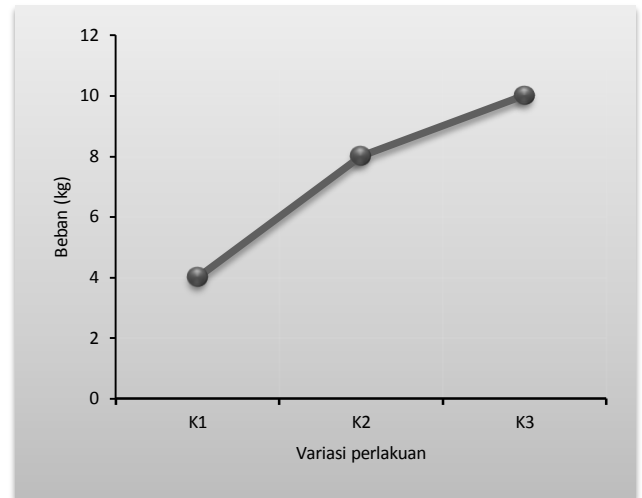
Deformasi Polybag Organik

Pengujian deformasi polybag organik dalam penelitian kali ini menggunakan uji kekuatan terhadap beban dan uji kekuatan terhadap benturan.

1. Kekuatan Polybag Terhadap Beban

Uji kekuatan polybag organik terhadap beban dilakukan dengan cara memberikan beban diatas polybag mulai dari 2 kg, 4 kg, 6 kg, dan seterusnya hingga polybag organik

hancur atau terjadi perubahan dimensi pada polybag. Hasil uji kekuatan polybag terhadap beban ditunjukkan pada Gambar 3.

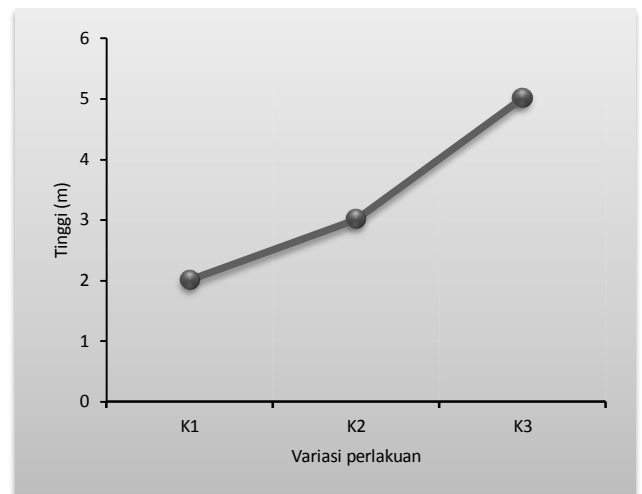


Gambar 3. Kekuatan polybag terhadap beban

Polybag K₃ memiliki ketahanan terhadap beban sangat baik dari pada polybag K₁ dan K₂. Polybag K₁ mengalami perubahan dimensi saat diberikan beban 4 kg, dimensi berubah dari 17 cm menjadi 16,8 cm. Polybag K₂ mengalami perubahan dimensi saat diberikan beban 8 kg, dimensi berubah dari 17 cm menjadi 16,9 cm. Polybag K₃ mengalami perubahan dimensi saat diberikan beban 10 kg, dimensi berubah dari 17 cm menjadi 16,9 cm.

2. Kekuatan Polybag Terhadap Benturan

Uji kekuatan polybag organik terhadap benturan dilakukan dengan cara menjatuhkan polybag pada ketinggian yang bervariasi mulai dari 1 m, 2 m, 3 m, dan seterusnya hingga polybag organik hancur atau terjadi perubahan dimensi pada polybag. Hasil uji kekuatan polybag terhadap benturan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kekuatan polybag terhadap benturan

Polybag K₃ memiliki ketahanan terhadap benturan sangat baik dari pada polybag K₁ dan K₂. Polybag K₁ mengalami perubahan fisik saat dijatuhkan dari ketinggian 2 meter, perubahan fisik tersebut terjadi pada dasar polybag bagian dalam yang hancur ketika dijatuhkan. Polybag K₂ mengalami perubahan fisik saat dijatuhkan dari ketinggian 3

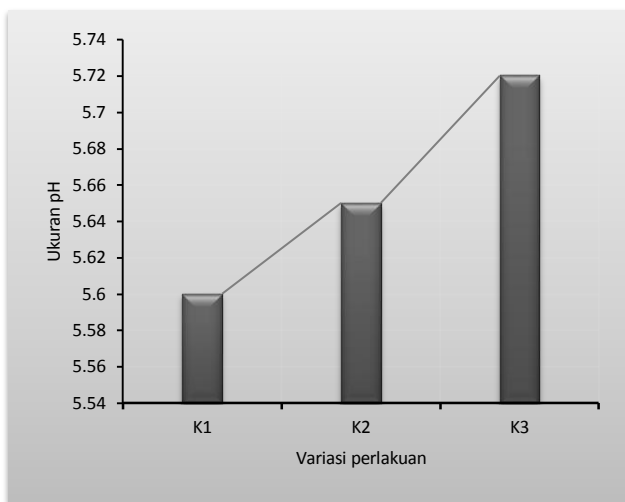
meter, perubahan fisik tersebut terjadi pada sisi bagian dalam polybag yang retak ketika dijatuhkan. Polybag K₃ mengalami perubahan fisik saat dijatuhkan dari ketinggian 5 meter, perubahan fisik tersebut terjadi pada dasar polybag bagian luar yang hancur ketika dijatuhkan.

Kualitas Fisik Polybag Organik

Pengujian kualitas fisik polybag organik dalam penelitian ini menggunakan uji pH, uji daya serap air, uji kadar air, dan uji rasio C/N.

1. pH Polybag Organik

Uji pH polybag organik dilakukan dengan cara mengambil sampel yang telah dihaluskan pada polybag K₁, K₂, dan K₃ masing-masing sebanyak ± 1 gr kemudian sampel tersebut dimasukkan ke dalam suatu wadah. Setelah itu berikan aquadest sebanyak ± 5 ml lalu diaduk hingga sampel dan aquadest menjadi homogen. Menunggu selama 10 menit sebelum mengecek pH polybag menggunakan pH meter digital.

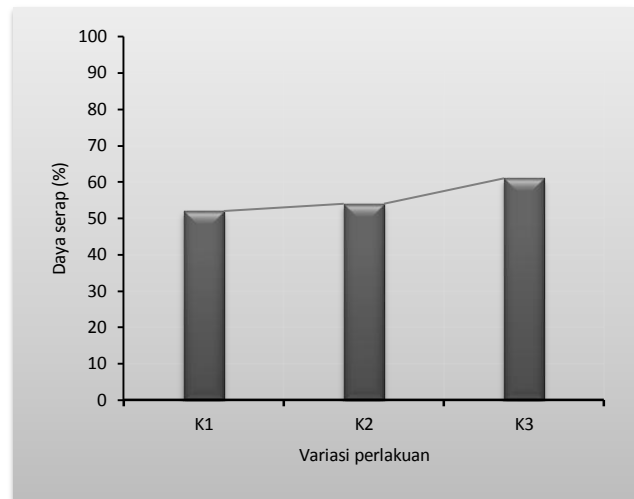


Gambar 5. pH polybag organik

Hasil uji pH polybag organik dapat dilihat pada Gambar 5, dimana polybag K₃ memiliki pH tertinggi dari pada polybag K₁ dan K₂. Polybag K₁ memiliki pH 5,60, polybag K₂ memiliki pH 5,65, dan polybag K₃ memiliki pH 5,72. Ketiga polybag organik memiliki pH yang bersifat asam, menurut Karoba dkk (2015) apabila kondisi pH pada media tumbuh tanaman bersifat asam, maka penyerapan unsur hara oleh tanaman akan terhambat yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terlambat atau menjadi kerdil.

2. Daya Serap Polybag Organik

Uji daya serap polybag organik dilakukan dengan cara mengambil sampel pada polybag K₁, K₂, dan K₃ masing-masing sebanyak ± 5 gr. Setelah itu catat timbangan awal (sebelum direndam air) yang tertera pada timbangan analitik kemudian sampel direndam di dalam air (sampai tenggelam) selama 30 menit, selanjutnya ditiriskan selama 2 menit dan timbang massa akhir polybag (setelah direndam air) lalu dicatat perubahan berat polybag.

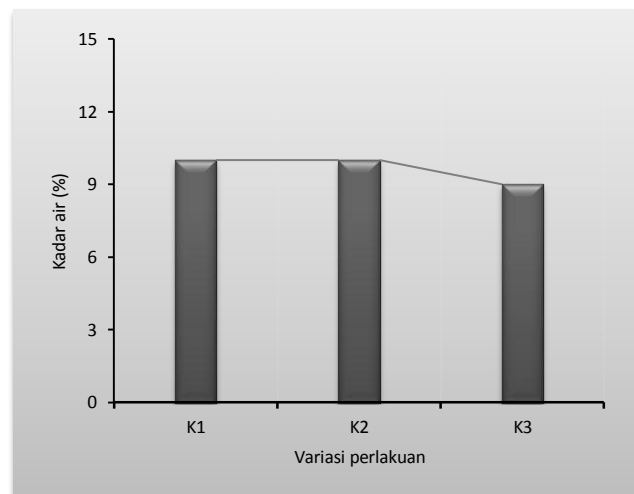


Gambar 6. Daya serap polybag organik

Hasil uji daya serap polybag organik dapat dilihat pada Gambar 6, dimana polybag K₃ memiliki daya serap tertinggi dari pada polybag K₁ dan K₂. Polybag K₁ memiliki daya serap 52%, polybag K₂ memiliki daya serap 54%, dan polybag K₃ memiliki daya serap 61%.

3. Kadar Air Polybag Organik

Uji kadar air polybag organik dilakukan dengan cara menghaluskan sampel polybag K₁, K₂, dan K₃ kemudian disaring menggunakan saringan 0,5 mm, setelah itu masukkan sampel yang telah dihaluskan pada wadah plastik dan berikan label. Menimbang wadah kosong lalu catat hasil timbangannya, masukkan sampel ke dalam wadah kosong tersebut masing-masing sebanyak ± 2 gr. Setelah itu catat timbangan awal (sebelum oven) yang tertera pada timbangan analitik kemudian sampel di oven selama 24 jam dengan suhu 105°C sesuai prosedur penelitian kadar air pada laboratorium central Instipor Yogyakarta. Sampel yang telah di oven lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit kemudian sampel ditimbang untuk mendapatkan berat akhir (sesudah oven).

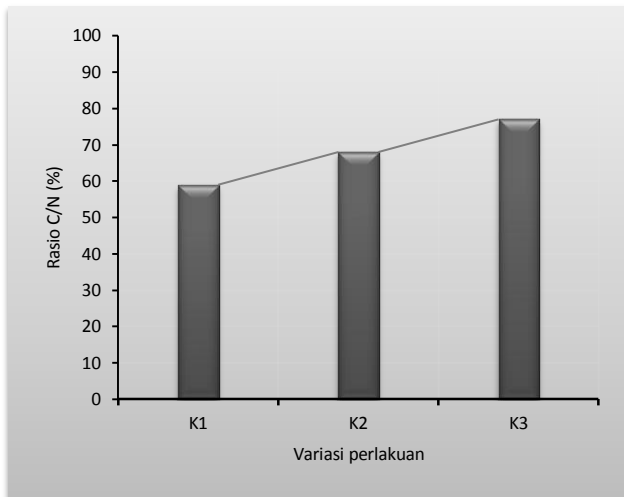


Gambar 7. Kadar air polybag organik

Hasil uji kadar air polybag organik dapat dilihat pada Gambar 7, dimana K₃ memiliki persentase kadar air terendah dari pada polybag K₁ dan K₂. Polybag K₁ memiliki kadar air 10%, polybag K₂ memiliki kadar air 10%, dan polybag K₃ memiliki kadar air 9%.

4. Rasio C/N Polybag Organik

Pengujian rasio C/N polybag organik dilakukan dengan jarak waktu ± 2 bulan setelah pembuatan polybag. Nilai N dicari dengan cara menimbang sampel sebanyak $\pm 0,2$ gr diatas kertas lalu lipat kertas tersebut. Masukkan sampel ke dalam labu kemudian berikan selenium sebanyak 1 gr dan H_2SO_4 sebanyak 3 ml, setelah itu sampel didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya panaskan sampel diatas elektro mantel atau kompor elektrik selama 3,5 jam. Berikan aquadest pada sampel lalu lakukan destilasi pada sampel. Sedangkan, nilai C diketahui dengan cara mendapatkan nilai kadar air terlebih dahulu, kemudian memasukkan sampel ke dalam *muffle furnace* selama 3,5 jam hingga menjadi abu lalu timbang sampel.



Gambar 8. Rasio C/N polybag organik

Hasil uji rasio C/N polybag organik dapat dilihat pada Gambar 8, dimana K₃ memiliki persentase rasio C/N tertinggi dari pada polybag K₁ dan K₂. Polybag K₁ memiliki rasio C/N 59%, polybag K₂ memiliki rasio C/N 68%, dan polybag K₃ memiliki rasio C/N 77%.

KESIMPULAN

Limbah tandan kosong dan serabut (fiber) dapat dimanfaatkan untuk pembuatan polybag organik. Polybag organik yang dihasilkan memiliki tinggi 17 cm, tebal 0,8 cm, dan diameter 10 cm. Polybag organik yang dibuat dengan komposisi tandan kosong : fiber : tepung tapioka (42,9% : 42,9% : 14,2%) memiliki kekuatan terhadap beban dan benturan terbaik dengan ketahanan terhadap beban maksimal 10 kg dan ketahanan terhadap benturan maksimal 5 meter. Polybag organik ini memiliki kualitas fisik polybag terbaik pada nilai pH 5,72, daya serap 60%, kadar air 9%, dan rasio C/N 77%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kampus Institut Pertanian Stiper Yogyakarta yang telah memberikan dana bantuan penelitian. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ervin Retno Wahyuningsih, Shelvina Karvina, dan Reyhan Karvino yang telah membantu dalam proses pembuatan polybag organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, J., Allaily, D., Syamsuwida, S., W., B. (2018). Daya Serap Air dan Kualitas Wadah Semai Ramah Lingkungan Berbahan Limbah Kertas Koran dan Bahan Organik. *Rona Teknik Pertanian*, 11 (1), 23–34.
- Ardila, Y. (2014). Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jaqs). *Seminar Umum Di Fakultas Pertanian UGM*, 9 Januari.
- Darmawan, M., I., et al. (2019). Kualitas Green Polybag dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Fiber Sebagai Media Pre Nursery Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Agro Industri*, 6 (2), 127–140.
- Dimawarnita, F., dan Perwitasari, U. (2017). Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Produksi Jamur Tiram (*Pleurotus* sp.) dan Enzim Ligninase. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 1 (2), 100–108.
- Haryanti, A., N., Norsamsi, P., S., F., Sholiha, N., P., P. (2014). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Konversi. Konversi*, 3 (2), 20–29.
- Hermantoro dan Renjani, R. A. (2014). Utilization Study Rejected Reverse Osmosis Water for Domestic Water Needs and as Boiler Feed Water at Palm Oil Mill (in Indonesian Language). *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia*, September, 195–199.
- Hutabarat, U., I., J. (2014). Sifat Mekanik Komposit Fiber Glass Dengan Penguat Serat Sabut Buah Kelapa Sawit Berorientasi Presentase Jumlah Serat Secara Random. *Politeknik Medan*, 8 (2), 18–27.
- Jaya, D., J., A., G., Ilmannafian, M. (2019). Pemanfaatan Limbah Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Dalam Pembuatan Pot Organik. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 11 (01), 1–10.
- Karoba, F., Suryani, Nurjasm, R. (2015). Pengaruh Perbedaan pH Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae*) Sistem Hidroponik Nft (Nutrient Film Tecnique). *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*, 7 (2), 529–534.
- Koswara, S. (2014). Bahaya di Balik Kemasan Plastik. *Bandung: Citra Aditya Bhakti*.
- Kurniawan, A., D., dan Yulianto, D. (2020). Pemanfaatan Limbah Serat Buah Kelapa Sawit dan Plastik Daur Ulang (Polypropylene) Sebagai Material Komposit Papan Partikel. *Jurnal Renewable Energy & Mechanics*, 3 (2), 60–70.
- Nuwa dan Prihanika. (2018). Tepung Tapioka Sebagai Perikat Dalam Pembuatan Arang Briket. *Jurnal UM Palangkaraya*, 3 (1), 34–38.
- Sitorus, R., et al. (2013). Pembuatan Selulosa Asetat dari A-Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2 (3), 33–39.
- Vox, G., et al. (2013). Biodegradable Films and Spray Coatings as Eco Friendly Alternative To Petro-Chemical Derived Mulching Films. *Journal of Agricultural Engineering*, 44 (2), 10–14.
- Yoricya, G., S., A., et al. (2016). Hidrolisis Hasil Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Sistem Cairan Ionik Choline Chloride. *Jurnal Teknik Kimia*, 5 (1), 27–32.

Halaman ini sengaja dikosongkan