

Inovasi *Biopolybag* Ramah Lingkungan dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Diperkuat dengan Bahan Isian Sekam Padi

(Eco-friendly Biopolybag Innovation from Oil Palm Empty Fruit Bunches Reinforced with Rice Husk)

Alviyer Saragih¹, Oktaviani¹, Widi Dwi Oktoria¹, Rina Ekawati¹, Lestari Hetalesi Saputri^{1*}

¹ Politeknik LPP Yogyakarta, Jl. LPP No 1A Balapan Yogyakarta 55222, 081555902494
E-mail: eta@polteklpp.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Submitted: September 28, 2021

Accepted: May 22, 2022

Published: May 27, 2022

Keywords:

biopolybag,
empty fruit bunches,
plastic,
rice husk

ABSTRACT

Used plastic in the form of polybags in the rehabilitation of plantation and agricultural land takes a very long time to be degraded naturally by sunlight (photodegradation) and soil microorganisms (biodegradation). One way to overcome this deficiency is to make bio polybags that function as nursery containers. This research aims to make biopolybags from empty fruit bunches (EFB) more environmentally friendly because they are easily decomposed into natural fertilizers for plants. The research was carried out from June to September 2021 at The Processing Technology Laboratory and Material Laboratory, LPP Polytechnic. Bio polybag is made in several stages, i.e. grinding, mixing of materials and adhesives, shaping, drying and mechanical testings. Mechanical tests carried out are compressive tests, tensile strength tests, and hardness tests, and to confirm the results, a density test was performed. Each mechanical property test was repeated three times. The samples represent each variation of the variables. The best bio polybag result is the bio polybag of EFB, which is reinforced by a 6 g rice husk filler with a tapioca adhesive of a measure of 20%. The highest test value obtained is: 1,495 kg.cm⁻² for press strength value; 404,46 kgf.cm⁻² (39,67 MPa) for tensile strength; and 63,99 HV for hardness value. The existence of this bio polybag is expected to replace the plastic that is difficult to degrade because it can decompose quickly, is more practical to be planted directly, and does not cause root damage during seedling.



Copyright © 2022 Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki sektor perkebunan yang sangat luas. Salah satu hasil perkebunannya adalah kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan tanaman produktif, dari daun hingga akarnya yang dapat diolah menjadi produk bermanfaat. Namun saat ini, industri perkebunan hanya fokus menghasilkan produk utama saja, yaitu *crude palm oil* (CPO) dari tandan buah segar (TBS) sawit. Di akhir proses pengolahan CPO, selalu dihasilkan limbah padat yang hingga saat ini belum banyak dimanfaatkan dengan baik, seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS mengandung banyak unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman,

oleh karena itu limbah ini sering diolah menjadi kompos meski membutuhkan waktu yang cukup lama. Selain unsur hara, TKKS juga mengandung serat selulosa yang dapat dibentuk menjadi biopot/*biopoybag* untuk menggantikan penggunaan *polybag* berbahan plastik sintetis yang menjadi salah satu penyumbang bagi pencemaran lingkungan.

Sampah plastik menjadi permasalahan global di lingkungan, jumlah dan jenisnya berbeda-beda di setiap negara (Nugroho et al., 2018). *Polybag* sintetis juga akan menjadi sampah plastik apabila telah digunakan dan ditinggalkan di areal penanaman. Plastik bekas *polybag* sukar terdegradasi secara alami. Permasalahan lain yakni terkait kerusakan akar yang mungkin terjadi saat proses pengeluaran bibit dari *polybag*. Kerusakan akar dapat mempengaruhi adaptasi dan pertumbuhan tanaman di lahan (Bachtiar et al., 2016). Cara untuk mengatasi kelemahan *polybag* berbahan dasar plastik sintetis adalah dengan membuat wadah semai atau media tanam dari bahan organik karena bahan ini lebih ramah lingkungan. *Polybag* jenis ini dikenal dengan istilah *biopolybag*, yang dapat dibuat salah satunya dari bahan TKKS. Bui et al. (2016) menyampaikan bahwa media tanam ialah media untuk menumbuhkan tanaman. Media tanam juga digunakan oleh tanaman sebagai tempat akar tumbuh dan berkembang, agar tajuk tanaman dapat kokoh di atas media tersebut dan sebagai sarana hidup tanaman. Media tanam yang baik harus memenuhi persyaratan tertentu seperti tidak mengandung bibit hama dan penyakit, bebas gulma, mampu menampung air, tetapi juga mampu membuang atau mengalirkan kelebihan air, remah dan *porous* sehingga akar bisa tumbuh dan berkembang menembus media tanam dengan mudah dan derajat keasaman (pH) antara 6-6,5 (Darwis et al., 2020).

TKKS berpotensi untuk menjadi *biopolybag* sebagai media tanam, karena selain mengandung unsur hara tinggi seperti kalsium (Ca), kalium (K) dan magnesium (Mg) yang dapat meningkatkan kesuburan tanah (Halim et al., 2019), TKKS juga memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi, yaitu sebesar 45-50% (Yoricya et al., 2016). Selulosa terdiri dari unsur karbon, dalam bentuk serat yang dapat diubah menjadi *biopolybag*. Serat ini memiliki sifat kekuatan tarik yang baik dan ketahanan terhadap degradasi. Serat selulosa juga sangat disukai oleh mikroorganisme dalam tanah, sehingga proses penguraian *biopolybag* berbahan TKKS tidak akan terlalu lama, seperti halnya *polybag* plastik. Perolehan serat selulosa dari TKKS dapat dilakukan melalui beberapa *treatment*, baik *treatment* fisika maupun kimia. *Treatment* kimia menghasilkan selulosa murni, namun kurang efisien dari segi biaya karena membutuhkan bahan kimia yang harganya relatif mahal. *Treatment* jenis ini biasanya digunakan di pabrik kertas. Pada pembuatan *biopolybag*/biopot, *treatment* kimia kurang baik karena unsur hara di dalam TKKS dapat ikut larut bersama bahan kimia pelarut yang digunakan. Berbeda dengan *treatment* fisika, yang perlu adanya penambahan bahan aditif yang berfungsi sebagai *filler*, untuk memperkuat sifat mekanis. Pada penelitian ini, *filler* yang digunakan adalah sekam padi. Sekam padi memiliki ukuran yang lebih kecil dan lebih mudah untuk dihaluskan, sehingga dapat menutupi kekosongan pada pori serat TKKS sehingga sifat mekanis dari *biopolybag* dapat meningkat. Serat yang berukuran kecil dapat mudah berikatan atau cocok sebagai perekat, sehingga memudahkan dalam pembentukan ikatan kimia antar serat (Nurhilal, 2017). Selain itu, sekam padi juga merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa, sama seperti halnya TKKS. Unsur hara sekam padi relatif cepat terserap bagi tanaman dan dapat meningkatkan pH tanah (Manurung et al., 2016). Oleh karena adanya

kelebihan-kelebihan pada kedua bahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk membuat *biopolybag* dari TKKS dengan *filler* berupa sekam padi.

Penelitian pembuatan *biopolybag* dari TKKS sebelumnya sudah ada, tetapi tanpa penambahan *filler* dan belum sampai pada pengujian produknya secara mekanis. Penelitian tentang *biopolybag* yang pernah ada, misalnya penelitian Effendi (2017) tentang perancangan *green polybag* dari limbah kelapa sawit. Pada proses pembuatan *Green Polybag* dengan penggunaan limbah pabrik kelapa sawit TKKS 100% menunjukkan adanya respon terhadap parameter pH dengan nilai 9,67 sehingga dapat dikatakan bahwa TKKS berpotensi untuk dibuat produk *biopolybag* yang ramah lingkungan. Penelitian lain dari Jaya et al. (2019) yang membuat *green polybag (biopolybag)* berbahan dasar TKKS dan fiber hasil *pressing* di PKS. Namun pengujian yang dilakukannya yaitu uji kerapatan, daya serap air dan pH, tidak sampai pada uji sifat mekanis produk *biopolybag*. Padahal pengujian produk terkait sifat mekanis diperlukan dan menjadi hal yang penting. Hal ini karena pada masa pembenihan (pada saat tanaman belum ditanam di tanah), *polybag* harus memiliki ketahanan dan kekuatan yang baik (tidak mudah rusak dan hancur). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan pula untuk menguji sifat mekanis (sifat kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan) *biopolybag* berbahan TKKS dan sekam padi. Dalam upaya peningkatan sifat mekanis, ditambahkan juga bahan perekat dari tapioka pada berbagai variasi kadar.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan selama 4 (empat) bulan dari bulan Juni 2021 sampai dengan September 2021 di Laboratorium Teknologi Pengolahan, Teknik Kimia dan di Laboratorium Bahan, Teknik Mesin Politeknik Lembaga Pendidikan Perkebunan (LPP), dimulai dengan persiapan alat dan bahan hingga uji mekanik pada sampel. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah parang/pisau, grinder, baskom, pot bunga, timbangan, spatula, kualiti/wajan, dan kompor/pemanas. Sementara bahan yang digunakan adalah TKKS, tepung tapioka, sekam padi, dan air. Khusus untuk TKKS diperoleh dari kebun Politeknik LPP di Rangkasbitung.

Tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini ialah persiapan bahan baku, yaitu proses pencacahan TKKS dan sekam padi. Pencacahan TKKS dilakukan secara berurutan mulai dari pencacahan manual hingga pencacahan mekanis. Pencacahan secara manual dengan menggunakan parang, sedangkan pencacahan secara mekanis menggunakan mesin *grinder* serat. Sementara untuk sekam padi hanya dilakukan *grinding* karena seratnya lebih halus dan lebih mudah untuk dicacah.

Penelitian ini terdiri dari 2 variabel bebas yaitu jumlah *filler* sekam padi dan kadar perekat tapioka. Kedua variabel tersebut dipilih karena menjadi faktor utama yang mempengaruhi sifat mekanis produk *biopolybag*, sementara untuk jumlah serat TKKS dan volume air dibuat tetap, yaitu masing-masing 50 g dan 200 mL. Variasi massa sekam padi sebanyak 4 g, 5 g, 6 g dan 7 g. Untuk memperkuat ikatan antar serat, maka digunakan bahan perekat. Untuk memperkuat ikatan antar serat, maka digunakan bahan perekat. Kadar perekat tepung tapioka ditimbang sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, yaitu 16%, 20%, 24%, dan 28%. Variasi komposisi tepung tapioka bertujuan untuk mendapatkan komposisi perekat yang tepat dalam pembuatan *biopolybag*. Selanjutnya tepung tapioka masing-masing

ditambahkan air sebanyak 200 mL, lalu dipanaskan di atas kompor sampai mengental. Setelah bahan perekat mengental, dilakukan proses pencampuran dengan masing-masing perlakuan sampai perekat tepung tapioka, TKKS dan sekam padi tercampur. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan minimal sebanyak 3 kali. Pengaruh jumlah sekam padi dan kadar perekat terhadap hasil uji mekanis (kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan material) dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dengan aplikasi *The SAS System for windows 9.0*. Bila hasil pengujian menunjukkan ada pengaruh nyata 95% ($P < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut *tukey* dengan taraf 5%. Hasil uji lanjut *tukey* diperlihatkan pada hasil dan pembahasan di sub bab pengaruh *filler* dan perekat pada hasil sifat mekanis *biopolybag*.

Proses pembuatan *biopolybag* dilakukan dengan cara: sejumlah kecil bahan baku yang merupakan campuran dari serat TKKS dan sekam padi dimasukkan ke dalam cetakan pot bunga persegi. Setelah bahan baku dimasukkan ke dalam cetakan, bahan baku dibentuk di dalam cetakan sampai bahan baku memadat, kemudian bahan baku diisi kembali sedikit demi sedikit hingga cetakan penuh. Setelah cetakan penuh, dilakukan proses pengeringan. Proses pengeringan dilakukan di bawah sinar matahari dengan menyesuaikan durasi cahaya matahari setiap harinya. Dua (2) jam proses pengeringan awal, alat penekan dilepas terlebih dahulu, kemudian cetakan bagian luar dapat dibuka. *Biopolybag* yang sudah dibuka dari cetakan, dijemur kembali. *Biopolybag* membutuhkan waktu 3-4 hari pengeringan untuk membuat produk benar-benar kering.

Uji sifat mekanis yang dilakukan ada 3 pengujian yaitu uji kekuatan tekan, uji kekuatan tarik dan uji kekerasan *biopolybag*. Uji kuat tekan pada *biopolybag* dengan menggunakan alat *Compressing Testing Machine*. Besarnya kuat tekan *biopolybag* dapat dihitung dengan rumus:

$$f'_c = P/A \quad (1)$$

Keterangan:

f'_c = Kuat tekan *biopolybag* ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas permukaan benda uji (cm^2)

Uji kekerasan dilakukan untuk menganalisis kekerasan yang terdapat pada *biopolybag*. Alat yang digunakan adalah uji kekerasan *vickers*. Alat uji ini menggunakan beban yaitu 9,8 N. Indenter yang digunakan adalah *indenter cone diamond* dengan sudut 136° . Pada analisis uji kekerasan tersebut, *biopolybag* pertama kali akan diberikan beban major, lalu diberi beban minor menggunakan skala yang sesuai dengan berat *biopolybag*. Tingkat kekerasan (*Hardness Number*) ditentukan oleh perbedaan kedalaman indenter pada *biopolybag* dengan durasi penusukan indenter pada sampel selama 15 detik. Sementara untuk uji tarik dilakukan dengan cara kedua ujung dijepit pada mesin pengujian standar adalah *tensile* ASTM D882. Uji kekuatan tarik di hitung dengan cara:

$$\text{Tensile Strength (MPa)} = \frac{\text{Load of break}}{(\text{Original width})(\text{Original thickness})} \quad (2)$$

(Rifaldi et al., 2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pembuatan *biopolybag*, hal yang perlu diperhatikan adalah komposisi bahan dan proses pencampuran. Komposisi bahan harus tepat, ini dilakukan supaya pada saat pengujian, hasil yang didapat bisa akurat dan benar-benar menggambarkan sifat mekanis yang

sesungguhnya dari setiap sampel yang diuji. Pada saat proses pencampuran, air yang berfungsi sebagai media pencampur harus tercampur rata dengan perekat larutan tepung tapioka, sebelum bahan perekat ini dicampurkan dengan serat TKKS dan sekam padi. Pencampuran yang merata (homogen) berpotensi tidak adanya ruang kosong yang kecil sedikitpun. Setelah dilakukan proses pencampuran, sampel dimasukkan ke dalam alat cetak pot persegi. Bentuk persegi dipilih supaya mempermudah pada saat pengujian mekanik. Penampakan *biopolybag* yang dihasilkan, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Biopolybag* dari TKKS diperkuat sekam padi dengan perekat tapioka

Uji Kekuatan Tekan

Uji kuat tekan yang dilakukan pada produk *biopolybag* ditujukan untuk mengetahui tingkat ketahanan produk terhadap deformasi sebelum rusak/hancur. *Biopolybag* harus memiliki sifat mekanis yang baik, termasuk sifat kekuatan tekan karena harus dapat memberikan kesempatan (waktu) bagi bibit untuk tumbuh dengan baik sebelum dipindahkan ke lahan. Sampel variabel pertama dibuat dengan memvariasikan massa *filler* sebanyak 4, 5, 6, dan 7 g; sementara massa TKKS dibuat tetap yaitu sebanyak 50 g, begitu pula kadar perekat yang juga dibuat tetap dengan kadar 20% (50 g perekat dalam massa total 250 g)



Gambar 2. Pengujian kekuatan tekan *Biopolybag* TKKS

Hasil uji kuat tekan ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil uji kuat tekan memperlihatkan adanya titik optimum nilai kuat tekan dari *biopolybag* TKKS yang dihasilkan, yaitu pada sampel dengan massa *filler* 6 g. Seperti yang disampaikan oleh Prakusya et al. (2019) bahwa karena ukuran

partikelnya yang kecil, serat sekam padi dapat berfungsi sebagai tulangan yang menyebar secara merata pada komposisinya (dalam hal ini pada setiap bagian serat TKKS). Penyebaran ini dapat mencegah kerusakan yang cepat akibat adanya pembebanan. Namun, sekam padi juga memiliki kelemahan, sebagaimana halnya bahan pengisi lainnya, yakni dari kemampuan aglomerasinya. Bahan pengisi (*filler*) ini dapat menumpuk pada suatu bagian dari *biopolybag*, sehingga interaksi antara sekam padi dan TKSS, meski sudah dibantu oleh perekat tapioka dapat menjadi lemah. Ini yang kemungkinan menyebabkan pada penambahan massa sekam padi 7 g, nilai kekuatan tekan *polybag* menjadi turun.

Tabel 1. Hasil uji kuat tekan *biopolybag* TKKS untuk variabel massa *filler*

Massa <i>filler</i> (g)	Beban uji rata-rata (kg)	Luas permukaan rata-rata (cm ²)	Kuat tekan rata-rata (kg.cm ⁻²)
4	38,95	36	1,0818
5	39,68	34,81	1,1400
6	40,92	33,64	1,2165
7	40,34	34,81	1,1589

Sementara itu, hasil uji kuat tekan untuk variabel kadar perekat ditunjukkan pada Tabel 2. Untuk variabel ini, massa *filler* dibuat tetap yaitu 6 g (dari hasil nilai optimum pada variabel massa *filler*). Nilai kuat tekan tertinggi pada variabel ini yakni pada kadar perekat 20%, dengan nilai kuat tekan sebesar 1,2165 kg.cm⁻². Peningkatan cukup tinggi terjadi pada penambahan larutan tapioka berkadar 16% hingga 20%. Ini menunjukkan bahwa tepung tapioka berperan baik sebagai perekat TKKS dan sekam padi. Perekat tapioka memiliki kekuatan gel yang baik dan daya rekat yang tinggi dengan bahan-bahan organik (Umrisu et al., 2018). Meskipun demikian, sampel *biopolybag* dengan perekat tapioka berkadar 24% dan 28% mengalami penurunan nilai kuat tekan. Ini kemungkinan karena proses pencampuran perekat dengan TKKS dan sekam padi yang tidak maksimal, sehingga pada saat dikempa, sampel lebih cepat terdeformasi.

Tabel 2. Hasil uji kuat tekan *biopolybag* TKKS variasi kadar perekat

Kadar perekat (%)	Beban uji rata-rata (kg)	Luas permukaan rata-rata (cm ²)	Kuat tekan rata-rata (kg.cm ⁻²)
16	17,06	20,90	0,8165
20	40,92	33,64	1,2165
24	26,58	23,66	1,1234
28	22,96	18,96	1,2110

Uji Kekuatan Tarik

Hasil uji kekuatan tarik *biopolybag* TKKS diperlihatkan pada Tabel 3. Kekuatan tarik tertinggi pada *biopolybag* TKKS juga terdapat pada sampel dengan penambahan *filler* sebanyak 6 g yaitu sebesar 403,1678 kgf.cm⁻² dan penurunan juga terjadi pada variasi massa *filler* 7 g dengan nilai kuat tarik sebesar 301,3668 kgf.cm⁻².

Tabel 3. Hasil uji kekuatan tarik *biopolybag* TKKS untuk variabel massa *filler*

Massa <i>filler</i> (g)	<i>Strength</i> (kg)	Luas permukaan rata-rata (cm ²)	Kuat tarik rata-rata (kgf.cm ⁻²)
4	98	2,7703	271,4878
5	102,5	3,3441	342,7748
6	97,5	4,1351	403,1678
7	98,75	3,0518	301,3668

Hasil uji kekuatan tarik menunjukkan ada kesesuaian antara nilai kekuatan tarik dengan kekuatan tekan. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Umam et al. (2019) dan Palembang et al. (2019) bahwa nilai kekuatan tarik akan sebanding dengan nilai kekuatan tekan suatu material. Peningkatan sifat mekanis baik kekuatan tekan maupun kekuatan tarik disebabkan karena TKKS, sekam padi dan perekat tapioka, semuanya bersifat hidrofilik, sehingga dapat membentuk ikatan kuat hidrogen antar gugus fungsinya. Berbeda halnya dengan penelitian (Bakri et al., 2006) yang menggunakan sekam padi untuk memperkuat polimer jenis *polyester* tak jenuh. Hasil kekuatan tarik komposit pada penelitiannya justru mengalami penurunan, karena antara pengisi dan matriks polimernya memiliki sifat yang tidak sama (sekam padi hidrofilik dan *polyester* tak jenuh cenderung hidrofobik). Hasil uji kuat tarik untuk variabel kadar perekat ditunjukkan oleh Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa sampel *biopolybag* dengan perekat tapioka 20% memberikan hasil yang sama dengan kekuatan tekannya, karena nilai kekuatan tarik tertinggi tersebut adalah *biopolybag* TKKS dengan *filler* sekam padi 6 g.

Tabel 4. Hasil uji kekuatan tarik untuk variabel kadar perekat

Kadar perekat (%)	<i>Strength</i> (kg)	Luas permukaan rata-rata (cm ²)	Kuat tarik rata-rata (kgf.cm ⁻²)
16	98	0,7936	123,4833
20	97,5	0,2418	403,1678
24	104,17	0,8934	116,5933
28	104,08	1,0000	104,0800

Uji Kekerasan

Kekerasan material dilakukan dengan alat uji kekerasan *Vickers*, karena alat ini bisa digunakan untuk material yang tergolong agak lunak (tidak sekeras logam) termasuk produk *biopolybag* TKKS. Sampel ditekan dengan indenter intan berbentuk piramida sampai dihasilkan lekukan. Panjang diagonal hasil lekukan dari penekanan akan diukur untuk menghitung nilai kekerasan *vickers* atau *Hardness Vickers (HV)*. Hasil uji kekerasan ditunjukkan pada Tabel 5 dan 6.

Nilai kekerasan rata-rata tertinggi pada variabel massa *filler* yaitu terdapat pada sampel yang mengandung sekam padi sebanyak 5 g. Hasil ini tidak sejalan dengan hasil uji kekuatan tarik dan uji kekuatan tekannya. Sampel dengan massa sekam padi 5 g bahkan mencapai nilai HV sebesar 103,6567. Namun dari hasil pengecekan sebanyak 3 kali, sampel variasi ini memiliki nilai HV yang selisihnya jauh antara satu titik penekanan dengan penekanan yang lainnya, tidak seperti halnya pada sampel *biopolybag* dengan massa sekam padi 6 g yang nilai kekerasan *biopolybag*

sekitar 63 HV, sehingga meskipun nilai pada sampel massa sekam padi 6 g lebih kecil, namun sampel ini memiliki ikatan di setiap bagiannya yang hampir sama kuat. Ini artinya bahwa penyebaran sekam padi dan perekat tapioka pada massa sekam 6 g lebih baik dibandingkan sampel lainnya. Hal ini dibuktikan pula dengan rata-rata panjang diagonal terukur pada sampel dengan sekam padi 6 g yang selisihnya tidak terlalu jauh antara diagonal 1 dan diagonal 2. Kekompakan ikatan akibat penyebaran bahan yang seragam di semua bagian akan menjadikan suatu produk menjadi lebih padat dan kuat (Nursyamsi & Tikupadang, 2014).

Tabel 5. Hasil uji kekerasan *vickers biopolybag* TKKS untuk variabel massa *filler*

Massa <i>filler</i> (g)	Rata-rata diagonal 1	Rata-rata diagonal 2	<i>Hardness</i> rata-rata (HV)
4	207,285	103,785	67,09
5	122,845	148,350	103,66
6	167,565	173,095	63,99
7	175,220	205,845	56,71

Sementara itu, pada Tabel 6 memperlihatkan nilai kekerasan rata-rata tertinggi terdapat pada sampel dengan perekat tapioka 20%. Hasil ini sejalan dengan hasil uji kekuatan tarik dan kekuatan tekannya. Sampel dengan massa perekat berupa larutan tepung tapioka 20% mencapai nilai *Hardness Vickers* (HV) sebesar 63,99. Jadi pada penelitian ini, untuk variabel kadar perekat diperoleh bahwa semua hasil sifat mekanis tertingginya yaitu pada variasi perekat 20% dengan *filler* sebanyak 6 g.

Tabel 6. Hasil uji kekerasan untuk variabel % kadar perekat

Kadar perekat (%)	Rata-rata diagonal 1	Rata-rata diagonal 2	<i>Hardness</i> rata-rata (HV)
16	204,220	200,440	51,75
20	167,565	173,095	63,99
24	196,095	217,185	43,78
28	244,875	228,785	48,52

Untuk memastikan hasil ketiga sifat mekanis ini, maka dilakukan uji tambahan yaitu uji sifat kerapatan sampel. Uji ini dilakukan pada sampel *biopolybag* yang dipotong hingga berukuran kecil yakni sekitar 5 x 5 x 1 cm. Sampel pada setiap variasi ditimbang dan kemudian dihitung nilai kerapatannya dengan menggunakan rumus:

$$K = \frac{B}{V} \quad (3)$$

Keterangan:

K = kerapatan (g.cm⁻³)

B = berat sampel (g)

V = volume (cm³).

Nilai kerapatan dari 2 variabel ialah bervariasi dari 0,4—0,6 g.cm⁻³. Hasil ini sesuai dengan SNI 03-2105-2006 untuk papan partikel. SNI ini menjadi acuan karena untuk *biopolybag* belum ada standarnya. Acuan SNI ini juga mengikuti Jaya (2019) yang juga meneliti tentang *biopolybag* namun bahannya murni dari TKKS saja. Dari hasil uji kerapatan, *biopolybag* dengan massa *filler* 6

g dan kadar perekat 20% memiliki kerapatan tinggi dibanding yang lainnya, nilai kerapatannya 0,6040 g.cm⁻³. Hasil ini mendukung ketiga hasil sifat mekanis untuk semua variabel yang diuji.

Hasil Uji Statistik untuk Pengaruh *Filler* dan Perekat terhadap Hasil Sifat Mekanis *Biopolybag*

Hasil uji statistik menunjukkan adanya pengaruh nyata penambahan *filler* sekam padi terhadap hasil uji kuat tarik dan kekerasan *biopolybag*. *Biopolybag* dengan penambahan massa *filler* yang berbeda, tidak memberikan nilai kekuatan tekan yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada hasil statistik tersebut. Ini artinya penambahan sekam padi tidak mempengaruhi atau tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai kekuatan tekan yang dihasilkan. Pengaruh tidak nyata ini juga terjadi pada nilai kerapatan partikel. Pemberian *filler* sekam padi sebanyak 4-7 g tidak menghasilkan sifat fisis kerapatan yang berbeda. Berbeda dengan nilai kekuatan tarik dan kekerasan material. Penambahan sekam padi sebanyak 4-7 g ternyata berpengaruh pada hasil kekuatan tarik dan kekerasan *biopolybag*. Pemberian *filler* sekam padi sebanyak 6 g telah menghasilkan uji kuat tekan yang paling tinggi dibandingkan pemberian massa sekam padi lainnya, dan nilai terendah dihasilkan pada pemberian *filler* sebanyak 4 g. Sementara pada nilai kekerasan, pemberian sekam padi 5 g menghasilkan uji kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan pemberian sekam padi 7 g, namun hasil kekerasan *biopolybag* dengan *filler* 7 g ini tidak berbeda jauh nilainya dengan pemberian *filler* 4 dan 6 g.

Tabel 7. Hasil uji sifat mekanis dan fisis *biopolybag* dengan variasi penambahan *filler* sekam padi

Massa <i>filler</i> (g)	Kuat tekan (kg.cm ⁻²)	Kuat tarik (kgf.cm ⁻²)	Kekerasan (HV)	Kerapatan (g.cm ⁻³)
4	1,0818 a	271,488 d	67,09 ab	0,49450 a
5	1,1400 a	342,775 b	103,66 a	0,56537 a
6	1,2165 a	403,168 a	63,99 ab	0,60403 a
7	1,1589 a	301,367 c	56,71 b	0,56403 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Tukey taraf α : 5%.

Berbeda halnya dengan hasil uji statistik untuk pengaruh kadar perekat terhadap hasil sifat mekanis dan fisis produk *biopolybag* TKKS. Kadar perekat menentukan tingkat kerapatan dan kekuatan tarik *biopolybag* TKKS yang ditunjukkan oleh tabel 8 di atas, dengan hasil berpengaruh nyata. Kadar tapioka 20% menghasilkan nilai uji kuat tarik tertinggi, sedangkan dengan kadar 16% menghasilkan uji kuat tekan yang tidak berbeda dengan perlakuan kadar 24% dan 28%. Begitu pula dengan nilai kerapatan yang menunjukkan bahwa tapioka cukup efektif dalam meningkatkan kerapatan partikel serat pada produk *biopolybag*, dengan kadar terbaik pada angka 20%. Namun demikian, hasil kedua uji ini tidak sejalan dengan hasil uji kuat tekan dan kekerasan *biopolybag* TKKS. Perlakuan kadar tapioka yang berbeda dari 16-28% tidak berpengaruh nyata atau tidak menghasilkan nilai uji kuat tekan yang berbeda ($P > 0,05$). Begitu pula yang terjadi pada nilai uji kekerasan *biopolybag* yang menunjukkan hasil yang sama seperti nilai uji kekuatan tekan untuk pemberian kadar perekat 16-28%

Tabel 8. Hasil uji sifat mekanis dan fisis *biopolybag* dengan variasi kada perekat tapioka

Kadar perekat (%)	Kuat tekan (kg.cm ⁻²)	Kuat tarik (kgf.cm ⁻²)	Kekerasan (HV)	Kerapatan (g.cm ⁻³)
16	0,8165 a	123,48 b	51,75 a	0,48330 b
20	1,2165 a	403,17 a	63,99 a	0,60403 a
24	1,1234 a	116,59 b	43,78 a	0,57243 ab
28	1,2110 a	104,08 b	48,52 a	0,54873 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut Tukey taraf α : 5%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Biopolybag TKKS yang diperkuat dengan penambahan sekam padi terbukti memiliki sifat kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekerasan *biopolybag* yang baik, namun pencampuran *filler* dan perekat harus merata. Produk *biopolybag* yang didapatkan memiliki ketahanan waktu (ditinjau dari ketahanan deformasinya yang terukur dari sifat mekanisnya) bagi bibit tanaman untuk tumbuh dengan baik, terutama untuk *biopolybag* dengan bahan pengisi sekam padi sebanyak 6 g dengan perekat tapioka berkadar 20%. Jumlah pemberian *filler* sekam padi dengan kadar perekat tapioka bervariasi pada serat TKKS dan sangat mempengaruhi nilai kekuatan tarik produk *biopolybag* TKKS.

Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya sebaiknya ukuran serat TKKS dan *filler* lebih diperkecil lagi dan perlu dicoba juga jenis perekat lainnya yang mungkin dapat memberikan sifat mekanis yang lebih baik. Penelitian tentang pembuatan *biopolybag* ini sangat berpotensi untuk lebih dikembangkan dan diaplikasikan. Apalagi produk ini sangat membantu petani dalam hal efisiensi waktu untuk proses penyemaian bibit karena petani dapat mengubur tanaman beserta tempat persemaiannya (*biopolybag* TKKS) di dalam tanah tanpa harus memindahkan tanaman dari *biopolybag*-nya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah membantu dalam membiayai kegiatan penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) dan Politeknik LPP Yogyakarta yang telah memfasilitasi dalam terlaksananya kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bachtiar, Ghulamahdi, M., Melati, M., Guntoro, D., & Sutandi, A. (2016). Kebutuhan Nitrogen Tanaman Kedelai Pada Tanah Mineral dan Mineral Bergambut Dengan Budi Daya Jenuh Air. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(3), 217–228.

Bakri, Gunawan, E., & Sanusi, D. (2006). Physical and Mechanical Properties of Sawdust- Cement

- Wood Composite. *Perennial*, 2(1), 38–41.
- Bui, F., Lelang, M. A., & Taolin, R. I. C. O. (2016). Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Ukuran Polybag Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Savana Cendana*, 1(01), 1–7. <https://doi.org/10.32938/sc.v1i01.1>
- Darwis, A. Z. A., Budianto, & Muditha, I. G. N. (2020). Penggunaan Berbagai Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) Terhadap Produksi Tanaman Sawi di Desa Mappesangka, Kec. Ponre, Kab. Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. *Bionature*, 21(1), 31–36.
- Effendi, Z. (2017). Perancangan Green Polybag dari Limbah Kelapa Sawit sebagai Media Pembibitan Pre Nursery Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *AGROSAMUDRA, Jurnal Penelitian*, 4(2), 22–29.
- Halim, M., Wahyudi, E., & Putra, I. A. (2019). Pemberian Pupuk NPK dan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit pada Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Pembibitan Awal. *Agrinula: Jurnal Agroteknologi Dan Perkebunan*, 2(1), 9–12. <https://doi.org/10.36490/agri.v2i1.124>
- Jaya, J. D., Darmawan, M. I., Ilmannafian, A. G., & Sanjaya, L. (2019). Quality Green Polybag from Palm Oil Empty Fruit Bunch and Fiber Waste as Palm Oil Pre Nursery Media. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 6(2), 127–140.
- Manurung, B., Sjojfan, J., & Armaini. (2016). Aplikasi Abu Sekam Padi dan Kompos TKKS pada Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) di Areal Gawangan Kelapa Sawit pada Lahan Gambut. *JOM Faperta*, 3(1), 1–15.
- Nugroho, S. T. A., Akmalah, E., & Ainun, S. (2018). Pengembangan Indikator Waste (Sampah) pada Penerapan Konsep Green Campus di Itenas. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 4(1), 122–132. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v4i1.122>
- Nurhilal, M. (2017). Karakteristik Papan Partikel Sekam Padi Variasi Campuran Dedak (Sekam Padi Giling) Dan Rasio Kompaksi. *Proceeding Seminar Nasional Vokasi dan Teknologi (Semnasvoktek)*, 192–199.
- Nursyamsi, & Tikupadang, H. (2014). Pengaruh Komposisi Biopotting terhadap Pertumbuhan Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria* L. Nietsen) di Persemaian. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(1), 65–73. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2014.vol3iss1pp65-73>
- Palembangan, M. T., Parung, H., & Amiruddin, A. A. (2019). Characteristics Study Compressive Strength and Tensile Strength of PVA-ECC. *Dynamic SainT*, IV(1), 773–781.
- Prakusya, H., Wicaksono, S. T., & Hidayat, I. P. (2019). Pengaruh Komposisi Filler Limbah Papan Semen Partikel. *Jurnal Teknik Its*, 8(2), 98–105.
- Rifaldi, A., Hs, I., & Bahruddin. (2017). Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Filler Clay dan Plasticizer Gliserol. *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1–7.
- Umam, M. K., Noerochim, L., & Wicaksono, S. T. (2019). Pengaruh Komposisi Filler Limbah Cangkang Kerang dan Fiberglass terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Komposit untuk Aplikasi Papan Partikel Semen. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), D118–D120.
- Umrisu, M. L., Pingak, R. K., & Johannes, A. Z. (2018). Pengaruh Komposisi Sekam Padi Terhadap Parameter Fisis Briket Tempurung Kelapa. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(1), 37–42. <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i1.592>

Yoricya, G., Aisyah, S., Dalimunthe, P., Manurung, R., & Bangun, N. (2016). Hidrolisis Hasil Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Sistem Cairan Ionik Choline Chloride. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(1), 27–33.