

**Pengaruh Perbandingan Sorbitol dan TDI-80 Terhadap Karakteristik Biokomposit Foam
Maizena-Glukomanan**

***The Effect Ratio Of Sorbitol And TDI-80 On The Characteristics Of Cornstarch-Glucomannan
Foam Biocomposite***

Aldo Taufan Reviandi, Bambang Admadi Harsojuwono*, Lutfi Suhendra

*Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UNUD Kampus Bukit Jimbaran, Kab.
Badung, Bali*

Email: bambang.admadi@unud.ac.id

Abstract

Biofoam is one of the bioplastic products developed to reduce the use of plastic nowadays. Biofoam made from the main matrix can be derived from natural polymer materials that can form gels and form foams such as sorbitol and diisocyanate (polyurethane). This study aims to determine the effect of the ratio of sorbitol and TDI-80 on the characteristics of cornstarch-glucomannan foam biocomposite and determine the best treatment. This experimental design used a completely randomized design method with 5 treatments and 4 repetitions. The data were analyzed for diversity and continued with the Tuckey Least Significant Difference test. The results showed that the ratio of polyurethane had a very significant effect on mass density, hardness, reflective spring, breaking stress, elongation at break, tear-resistance, and constant compression. The best cornstarch-glucomannan foam biocomposite was obtained in the treatment ratio of 70:30 sorbitol and TDI-80 with an average value average density 0.09 g/mL, hardness 6.14 kg, reflective spring 19.93%, breaking stress 0.21 N/mm², elongation at break 6.53%, tear resistance 0.15 N/cm³, The compression remains at 4.90% and is degraded by an average of 7.25 days. The bioplastics produced in this study have met the standards of SNI 06-1004-1989 on the variable hardness and compression test variables and the standard ASTM 5998 on the variable length of degradation

Keyword: *biofoam, sorbitol, TDI-80, Maizena, glucomannan*

Abstrak

Biofoam merupakan salah satu produk bioplastik yang dikembangkan untuk mengurangi penggunaan plastik saat ini. Biofoam yang terbuat dari matriks utama dapat berasal dari bahan polimer alam yang dapat membentuk gel dan membentuk busa seperti sorbitol dan diisocyanat (poliuretan). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan sorbitol dan TDI-80 pada karakteristik biokomposit busa pati jagung-glukomanan dan menentukan perlakuan terbaik. Rancangan percobaan ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Data dianalisis keragamannya dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil Tuckey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan poliuretan berpengaruh sangat nyata terhadap densitas massa, kekerasan, pegas reflektif, tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan kompresi konstan. Biokomposit busa pati jagung-glukomanan terbaik diperoleh pada perlakuan rasio sorbitol 70:30 dan TDI-80 dengan nilai rata-rata densitas rata-rata 0,09 g/mL, kekerasan 6,14 kg, pegas reflektif 19,93%, tegangan putus 0,21 N/mm², elongasi saat putus 6,53%, ketahanan sobek 0,15 N/cm³, Kompresi tetap pada 4,90% dan terdegradasi rata-rata 7,25 hari. Bioplastik yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 06-1004-1989 pada variabel uji kekerasan dan tekan serta standar ASTM 5998 pada variabel panjang degradasi.

Kata kunci: *biofoam, sorbitol, TDI-80, Maizena, glukomanan*

PENDAHULUAN

Biokomposit foam pada dasarnya terdiri dari matrik utama dan bahan pembentuk foam atau busa. Matrik utama dapat berasal dari bahan polimer alami yang dapat membentuk gel, sementara pembentuk foam merupakan campuran poliol seperti sorbitol dan diisocyanat. Matrik utama yang mempunyai potensi yang besar antara lain pati dan glukomanan, karena keduanya mempunyai kemampuan membentuk gel

yang baik dan diproduksi secara massal (Pradipta dan Mawarni, 2012). Salah satu jenis pati yang potensial sebagai bahan pembuat biokomposit adalah maizena/pati jagung. Menurut Mirdayanti et al. (2018), maizena mempunyai struktur lurus berupa amilosa dengan kadar 25-30% dan struktur cabang berupa amilopektin dengan kadar 70 – 75%, yang masing-masing berperan dalam kelenturan serta kekuatan dan kekompakan film. Sementara itu,

menurut Purnavita dan Anggraeni, (2019), glukomanan mempunyai gugus asetil yang mampu membentuk ikatan silang dengan gugus hidroksil. Glukomanan juga memiliki sifat daya kembang dalam air mencapai 138 – 200% yang terjadi secara cepat dan mampu membentuk gel maupun film yang kuat (Harsojuwono dan Arnata, 2017). Selain informasi tersebut juga telah diketahui bahwa komposit yang dari keduanya mempunyai karakteristik mekanik yang lebih baik dibanding karakteristik masing-masing bioplastiknya (Harsojuwono, 2011). Oleh karena itu, campuran maizena dan glukomanan mempunyai potensi yang besar sebagai matrik utama dalam pembuatan biokomposit foam. Selain adanya matrik utama sebagai pembentuk gel juga diperlukan bahan pembentuk foam. Menurut Neswati et al. (2019), komposit biofoam melibatkan dua reaksi utama yaitu reaksi pembentukan gel dan pembentukan busa. Reaksi pembentuk gel berhubungan dengan pembentukan ikatan silang yang mengurung lepasnya gelembung udara hasil reaksi gugus hidroksil dari poliol dengan gugus isosianat dari diisosianat yang akhirnya membentuk foam atau busa (Sutiani et al., (2014). Pada penelitian Roehati et al. (2016) menunjukkan bahwa penggunaan glukosa, maltosa, dan amilosa dalam sintesis poliuretan dari metilen-4,4'-difenildiiisosianat (MDI) dan polietilen glikol 400 (PEG400) dapat meningkatkan nilai indeks ikatan hidrogen (HBI) dan temperatur transisi gelas dari biofoam yang dihasilkan. Sementara itu, ditunjukkan bahwa pemakaian 17,5% campuran polipropilen glikol dan diisosianat (MDI) pada rasio 1:1 menghasilkan karakteristik foam yang baik (Prihastuti, 2008) Uraian di atas menjelaskan bahwa pengembangan biofoam khususnya biokomposit foam dari campuran maizena dengan glukomanan sebagai matrik utama dengan poliol dan diisosianat (TDI) sebagai pembentuk foam belum pernah dilakukan terutama perbandingan poliol berupa sorbitol dan diisosianat. Pemakaian perbandingan sorbitol dan diisosianat yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi, akan menghasilkan foam yang tidak optimal dengan karakteristik yang mungkin kurang baik. Hal ini terkait dengan jumlah gugus fungsi OH dari sorbitol dan gugus fungsi isosianat dari diisosianat, yang mampu bereaksi antar keduanya dalam membentuk foam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 sebagai bahan pembentuk foam dan menentukan perlakuan yang menghasilkan karakteristik biokomposit foam Maizenna-Glukomanan yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standar Internasional.

METODE

Rancangan percobaan ini menggunakan metode rancangan acak lengkap. Faktor yang di gunakan yaitu campuran sorbitol dan TDI-80 dengan perbandingan 30:70,40:60,50:50,60:40,70:30 dengan 4 kali pengulangan sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil Tuckey dengan menggunakan aplikasi Minitab 19. Tahapan pengujian yang dilakukan menggunakan uji nilai kerapatan massa, kekerasan, kepegasan pantul, tegangan putus, perpanjangan, ketahanan sobek, pampatan tetap dan biodegradasi.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sendok, timbangan analitik, gelas beaker, pengaduk mekanis, nampan plastik ukuran 20x20 cm, oven, pisau, tisu, magnetic mixer, mesin uji kuat tarik, alat uji kekerasan busa. Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah bahan matrik utama maizena dan glukomanan dengan perbandingan 3:1 dan total berat 6 g, sorbitol dan diisosianat (TDI-80) dalam konsentrasi 17,5%, larutan asam cuka 1% dan aquades.

Variabel yang diamati yaitu sifat fisika yang terdiri dari uji kekuatan tarik/tegangan putus (tensile strength), densitas (kerapatan massa), kekerasan, kepegasan pantul, ketahanan sobek, perpanjangan saat putus, Pampat tetap (Compression set), biodegradabilitas (biodegradation time) dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia nomor (SNI 06 – 1004 - 1989) dan standar internasional tentang biodegradabilitas (ASTM D5988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan Massa (Densitas)

Analisis keragaman menunjukkan bahwa konsentrasi campuran sorbitol dan TDI-80 berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan massa dari biokomposit foam maizena dan glukomanan. Rata-rata kerapatan massa biokomposit foam maizena dan glukomanan berkisar antara 0,09 – 0,56 g/mL.

Tabel 1. Nilai rata-rata kerapatan massa biokomposit *foam* maizena dan glukomanan

Perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 (%)	Rata-rata kerapatan massa (g/mL)
30 : 70	0,56 a
40 : 60	0,34 b
50 : 50	0,22 c
60 : 40	0,11 d
70 : 30	0,09 d

Keterangan: notasi yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Perbedaan kerapatan massa disebabkan oleh perbedaan banyaknya rongga udara yang terbentuk. Rongga udara terbentuk akibat dari gas CO₂ yang terperangkap. Jumlah rongga udara yang terbentuk oleh gas CO₂ mengurangi kerapatan massa dan berat persatuan cm³ foam yang dihasilkan. Ukuran sel yang terbentuk atau jumlah dan luas rongga yang terbentuk di dalam komposit foam dengan foam sintesis berpengaruh secara langsung terhadap nilai kerapatan massa. Menurut Ariff et al., (2008) foam dengan ukuran sel yang lebih kecil cenderung lebih tinggi massa jenisnya. Nilai kerapatan massa berhubungan juga dengan ikatan silang yang terjadi oleh interaksi antar bahan pembentuk (Syabani et al., 2017).

Berdasarkan SNI plastik foam poliuretan lentur 06-1004-1989 bahwa besarnya nilai kerapatan massa untuk plastik foam poliuretan lentur adalah 0,012–0,015 g/mL. Nilai kerapatan massa dari plastik foam poliuretan lentur maizena dan glukomanan pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari kerapatan massa plastik foam poliuretan lentur SNI 06-1004-1989.

Kekerasan

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 berpengaruh sangat nyata terhadap kekerasan dari biokomposit foam maizena dan glukomanan. Rata-rata kekerasan biokomposit foam maizena dan glukomanan berkisar antara 1,48 – 6,14 kg.

Tabel 2. Nilai rata-rata kekerasan biokomposit foam maizena dan glukomanan

Perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 (%)	Rata-rata kekerasan (kg)
30 : 70	1,48 d
40 : 60	2,75 c
50 : 50	3,34 c
60:40	4,99 b
70 : 30	6,14 a

Keterangan: notasi yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Perbedaan kekerasan disebabkan oleh jumlah TDI-80 yang dipakai, jumlah TDI-80 yang tinggi menyebabkan peningkatan kadar segmen keras dan terbentuknya gugus hidroksil yang semakin banyak. Akibatnya energi kohesi pun meningkat, sehingga poliuretan yang dihasilkan semakin kaku dan rapuh (El-Shekeil et al., 2011).

Berdasarkan SNI plastik foam poliuretan lentur 06-1004-1989 bahwa besarnya nilai kekerasan untuk plastik foam poliuretan lentur adalah 5–6,9 kg. Nilai kekerasan dari plastik foam poliuretan lentur maizena

dan glukomanan pada penelitian ini perlakuan dengan perbandingan 70:30 sorbitol dan diisosiyanat dengan nilai 6,14 sudah memenuhi standar nilai dari kekerasan plastik foam poliuretan lentur SNI 06-1004-1989.

Kepegasan Pantul

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 berpengaruh sangat nyata terhadap kepegasan pantul dari biokomposit foam maizena dan glukomanan. Rata-rata kepegasan pantul biokomposit foam maizena dan glukomanan berkisar antara 5,51 sampai 19,93%.

Tabel 3. Nilai rata-rata kepegasan pantul biokomposit foam maizena dan glukomanan

Perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 (%)	Rata-rata kepegasan pantul (%)
30 : 70	5,51 c
40 : 60	7,62 c
50 : 50	10,94 b
60:40	13,45 b
70 : 30	19,93 a

Keterangan: notasi yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata kepegasan pantul tertinggi dimiliki oleh biokomposit foam maizena dan glukomanan pada perbandingan 70:30 campuran sorbitol dan TDI-80 dengan nilai 19,93%, yang berbeda nyata dengan lainnya. Sedangkan rata-rata kepegasan pantul yang rendah dimiliki oleh biokomposit foam maizena dan glukomanan pada perbandingan 30:70 dan 40:60 campuran sorbitol dan TDI-80 dengan nilai 5,51% dan 7,62.

Hal ini disebabkan oleh besar konsentrasi campuran sorbitol dan TDI-80 yang dipakai untuk membentuk ikatan silang pada biokomposit foam. Selain itu kerapatan massa, kekerasan dan elastisitas berpengaruh terhadap nilai kepegasan pantul yaitu pada saat ada benda yang membebani maka akan terjadi perlawanan sesuai dengan kekuatan ikatan antar molekul yang membentuknya (Nasruddin dan Bondan, 2018).

Berdasarkan SNI plastik foam poliuretan lentur 06-1004-1989 bahwa besarnya nilai kepegasan pantul untuk plastik foam poliuretan lentur adalah minimal 30%. Nilai kepegasan pantul dari plastik foam poliuretan lentur maizena dan glukomanan pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari kepegasan pantul plastik foam poliuretan lentur SNI 06-1004-1989.

Tegangan Putus

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 berpengaruh nyata terhadap tegangan putus dari biokomposit *foam* maizena dan glukomanan. Rata-rata tegangan putus biokomposit *foam* maizena dan glukomanan berkisar antara 0,14 – 0,21 N/mm².

Tabel 4. Nilai rata-rata tegangan putus biokomposit *foam* maizena dan glukomanan

Perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 (%)	Rata-rata tegangan putus (N/mm ²)
30 : 70	0,14 b
40 : 60	0,17 b
50 : 50	0,21 a
60 : 40	0,14 b
70 : 30	0,21 a

Keterangan: notasi yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Jumlah TDI-80 yang tinggi menyebabkan peningkatan kadar segmen keras dan terbentuknya rantai urea yang semakin banyak. Akibatnya energi kohesi pun meningkat, poliuretan yang dihasilkan semakin kaku dan rapuh sehingga menurunkan nilai kekuatan tarik poliuretan. (El-Shekeil *et al.*, 2011). Menurut Nabil *et al.*, (2014) perbedaan nilai tegangan putus antar perlakuan dipengaruhi oleh kepadatan ikatan silang yang saling mengikat.

Berdasarkan SNI plastik *foam* poliuretan lentur 06-1004-1989 bahwa besarnya nilai tegangan putus untuk plastik *foam* poliuretan lentur adalah minimal 0,70 N/mm². Nilai tegangan putus dari plastik *foam* poliuretan lentur maizena dan glukomanan pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari tegangan putus plastik *foam* poliuretan lentur SNI 06-1004-1989.

Perpanjangan Putus

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 berpengaruh nyata terhadap perpanjangan putus dari biokomposit *foam* maizena dan glukomanan. Rata-rata perpanjangan putus biokomposit *foam* maizena dan glukomanan berkisar antara 6,53% sampai 19,54 %.

Tabel 5. Nilai rata-rata perpanjangan putus biokomposit *foam* maizena dan glukomanan

Perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 (%)	Rata-rata perpanjangan putus (%)
30:70	19,54 a
40:60	16,31 ab
50:50	13,63 bc
60:40	10,34 c
70:30	6,53 d

Keterangan: notasi yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Perbedaan perpanjangan putus disebabkan oleh kemampuan bahan untuk menahan regangan yang dipengaruhi oleh kemampuan dan ikatan silang yang membentuk biokomposit *foam*. Ketika dilakukan regangan terjadi pergerakan molekul untuk bertahan sampai pada keadaan hingga masing-masing molekul tidak dapat saling berikatan (Nasruddin dan Bondan, 2018).

Berdasarkan SNI plastik *foam* poliuretan lentur 06-1004-1989 bahwa besarnya nilai perpanjangan putus untuk plastik *foam* poliuretan lentur adalah minimal 160%. Nilai perpanjangan putus dari plastik *foam* poliuretan lentur maizena dan glukomanan pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari perpanjangan putus plastik *foam* poliuretan lentur SNI 06-1004-1989.

Ketahanan Sobek

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 berpengaruh nyata terhadap ketahanan sobek dari biokomposit *foam* maizena dan glukomanan. Rata-rata ketahanan sobek biokomposit *foam* maizena dan glukomanan berkisar antara 0,04 - 0,17 N/cm³.

Tabel 6. Nilai rata-rata ketahanan sobek biokomposit *foam* maizena dan glukomanan

Perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 (%)	Rata-rata ketahanan sobek (N/cm ³)
30 : 70	0,10 b
40 : 60	0,12 b
50 : 50	0,15 a
60 : 40	0,11 b
70 : 30	0,15 a

Keterangan: notasi yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Perbedaan ketahanan sobek disebabkan oleh besar konsentrasi campuran sorbitol dan TDI-80 yang dipakai. Konsentrasi campuran sorbitol dan TDI-80 menentukan ikatan silang yang terjadi, ikatan silang yang terjadi memperkuat ikatan antar molekul dan dinding sel yang membentuk biokomposit *foam*. Ketahanan sobek akan berpengaruh pada daya tahan plastik *foam* bila digunakan terus menerus. Semakin tinggi ketahanan sobeknya, maka akan semakin tahan lama plastik *foam* tersebut dapat digunakan (Karsiati *et al.*, 1997).

Berdasarkan SNI plastik *foam* poliuretan lentur 06-1004-1989 bahwa besarnya nilai ketahanan sobek untuk plastik *foam* poliuretan lentur adalah minimal 0,50 N/cm³. Nilai ketahanan sobek dari plastik *foam*

poliuretan lentur maizena dan glukomanan pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari ketahanan sobek plastik *foam* poliuretan lentur SNI 06-1004-1989.

Pampatan Tetap

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 berpengaruh sangat nyata terhadap pampatan tetap dari biokomposit *foam* maizena dan glukomanan. Rata-rata pampatan tetap biokomposit *foam* maizena dan glukomanan berkisar antara 3,15–15,06%.

Tabel 7. Nilai rata-rata pampatan tetap biokomposit *foam* maizena dan glukomanan

Perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 (%)	Rata-rata pampatan tetap (%)
30 : 70	17,55 a
40 : 60	15,07 b
50 : 50	12,08 c
60:40	7,83 d
70 : 30	4,90 e

Keterangan: notasi yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Berdasarkan SNI plastik *foam* poliuretan lentur 06-1004-1989 bahwa besarnya nilai pampatan tetap untuk plastik *foam* poliuretan lentur adalah maksimum 10%. Nilai pampatan tetap dari plastik *foam* poliuretan lentur maizena dan glukomanan pada penelitian ini sudah memenuhi standar nilai dari pampatan tetap plastik *foam* poliuretan lentur SNI 06-1004-1989.

Biodegradasi

Biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik di lingkungan. Analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 berpengaruh nyata terhadap biodegradasi dari biokomposit *foam* maizena dan glukomanan. Rata-rata biodegradasi biokomposit *foam* maizena dan glukomanan berkisar antara 7,25 – 8 hari yang dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai rata-rata waktu biodegradasi biokomposit *foam* maizena dan glukomanan

Perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 (%)	Rata-rata waktu biodegradasi (hari)
30 : 70	8 a
40 : 60	8 a
50 : 50	8 a
60:40	8 a
70 : 30	7,25 b

Keterangan: notasi yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5%

Laju biodegradasi bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan biokomposit *foam* yang dihasilkan dapat terurai di lingkungan. Pada Tabel 8 menunjukkan nilai biodegradasi rata-rata 7 sampai 8 hari. Rata-rata waktu biodegradasi yang tinggi dimiliki oleh biokomposit *foam* maizena dan glukomanan pada perbandingan 30:70 sampai 60:40 campuran sorbitol dan TDI-80 dengan waktu 8 hari. Sedangkan rata-rata waktu biodegradasi terendah dimiliki oleh biokomposit *foam* maizena dan glukomanan pada konsentrasi 70:30 campuran sorbitol dan TDI-80 dengan waktu 7,25 hari yang berbeda sangat nyata dengan lainnya.

Proses biodegradabilitas dapat terjadi dengan proses hidrolisis (degradasi kimiawi), bakteri/jamur, enzim (degradasi enzimatik), angin dan abrasi (degradasi mekanik) serta cahaya (fotodegradasi) (Saputro *et al.*, 2017). Kecepatan biodegradasi tergantung pada beberapa faktor yakni kelembaban, jenis mikroorganisme, temperatur, pH, jenis polimer dan ketebalan polimer. Kondisi biodegradasi yang meliputi pH, suhu, nutrien, mineral, oksigen dan kelembaban disesuaikan dengan jenis mikroorganisme yang digunakan (Arutchevi, 2008). Bioplastik maizena dan glukomanan mengandung gugus fungsi Hidroksil (O-H), Karbonil (C=O), Karboksil (C-O) dan Ester (Utami *et al.*, 2014). Gugus-gugus tersebut bersifat hidrofilik sehingga mengakibatkan mikroorganisme pada lingkungan memasuki matriks bioplastik tersebut. Kandungan air yang tinggi dapat mengakibatkan bioplastik menjadi lebih mudah terdegradasi karena menjadi media tumbuh bagi sebagian besar bakteri dan mikroba (Alif *et al.*, 2018). Gugus hidroksil (O-H) yang terkandung pada bahan akan terdekomposisi menjadi potongan-potongan kecil hingga menghilang dalam tanah. Polimer akan terdegradasi karena proses kerusakan atau penurunan mutu karena putusnya ikatan rantai pada polimer (Marhamah, 2008).

Berdasarkan standar plastik internasional ASTM D5988 bahwa besarnya nilai biodegradasi untuk plastik adalah maksimal 60 hari. Nilai laju biodegradasi dari plastik *foam* poliuretan lentur maizena dan glukomanan pada penelitian ini sudah memenuhi standar waktu biodegradasi plastik internasional ASTM D5988.

Perlakuan Terbaik

Biokomposit *foam* maizena dan glukomanan dengan perbandingan 70:30 menghasilkan kekerasan terbaik sebesar 6,14 kg dan nilai pampat tetap sebesar 4,90%, yang sudah memenuhi SNI plastik *foam* poliuretan lentur 06-1004-1989 dan lama biodegradasi 8 hari yang sudah memenuhi Standar Internasional ASTM D5988. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil standar variabel yang diamati

Variabel yang diamati	Standar yang digunakan	Standar hasil	Hasil penelitian	Keterangan
Kerapatan massa (g/mL)	SNI 06-1004-1989	12 - 15	0,09	Tidak memenuhi
Kekerasan (kg)	SNI 06-1004-1989	5 – 6.9	6,14	Sudah memenuhi
Kepegasan pantul (%)	SNI 06-1004-1989	Minimal 30	19,93	Tidak memenuhi
Tegangan putus (N/mm ²)	SNI 06-1004-1989	Minimal 0,70	0,21	Tidak memenuhi
Perpanjangan putus (%)	SNI 06-1004-1989	Minimal 160	6,53	Tidak memenuhi
Ketahanan sobek (N/cm ³)	SNI 06-1004-1989	Minimal 0,50	0,15	Tidak memenuhi
Pampatan tetap (%)	SNI 06-1004-1989	Maksimal 10	4,90	Sudah memenuhi
Biodegradasi (hari)	Internasional (ASTM D5988)	Max 60 hari	8 hari	Sudah memenuhi

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan campuran sorbitol dan TDI-80 tertentu menghasilkan karakteristik terbaik dan berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kerapatan massa, kekerasan, kepegasan pantul, tegangan putus, perpanjangan, ketahanan sobek, pampatan tetap. Biokomposit foam maizena-glukomanan terbaik didapatkan pada perlakuan perbandingan 70:30 sorbitol dan TDI-80 dengan nilai rata-rata kerapatan masa 0,09 g/mL, kekerasan 6,14 kg, kepegasan pantul 19,93%, tegangan putus 0,21 N/mm², perpanjangan saat putus 6,53%, ketahanan sobek 0,15 N/cm³, pampatan tetap 4,90% dan terdegradasi rata-rata 7,25 hari. Bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi standar SNI 06-1004-1989 pada variabel uji kekerasan dan pampatan tetap dan standar ASTM 5998 pada variabel lama degradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D.A., S.B. Widjanarko, dan D.W. Ningtyas. 2014. Proporsi tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): tepung maizena terhadap karakteristik sosis ayam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3): 214–223.
- Ariff. Z.M., Z. Zakaria. L.H. Tay and S.Y. Lee. 2008. Effect of foaming temperature and rubber grades on properties of natural rubber foams. *Journal of Applied Polymer Science*. 107(4): 2531-2538.
- Arutchelvi, J., M. Sudhakar., A. Arkatkar., and M. Doble. 2008. Biodegradation of polyethylene and polypropylene. *Jurnal Bioteknologi India*. 7(1):9-22.
- Harsojuwono B. A, 2011. Penentuan formula komposit plastik biodegradable glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus Muelleri* B) ditinjau dari karakteristik fisik dan mekanis. *The Excellence Research Universitas Udayana*. 126-133.
- Karsiati N, A.S Supriyadi dan Sunardi. 1997. Penelitian mutu plastik busa untuk jok mobil. *Majalah Barang Kulit, Karet dan Plastik*. 12(24): 79-84.
- Nabil. H., H. Ismail, and A.R. Azura. 2014. Optimisation of accelerators and vulcanising systems on thermal stability of natural rubber/recycled ethylenepropylendiene-monomer blends. *Material and Design*. 53: 651-661.
- Nasruddin dan A.T. Bondan. 2018. Efek. Penambahan epdm pada karet alam terhadap sifat mekanik karet busa *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 29(2): 155-162.
- Neswati, N, S. Arief, dan Yusniwati. 2019. Sintesis, karakterisasi dan modifikasi busa poliureatan fleksibel baku berbahan baku biopoliol berbasis minyak kelapa sawit dan minyak nabati lainnya. *Jurnal Agroindustri*. 9(2): 66-82.
- Pradipta, I.M.D. dan L.J. Mawarni. 2012. Pembuatan dan karakterisasi polimer ramah lingkungan berbahan dasar glukomanan umbi porang. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan 2012 Serpong*, 3 Oktober 2012.
- Prihastuti H. 2008. Studi sintesis foam poliuretan dari gliserol monoleat. Skripsi, Tidak dipublikasikan. FMIPA UI.
- Saputro, A.N.C. dan A.L. Ovita. 2017. Sintesis dan karakterisasi bioplastik dari kitosan-pati ganyong (*Canna edulis*). *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 2(1): 13-21.
- Sutiani A., R. Nauli, dan Nurmali. 2014. Pemanfaatan sari tebu dan jenis peg dengan variasi komposisi terhadap sifat mekanik poliuretan. *Jurnal Saintika*. 14(1): 1-9.
- Syabani M.W., I. Perdana and Rochmadi. 2017. Thermal degradation of modified phenol formaldehyde resin with sodium silicate. *Proceeding International Conference on*

