

Tinjauan Plastik Biodegradable dari Limbah Tanaman Pangan sebagai Kantong Plastik Mudah Terurai

Overview of Biodegradable Plastics from Food Crop Waste as Easily Degradable Plastic Bags

Siti Khodijah*, Jeannette Maryanty Lumban Tobing

Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bogor 16915, Indonesia

*Email: siti108@brin.go.id

Diterima: 21 Februari 2023; Disetujui: 25 Maret 2023

ABSTRAK

Dalam beberapa tahun terakhir, terutama masa pandemi Covid-19, penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah belanja online (*online shopping*) dan penggunaan layanan pesan antar makanan sehingga meningkatkan jumlah sampah plastik yang dihasilkan. Untuk mengatasi masalah tersebut, plastik konvensional yang bersifat sintetis perlu diganti dengan jenis plastik yang lebih ramah lingkungan seperti plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* merupakan bioplastik yang terbuat dari biopolimer dengan karakteristik yang mudah terurai. Adapun tujuan dari tinjauan ini adalah untuk meninjau mutu hasil plastik *biodegradable* dari limbah tanaman pangan sebagai kantong plastik mudah terurai. Limbah tanaman pangan yang dibahas dalam tinjauan ini adalah Jerami Padi, Tongkol Jagung, dan Kulit Singkong. Metode dalam tinjauan ini adalah studi literatur dari beberapa jurnal penelitian dan komparasi hasil penelitian dengan Standar Nasional Indonesia. Dari hasil studi literatur yang dilakukan, belum didapatkan plastik *biodegradable* yang memenuhi SNI 7818:2014 mengenai kantong plastik mudah terurai. Selain faktor kandungan pati/selulosa, konsentrasi penambahan zat aditif seperti *plasticizer* dan *filler* juga mempengaruhi sifat mekanik dan biodegradabilitas plastik *biodegradable*.

Kata Kunci: *filler*; jerami padi; kulit singkong; *plasticizer*; plastik *biodegradable*; tongkol jagung

ABSTRACT

In recent years, especially during the Covid-19 pandemic, the use of plastic in everyday life continues to increase yearly. This is due to the increasing number of online shopping and food delivery services, thereby increasing the amount of plastic waste produced. To overcome this problem, conventional synthetic plastics must be replaced with more environmentally friendly types of plastics such as biodegradable ones. Biodegradable plastics are bioplastics made from biopolymers with easily decomposed characteristics. This review aims to review the quality of the results of biodegradable plastic from food plant waste as biodegradable plastic bags. The food crop wastes discussed in this review are rice straws, corn cobs, and cassava peels. The method in this review is to study literature from several research journals and compare research results with the Indonesian National Standard. From the results of the literature study, no biodegradable plastic meets SNI 7818:2014 regarding easily biodegradable plastic bags. In addition to the starch/cellulose content factor, the concentration of additives such as plasticizers and fillers also affects the mechanical properties and biodegradability of biodegradable plastics.

Keywords: *filler*; rice straw; cassava peel; plasticizers; biodegradable plastic; corncob

PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu material yang sangat umum ditemukan di kalangan masyarakat Indonesia. Bahan ini pada umumnya dimanfaatkan sebagai wadah karena plastik memiliki berbagai kelebihan antara lain fleksibel, kuat, ringan, transparan, dapat dikombinasikan dengan produk lain dan tidak korosif (Mukhlisien, Suherdrayatna, Montazeri, & Amar, 2021). Selain itu plastik dapat diperoleh dengan harga yang murah, terutama kantong plastik sekali pakai.

Plastik yang banyak beredar di masyarakat pada umumnya berupa plastik sintetis. Plastik sintetis ini adalah plastik yang dibuat menggunakan polimer sintetis yang berasal dari minyak bumi. Plastik jenis ini memiliki karakteristik yang *nondegradable*, artinya plastik ini sulit atau bahkan tidak dapat terurai dengan sendirinya. Penggunaan plastik ini akan

menimbulkan limbah plastik dalam jumlah yang besar dan berpotensi mencemari lingkungan.

Indonesia menghasilkan timbunan sampah hingga 28,6 juta ton pada tahun 2021 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2022). Pencemaran sampah plastik di laut meningkat hingga menyentuh angka 1,29 juta ton per tahun (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan & Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah Limbah dan Bahan Berbahaya Beracun, 2022). Dilansir dalam SIPSN oleh KLHK (2022), Komposisi sampah plastik dari timbunan sampah ini mencapai 17,86%. Jumlah penggunaan sampah plastik meningkat hingga 2% dibanding tahun 2019. Menurut KLHK dalam Laporan Kinerja Direktorat Pengelolaan Sampah (2022), kenaikan tersebut disebabkan oleh pola hidup masyarakat yang berubah selama masa pandemi Covid-19, antara lain

kenaikan jumlah belanja online hingga 62% dan pemesanan makanan dengan layanan antar makan yang naik hingga 47%.

Upaya untuk meminimalisir timbulnya limbah plastik ini telah diupayakan oleh pemerintah melalui beberapa program antara lain dikeluarkannya peraturan pengurangan sampah plastik sekali pakai (Diet Kantong Plastik) di beberapa kabupaten, dan menciptakan pasar bebas plastik. Namun, program ini belum diterapkan secara menyeluruh. Dengan demikian, program-program ini belum menjadi solusi utama dalam mengatasi permasalahan limbah plastik.

Salah satu solusi alternatif yang dapat diterapkan adalah mengganti jenis plastik sintetis yang sering digunakan ini dengan plastik *biodegradable* yang lebih ramah lingkungan. Plastik *biodegradable* adalah sejenis bioplastik yang dibuat dari biopolimer dan memiliki karakteristik yang dapat terurai. Biopolimer ini dapat diperoleh dari hasil pertanian (Purwandari et al., 2019). Hasil pertanian yang berpotensi menghasilkan plastik *biodegradable* antara lain limbah tanaman pangan yang mengandung pati atau selulosa yang tinggi. Jenis plastik yang dihasilkan dari bahan ini bersifat *renewable*.

Tanaman pangan adalah semua jenis tanaman yang didalamnya mengandung nutrisi yang penting bagi tubuh seperti karbohidrat dan protein sebagai sumber energi manusia (Minarni, Warman, & Handayani, 2017). Tanaman pangan ini terbagi dalam tiga jenis yakni sereal (padi, gandum, jagung), umbi-umbian (Ubi Jalar, Ubi Kayu), dan kacang-kacangan (kacang tanah, kacang kedelai, dan kacang Panjang) (Setijawan, Subroto, & Dian, 2022). Tulisan ini bertujuan untuk meninjau mutu Plastik Biodegradable yang menggunakan limbah hasil tanaman pangan kulit singkong, tongkol jagung, dan Jerami padi sebagai bahan baku utamanya sebagai Kantong Plastik Mudah Terurai sesuai dengan SNI.

METODOLOGI

Tinjauan ini disusun dengan menggunakan metode kajian pustaka (*literature review*). Kajian pustaka merupakan metode pengkajian atau peninjauan secara kritis segala gagasan, pengetahuan dan temuan-temuan baru dalam sebuah literatur yang memiliki kredibilitas sehingga dapat menjawab pertanyaan yang merupakan tujuan dari tulisan kajian yang dikerjakan (Cahyono, Sutomo, & Hartono, 2019). Kajian dilakukan dengan mengumpulkan, menyusun dan mengelompokkan data-data hasil penelitian serta melakukan komparasi data dengan Standar yang berlaku. Dalam hal ini, standar yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai Kantong Plastik Mudah Terurai (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Penelusuran artikel-artikel ilmiah yang terpublikasi dilakukan menggunakan *google*, *google scholar*, dan *researchgate* dengan kata kunci bioplastik, plastik *biodegradable*, *filler*, *plasticizer*, dan limbah tanaman pangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah Tananam Pangan Sebagai Sumber Pati dan Selulosa

Limbah Tanaman Pangan adalah materi yang didapatkan sebagai hasil samping dari produksi tanaman pangan. Semakin tinggi produksi tanaman pangan di Indonesia pada

akhirnya juga akan meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan. Jerami padi merupakan hasil samping produksi tanaman padi. Menurut data oleh BPS (2022), pada tahun 2021 produksi padi di Indonesia mencapai 54,42 juta ton GKG. Indonesia merupakan salah satu produsen padi terbesar di dunia sehingga menyebabkan jerami padi menjadi salah satu limbah hasil pertanian yang cukup umum dan ketersediaannya tinggi di Indonesia. Jerami padi mengandung selulosa sekitar 32%-47%, hemiselulosa sekitar 19%-27%, dan lignin 5%-24% (Sain, 2020). Secara umum, jerami padi dimanfaatkan untuk alternatif pakan ternak atau sebagai biomassa, namun tidak sedikit pula yang pada akhirnya dibakar. Kandungan selulosa dalam jerami padi yang cukup tinggi membuat tanaman ini memiliki potensi yang tinggi untuk dikembangkan sebagai plastik *biodegradable*.

Jagung merupakan tanaman pangan sekunder yang produksinya tinggi di Indonesia. Menurut data dari BPS (2021), produktivitas jagung di pulau Jawa di tahun 2020 yakni mencapai 59,65 kg/ha sementara untuk pulau luar Jawa mencapai 51,27 kg/ha secara keseluruhan. Sekitar 30 % dari hasil panen jagung adalah limbah tongkol jagung. Limbah tongkol jagung merupakan limbah lignoselulosa (Radtra & Sigit, 2021). Tongkol jagung mengandung selulosa sekitar 45 %, hemiselulosa sekitar 35 %, dan lignin sekitar 15 % (Fitriani, Bahri, & Nurhaeni, 2013) Sama seperti jerami padi, tongkol jagung juga memiliki potensi yang besar untuk diolah menjadi plastik *biodegradable*.

Kulit Singkong merupakan limbah hasil pengupasan olahan pangan singkong. Menurut (Sara, 2018), kulit singkong berkisar 10 – 20 % dari berat keseluruhan umbi singkong. Kulit singkong belum dimanfaatkan dengan baik dan pada umumnya hanya akan menjadi limbah organik sisa industri olahan makanan ataupun limbah rumah tangga. Kulit singkong mengandung air sekitar 7,9 – 10,32 %, protein 1,5 – 3,7 %, lemak sekitar 0,8 – 2,1 %, abu sekitar 0,2 – 2,3 %, serat sekitar 17,5 – 27,4 %, Ca sekitar 0,42 – 0,77 % dan pati (*starch*) sekitar 44 – 59 % (Sara, 2018). Pati/*starch* merupakan salah satu biopolimer yang paling umum digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik ataupun plastik *biodegradable*. Berbeda dengan selulosa, pati tidak perlu melewati perlakuan delignifikasi sehingga lebih mudah aplikasi pemanfaatannya.

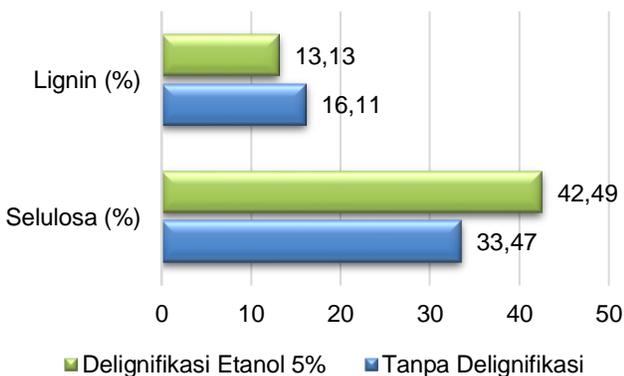
Proses Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Plastik *biodegradable* atau bioplastik adalah plastik yang bahan baku pembuatannya berasal dari biomassa yang dapat diperbaharui dengan bantuan mikroorganisme (Beevi, Fathima, & Fathima, 2020). Polimer alami atau biopolimer banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable* karena bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbaharui.

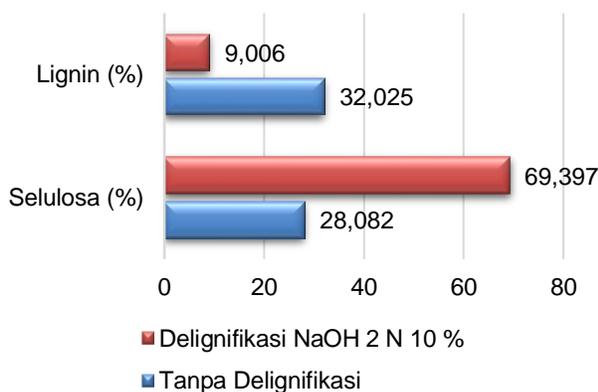
Pembuatan plastik *biodegradable* dengan menggunakan bahan dari tanaman pangan pada dasarnya terbagi dalam dua proses; pemrosesan limbah tanaman pangan dan pembuatan plastik *biodegradable*. Pemrosesan limbah tanaman pangan ini menyesuaikan dengan jenis limbah dan kandungannya. Limbah tanaman pangan yang mengandung pati yang tinggi seperti kulit singkong biasanya akan direndam dan dibuat dalam bentuk bubur (pulp) sebelum dikeringkan dan dihaluskan dengan mortar sehingga membentuk tepung pati. Namun untuk limbah tanaman yang bersifat lignoselulosik, maka perlu dilakukan delignifikasi. Limbah lignoselulosik merupakan limbah yang mengandung selulosa, lignin dan hemiselulosa (Radtra & Sigit, 2021). Dalam pembuatan

plastik *biodegradable*, lignin dan hemiselulosa perlu dipisahkan dari selulosanya dengan metode delignifikasi.

Tujuan dari proses delignifikasi adalah memperbesar kadar selulosa dan mengurangi persentase lignin dengan cara merusak struktur lignoselulosa sehingga selulosa lebih mudah diakses. Proses delignifikasi terdiri dari beberapa metode antara lain metode perlakuan alkali, perlakuan pelarut organik dan perlakuan biologi. Larutan sodium hidroksida, kalsium hidroksida dan amonium hidroksida adalah beberapa larutan yang sering digunakan untuk metode perlakuan alkali dalam proses delignifikasi (Setiawan, Angraini, Ramadani, Cahyono, & Rizal, 2021).



Gambar 1. Perbandingan hasil delignifikasi jerami padi dengan pelarut etanol 5 % (Setiawan et al., 2021)



Gambar 2. Perbandingan hasil delignifikasi bonggol jagung dengan pelarut NaOH 10 % (P. D. Sari, Puri, & Hanum, 2018)

Mengacu pada Syamsul Hidayat (2019), pembuatan plastik *biodegradable* secara umum terbagi menjadi 3 tahap; *Pre-mixing*, *Mixing/Blending*, dan *Pressing*. Pada tahap *pre-mixing*, pati/selulosa, *plasticizer*, dan *filler* yang telah disesuaikan konsentrasinya dicampurkan. Pada beberapa penelitian, pada tahap ini juga dilakukan pencucian selulosa dengan asam asetat glasial untuk menghaluskan serat. Kemudian campuran tersebut dilarutkan dengan aquades dan diaduk hingga larut pada suhu 75 – 90 derajat celcius. Setelah larut sempurna dan

mengental, campuran didinginkan dan dicetak pada cetakan plastik. Kemudian dilakukan pengeringan sehingga terbentuk lembaran plastik.

Penambahan Bahan Aditif Plastik *Biodegradable*

Plasticizer adalah zat aditif yang digunakan untuk menghasilkan ataupun meningkatkan sifat plastisitas, mengurangi viskositas dan gesekan selama proses pembuatan plastik *biodegradable* (Nee & Othman, 2022). *Plasticizer* yang umum digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* ini adalah gliserol. Gliserol adalah *plasticizer* alami yang memiliki sifat higroskopis yang tinggi dan umumnya ditambahkan dalam pembuatan plastik untuk mencegah kerapuhan (Vieira, da Silva, dos Santos, & Beppu, 2011). Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* akan mengurangi ikatan hidrogen internal, meningkatkan stabilitas rantai biopolimer dan berfungsi untuk memperbaiki sifat mekanik sehingga menghasilkan plastik yang lebih elastis (Kurniawati, Sutrisno, Walujo, & Sembodo, 2022). Jenis serta konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan dalam pembuatan plastik *biodegradable* akan berpengaruh terhadap kelarutan plastik yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi *plasticizer* yang digunakan, kelarutan juga akan meningkat (Coniwanti, Laila, & Alfira, 2014).

Bahan yang juga dibutuhkan dalam pembuatan plastik *biodegradable* untuk meningkatkan kualitasnya adalah *filler*. *Filler* memiliki komponen yang berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat untuk memperbaiki karakteristik plastik *biodegradable* seperti meningkatkan kekakuan dan kekuatan serta mengurangi kelarutan dan kecenderungan untuk bengkok. Beberapa *filler* yang sering digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* yaitu CaCO_3 , ZnO, CMC, CNF, MCC, kitosan, clay dan serat tandan kosong kelapa sawit (tkks) (Abral, Putra, Asrofi, Park, & Kim, 2018; Widyaningrum et al., 2020). Ketersediaan yang melimpah, murah dan mudah didapatkan dengan sifat terbarukan serta biodegradabilitas yang baik menjadi alasan *filler* sering digunakan untuk pembuatan plastik *biodegradable* (Rafid, Ardhyanta, & Pratiwi, 2021).

Plastik *Biodegradable* dari Limbah Tanaman Pangan sebagai Kantong Plastik Mudah Terurai

Plastik *biodegradable* dari limbah tanaman pangan diharapkan selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan juga untuk menambah nilai jual dari sisa/limbah tanaman pangan. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai kantong plastik mudah terurai sebagai pengganti kantong plastik sintesis sekali pakai yang persyaratannya terlampir pada Tabel 1. Beberapa pengembangan limbah tanaman pangan sebagai sumber pati dan selulosa dalam pembuatan plastik *biodegradable* tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 1. Syarat mutu kantong plastik mudah terurai sesuai SNI 7818:2014 (Badan Standardisasi Nasional, 2014)

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kuat tarik (<i>at break</i>)	MPa	Min. 13,7 (ASTM D 882)
2	Kemuluran	%	400 – 1120 (ASTM D 882)
3	Kemudahan Terurai	%	< 5 (ASTM G51)

Tabel 2. Plastik *biodegradable* dari limbah tanaman pangan

Bahan	Plasticizer	Bahan Penambah	Kuat Tarik (MPa)	Persen Elongasi (%)	Waktu Biodegradasi	Sumber
Jerami Padi (18:10)*	Gliserol	Kitosan	6 MPa	65%	15 Hari (18,50 %)**	Inayati, Pamungkas, & Matovanni (2019)
Jerami Padi (1:1)*	Gliserol	Tepung Pati	8,773 MPa	6,5 %	10 Hari (92,2 %)**	Setiawan et al., (2021)
Bonggol Jagung (7:4)*	Gliserol	-	58,2 MPa	86 %	28 Hari (100 %)**	Mukhlisien et al., (2021)
Tongkol Jagung (4:3)*	Gliserol	Kitosan 4 gr	11,46 MPa	36 %	12 Hari (86%)**	Ulfa (2018)
Tongkol Jagung (3:4)*	Gliserol	Kitosan 4 gr	-	-	8 Hari (88 %)** 11 Hari (degradasi sempurna)	Marlina & Nurhalliza (2021)
Tongkol Jagung (10:3)*	Sorbitol	CaCO ₃ 8 %	1,5776 MPa	-	5 Hari (78 %)**	Radtra & Sigit (2021)
Kulit Singkong (20:3)*	Gliserol	ZnO 6 %	2,608 MPa	-	11 Hari (73,83 %)**	Sara (2018)
Kulit Ubi Kayu (4:1)*	Gliserol	-	1,70 MPa	4,07 %	10 Hari	Budianto, Ayu, & Johan (2019)
Kulit Singkong (20:1)*	Gliserol/Sorbitol	-	1,13 MPa/2,87 MPa	-	12 Hari (86,32 %)**	Adigun et al., (2015)

* Perbandingan Penambahan Pati/Selulosa dan Plasticizer

** Persentase degradasi bioplastik setelah beberapa waktu tertentu

Sifat Mekanik Kuat Tarik

Kuat Tarik (*tensile strength*) atau kuat regang adalah capaian tarikan maksimum yang bisa didapatkan sebelum putus. Menurut Anandito (2012) dan Laila Khusnul (2018), parameter *tensile strength* ini berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dapat dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area plastik untuk meregang atau memanjang. Dalam SNI 7818:2014 (Tabel 1), syarat minimum kuat tarik untuk kantong plastik mudah terurai adalah 13,7 MPa atau 139,74 kgf/cm² (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Dari Tabel 2. Penelitian yang menghasilkan plastik *biodegradable* yang memenuhi syarat tersebut hanyalah penelitian oleh Mukhlisien (2021), yang menghasilkan plastik *biodegradable* dari bonggol jagung dan *plasticizer* gliserol (7:4) dengan kuat tarik 58,2 MPa. Selain Mukhlisien (2021), penelitian oleh Masrifatul Nurul Ulfa (2018) dan Adhi Setiawan (2021) juga menghasilkan plastik mudah terurai dari tongkol jagung dan *plasticizer* gliserol (4:3) dengan kuat tarik yang cukup tinggi dibandingkan yang lainnya yakni 11,46 MPa. Kedua penelitian tersebut memiliki persamaan yakni memiliki penambahan gliserol yang lebih kecil dibanding pati atau selulosa yakni dengan perbandingan pati/selulosa dan gliserol 7:4 dan 4:3. Menurut Mukhlisien (2021), semakin banyak penambahan *plasticizer* maka akan menurunkan kuat tarik (*tensile strength*). Hal ini dikarenakan penggunaan *plasticizer* akan mengurangi ikatan rantai hidrogen dan kekuatan hubungan intermolekul polimer sehingga akan menyebabkan peningkatan fleksibilitas dan berkurangnya kuat tarik dari plastik. Penambahan zat aditif seperti kitosan, CaCO₃ dan ZnO juga dapat mempengaruhi kuat tarik dari bioplastik. Dalam penelitian oleh Rimadani Pratiwi (2016), penambahan kitosan dalam jumlah tertentu akan menambah kuat tarik bioplastik. Penambahan kitosan akan memicu interaksi rantai polimer dan selulosa dalam bentuk ikatan hidrogen yang akan meningkatkan respon viskoelastis. Hal ini akan meningkatkan mobilitas molekul rantai polimer dan menyebabkan peningkatan kuat tarik. Penambahan CaCO₃ akan

menurunkan kuat tarik (*tensile strength*) dalam bioplastik. CaCO₃ menyebabkan struktur molekul bioplastik bersifat amorf sehingga rantai-rantai cabangnya tidak tersusun rapat dan menyebabkan renggangnya jarak antar molekul. Hal inilah yang menyebabkan ikatan molekulnya menjadi lemah sehingga daya yang dibutuhkan untuk memutuskan bioplastik tersebut lebih kecil (N. I. Sari, Syahrir, & Pratiwi, 2022). Wijaya Saputra (2019) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penambahan ZnO akan meningkatkan kuat tarik bioplastik. Hal ini disebabkan karena ZnO akan berfungsi sebagai *filler* untuk mengisi kekosongan dan mengganti ikatan intermolekul dan intramolekul yang hilang saat ditambahkan pati sehingga ikatan-ikatan matriks polimer dapat diperbaiki (Hidayat et al., 2019). Penelitian oleh Adigun et al (2015) menghasilkan bioplastik mudah terurai dengan kuat tarik terendah yakni 1,14 MPa.

Kemuluran (*Tensile Elongation*)

Kemuluran (*Tensile elongation at break*) adalah pertambahan panjang maksimal *film* akibat perubahan daya tarik yang diukur dari panjang awal hingga putus. Kualitas plastik akan semakin baik jika persen kemulusannya semakin besar (Mukhlisien et al., 2021). Dalam SNI 7818:2014, persen kemuluran (*elongation*) untuk kantong plastik mudah terurai adalah sebesar 400 – 1120 % (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Dari Tabel 2 belum ada penelitian plastik *biodegradable* yang memenuhi persen kemuluran sesuai SNI 7818:2014. Persen kemuluran tertinggi didapatkan oleh Mukhlisien (2021) sebesar 86 %. Pada umumnya, kemuluran dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain perbandingan pati/selulosa dan *plasticizer*, serta penambahan zat aditif lain untuk memperbaiki sifat mekanik bioplastik. Penambahan *plasticizer*, dalam hal ini sorbitol dan gliserol, akan meningkatkan kemuluran pada bioplastik. Hal ini bisa diatributkan pada sifat *plasticizer* sendiri yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan sifat elastisitas dan mengurangi kerapuhan dalam bioplastik. *Plasticizer* seperti gliserol akan mengurangi ikatan hidrogen internal

dengan meningkatkan ruang kosong antar molekul sehingga akan meningkatkan sifat elastisitas bioplastik. Menurut Syamsul Hidayat (2019) Material yang memiliki kuat tarik yang tinggi pada umumnya memiliki struktur yang kaku dan tidak elastis sehingga tidak akan mudah bertambah Panjang. Konsentrasi *filler* seperti ZnO dan kitosan memiliki pengaruh berbanding terbalik dengan nilai kemuluran karena semakin besar konsentrasinya menyebabkan semakin kuat interaksi antara *filler* dan matriks sehingga bioplastik akan semakin kaku (Hutabalian, Harsujowono, & Hartati, 2020)

Sifat Biodegradasi (*Biodegradability*)

Biodegradability adalah kemampuan suatu material, dalam hal ini bioplastik, untuk terdegradasi dan terdekomposisi secara alami oleh media tanah, air, ataupun udara. Menurut SNI 7188.8:2016, agar bioplastik dapat digunakan sebagai kantong belanja mudah terurai (*biodegradable*) maka bioplastik tersebut harus memiliki pertumbuhan mikroba pada permukaan plastik >60 % selama 1 minggu dan perlu diverifikasi dengan menggunakan metode uji yang sesuai dengan ASTM G21 (Badan Standardisasi Nasional, 2016). ASTM G21 adalah tes kualitatif yang menggunakan spora konsentrasi tinggi dari lima spesies jamur yang berbeda, untuk menentukan ketahanan bahan polimer terhadap pertumbuhan jamur. Kebanyakan zat aditif seperti *plasticizer*, selulosa, pelumas, *stabilizer* dan *colorants* sangat rentan terhadap pertumbuhan mikroba. Dalam SNI 7818:2014, kantong plastik mudah terurai harus memiliki kemuluran (*tensile elongation*) sebesar <5 % setelah penyinaran dengan UV (ASTM G151 dan G154) maksimal 250 jam sebagai acuan sifat kemudahan terurainya (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Dalam penelitian-penelitian yang sering dilakukan sebelumnya hampir semuanya masih menggunakan *Soil Burial Test Method*.

Soil Burial Test Method adalah metode pengukuran dimana sampel plastik yang telah ditimbang dikubur dalam media tanah dalam periode waktu tertentu kemudian plastik tersebut ditimbang kembali untuk diketahui berapa persen dari bagian sampel tersebut yang telah terdegradasi (N. I. Sari et al., 2022). Dari Tabel 2, plastik *biodegradable* dari tongkol jagung dan kitosan yang dihasilkan oleh Lusi Marlina dan Gia Nurhaliza (2021) mampu terdegradasi sebesar 88 % dalam 8 hari dan terdekomposisi secara sempurna dalam waktu 11 hari. Salah satu faktor yang mempengaruhi biodegradabilitas plastik ini adalah komponen yang terkandung dalam plastik itu sendiri misalnya komposisi selulosa/pati, zat aditif seperti gliserol (*plasticizer*) dan *filler* tambahan untuk memperbaiki sifat mekanik plastik seperti kitosan (Marlina & Nurhalliza, 2021), ZnO (Sara, 2018), dan CaCO₃ (Radtra & Sigit, 2021). Penambahan kitosan selain untuk memperbaiki sifat mekanik juga dapat mempengaruhi biodegradabilitas plastik. Hal ini disebabkan kuat tarik yang tinggi pada umumnya menggambarkan ikatan rantai hidrogen yang kuat pula sehingga sulit didegradasi oleh mikroba. Kitosan juga memiliki sifat *antimicrobial* dan hidrofobik, sehingga penambahan kitosan akan menurunkan laju degradasi. Sama seperti kitosan, ZnO juga memiliki sifat *antimicrobial*, hal ini diungkapkan oleh Syamsul Hidayat et al (2019) yang menyatakan bahwa penambahan ZnO dalam bioplastik akan memperlambat laju degradasi bioplastik oleh mikroba jika dibandingkan dengan bioplastik yang tidak ditambahkan ZnO.

KESIMPULAN

Dari beberapa penelitian yang dijadikan bahan studi literatur, belum didapatkan plastik *biodegradable*/bioplastik yang memenuhi syarat kantong plastik mudah terurai sesuai SNI 7818:2014 (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Selain konsentrasi selulosa/pati dalam limbah tanaman pangan, proses sintesis yang optimal dan penambahan zat aditif seperti *filler* dan *plasticizer* juga sangat mempengaruhi hasil plastik *biodegradable* yang didapatkan. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan pembuatan plastik *biodegradable* dari limbah tanaman pangan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrial, H., Putra, G. J., Asrofi, M., Park, J. W., & Kim, H. J. (2018). Effect of vibration duration of high ultrasound applied to bio-composite while gelatinized on its properties. *Ultrasonics Sonochemistry*, 40, 697–702. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.08.019>
- Adigun, I. A., Raji, A. O., Adefisan, O. O., Ojewumi, O. B., Asiru, W. B., Abass, A., & Bankole, L. (2015). Production Of Bio-Plastics From Wastes Of Cassava To Promote Their Biomassweb. *Biomassweb*.
- Anandito, R. B. K., Nurhartadi, E., & Bukhori, A. (2012). Pengaruh Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Tepung Jali (Coix Lacryma-Jobi L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, V(2), 17–23.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia 2020 (Hasil Survei Ubinan)* (BPS RI-BPS Statistic Indonesia, Ed.). Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021* (H. dan P. Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Ed.). Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI: Kantong Plastik Mudah Terurai (7818:2014). , Badan Standardisasi Nasional § (2014).
- Badan Standardisasi Nasional. SNI: Produk Tas Belanja dan Bioplastik (7818.8:2016). , Badan Standardisasi Nasional § (2016).
- Beevi, R. K., Fathima, S. A., & Fathima, T. A. (2020). Bioplastic Synthesis Using Banana Peels And Potato Starch And Characterization. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 9(1), 1809–1814.
- Budianto, A., Ayu, D. F., & Johan, V. S. (2019). Pemanfaatan Pati Kulit Ubi Kayu dan Selulosa Kulit Kacang Tanah Pada Pembuatan Plastik Biodegradable. *SAGU*, 18(2), 11–16.
- Cahyono, E. A., Sutomo, & Hartono, A. (2019). Literatur Review; Panduan Penulisan dan Penyusunan. *Jurnal Keperawatan*, 12(2).
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan dan Pempplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4).
- Fitriani, Bahri, S., & Nurhaeni. (2013). Produksi Bioetanol Tongkol Jagung (Zea Mays) dari Hasil Proses Delignifikasi. *Online Jurnal of Natural Science*, 2(3), 66–74.

- Hidayat, S., Hanif, A., Abdullah, D., Septiyanto, R. F., Rama, Y., Muchtar, D., & Affifah, I. (2019). Perbandingan Sifat Mekanik Bioplastik Terhadap Penambahan Zinc Oxide (ZnO). *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 5(2), 8–12.
- Hutabalian, P., Harsujowono, B. A., & Hartati, A. (2020). The Effect of Filler Type and Concentration on The Bioplastic Characteristics of Cornstarch. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(4), 580–586.
- Inayati, Pamungkas, D. J., & Matovanni, M. P. N. (2019). Effect of glycerol concentration on mechanical characteristics of biodegradable plastic from rice straw cellulose. *AIP Conference Proceedings, 2097*. American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/1.5098285>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, & Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah Limbah dan Bahan Berbahaya Beracun. (2022). *Laporan Kinerja Direktorat Pengelolaan Sampah*.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. Retrieved 9 September 2022, from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/> website: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Kurniawati, C. T., Sutrisno, J., Walujo, D. A., & Sembodo, B. P. (2022). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Manis (*Zea Mays L Saccharata*) Sebagai Bahan Bioplastik Dengan Penambahan ZnO Dan Gliserol. *Jurnal Teknik WAKTU*, 20(1), 54–64.
- Marlina, L., & Nurhalliza, G. (2021). Pengaruh Variasi Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Biodegradasi dan Water Uptake Bioplastik dari Serbuk Tongkol Jagung. *Gia Nurhalliza TEDC*, 15(3).
- Minarni, O. ., Warman, I., & Handayani, W. (2017). Case-Based Reasoning (CBR) Pada Sistem Pakar Identifikasi Hama Dan Penyakit Tanaman Singkong dalam Usaha Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan. *Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang*, 5(1), 41–47. <https://doi.org/https://doi.org/10.21063/jtif.2017.V5.1.41-47>
- Mukhlisien, Suherdrayatna, Montazeri, M., & Amar, H. (2021). Kajian Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Ekstrak Bonggol Jagung. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (JIRL)*, 2(1), 15–10.
- Nee, F. C., & Othman, S. A. (2022). Preparation and Characterization of Irradiated Bioplastic from Cassava Peel - A Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2169(1). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2169/1/012041>
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *JJPST*, 3(3), 83–91.
- Radtra, A. H. A., & Sigit, U. (2021). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Tongkol Jagung (*Zea Mays*) Dengan Penambahan Filler Kalsium Silikat dan Kalsium Karbonat. *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), 427–435. Retrieved from <http://distilat.polinema.ac.id>
- Rafid, A. Z., Ardhyanta, H., & Pratiwi, V. M. (2021). Tinjauan Pengaruh Penambahan Jenis Filler terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradasi pada Bioplastik Pati Singkong. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), D49–D54.
- Sain, M. (2020). Production of Bioplastic and Sustainable Packaging Materials from Rice Straw to Eradicate Stubble Burning (A Mini Review). *Environment Conservation Journal*, 21(3). <https://doi.org/10.36953/ecj.2020.21301>
- Saputra, W., Hartiati, A., & Harsujowono, B. A. (2019). Pengaruh Konsentrasi Seng Oksida (ZnO) dan Penambahan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Deenst). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), 531–540.
- Sara, Y. (2018). *Sintesis Uji Kualitas Plastik Biodegradable Dari Pati Kulit Singkong Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng*. Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Sari, N. I., Syahrir, M., & Pratiwi, D. E. (2022). Pengaruh Penambahan Filler Kitosan dan CaCO₃ Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida Densst*) Jurnal Chemica Vol. 23 Nomor. *Jurnal Chemical*, 23(1), 78–89.
- Sari, P. D., Puri, A., & Hanum, D. (2018). Delignifikasi Bonggol Jagung dengan Metode Microwave Alkali. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian 'AGRIKA'*, 12(2), 164–172.
- Setiawan, A., Anggraini, F. D. M., Ramadani, T. A., Cahyono, L., & Rizal, M. C. (2021). Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Bioplastik Dengan Menggunakan Metode Perlakuan Pelarut Organik. *METANA*, 17(2), 69–80. <https://doi.org/10.14710/metana.v17i2.42254>
- Setijawan, A., Subroto, G., & Dian, R. (2022). Kajian Ruang Pertanian Tanaman Pangan Dengan Pendekatan Agroklimat dan Nilai Keuntungan Usaha Tani di Kabupaten Situbondo. *SEMSINA*, 136–145.
- Susanti, A., Purwandari, S. D., Suparno, F. A. D., & Aji, R. S. (2019). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Tongkol Jagung: Studi Kasus Desa Dawuhan Mangli, Kecamatan Sukowono, Jember, Indonesia. *Warta Pengabdian*, 13(4), 193. <https://doi.org/10.19184/wrtp.v13i4.13849>
- Ulfa, M. N. (2018). *Pengaruh Variasi Gliserol dan Kitosan Terhadap Kualitas Plastik Biodegradable dari Tongkol Jagung (Zea Mays L.)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Unsa, L. K., & Paramastri, G. A. (2018). Kajian jenis plasticizer campuran gliserol dan sorbitol terhadap sintesis dan karakterisasi edible film pati bonggol pisang sebagai pengemas buah apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 35–46.
- Vieira, M. G. A., da Silva, M. A., dos Santos, L. O., & Beppu, M. M. (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. *European Polymer Journal*, 47(3), 254–263. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2010.12.011>
- Widyaningrum, B. A., Kusumaningrum, W. B., Syamani, F. A., Pramasari, D. A., Kusuma, S. S., Akbar, F., ... Cahyaningtyas, A. A. (2020). Karakteristik Sifat Mekanik Bioplastik Pati Singkong/PVA dengan Penambahan Pulp Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Asam Sitrat Teraktivasi. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 42(2), 46. <https://doi.org/10.24817/jkk.v42i2.6130>