

PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN DAN PLASTICIZER SORBITOL PADA PROSES PEMBUATAN PLASTIK *BIODEGRADABLE* BERBAHAN DASAR PATI KULIT PISANG TANDUK

Cengristitama¹⁾, Herdiansyah²⁾, Myra Wardati Sari³⁾

Teknik Kimia, Politeknik TEDC^{1),2),3)}

Email: c_titama@poltektedc.ac.id¹⁾, abdurrahmanwahidherdiansyah@gmail.com²⁾,

myrawardatisari@poltektedc.ac.id³⁾

Abstrak

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang akan terurai di alam dengan bantuan mikroorganisme sehingga lebih ramah lingkungan dan menjadi alternatif solusi terhadap permasalahan limbah plastik sintetik berbahan baku minyak bumi. Untuk memperoleh plastik *biodegradable*, bahan dasar pati dapat ditambahkan *plasticizer* sorbitol, sehingga diperoleh plastik yang lebih fleksibel dan elastis. Penggunaan pati kulit pisang tanduk sebagai bahan utama pembuatan plastik memiliki potensi yang besar karena kulit pisang tanduk masih menjadi limbah yang cukup melimpah di Indonesia, dan memiliki kandungan pati cukup besar sekitar 29,60 %. Penelitian ini mengkaji tentang pemanfaatan pati kulit pisang tanduk sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable*. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh penambahan *plasticizer* sorbitol dan kitosan pada plastik berbahan dasar pati kulit pisang tanduk. Penelitian ini menggunakan metode *melt intercalation*, terdapat 16 kali percobaan dengan masing-masing variasi menggunakan 10 gram pati kulit pisang tanduk kering dan juga dilakukan 3 pengujian diantaranya pengujian ketebalan, pengujian ketahanan air dan pengujian biodegradasi plastik. Komposisi pati kulit pisang tanduk, kitosan dan sorbitol memberikan pengaruh terhadap karakteristik plastik *biodegradable*. Karakteristik plastik *biodegradable* terbaik adalah sampel B variasi 1 (komposisi pati : kitosan : sorbitol = 10 g : 2 g : 2,5 ml) dengan nilai ketebalan plastik *biodegradable* sebesar 0,23 mm, ketahanan air sebesar 98% dan waktu biodegradasi sempurna selama 7 hari.

Kata Kunci: Plastik *biodegradable*, pati kulit pisang tanduk, sorbitol, kitosan.

Abstract

Biodegradable plastic is a type of plastic that will decompose in nature with the help of microorganisms, making it more environmentally friendly and an alternative solution to the problem of synthetic plastic waste made from petroleum. To obtain biodegradable plastic, starch can be added with a plasticizer called sorbitol, resulting in a more flexible and elastic plastic. The use of horned banana peel starch as the main material for making plastic has great potential because horned banana peels are still abundant waste in Indonesia and contain a significant amount of starch, around 29.60%. This research examines the use of horned banana peel starch as the main material for making biodegradable plastic. The aim of this research is to determine the effect of adding sorbitol and chitosan as plasticizers to horned banana peel starch-based plastic. The research used the melt intercalation method, with 16 trials, each using 10 grams of dried horned banana peel starch, and conducted three tests including thickness, water resistance, and plastic biodegradation. The composition of horned banana peel starch, chitosan, and sorbitol had an effect on the characteristics of biodegradable plastic. The best characteristics of biodegradable plastic were found in sample B variation 1 (with a composition of starch: chitosan : sorbitol = 10 g: 2 g: 2,5 mL), which has a biodegradable plastic thickness of 0.23 mm, water resistance of 98%, and a complete biodegradation time in 7 days.

Keywords: *biodegradable plastics, horned banana peel starch, sorbitol, chitosan.*

I. PENDAHULUAN

Plastik merupakan material yang sering digunakan sebagai kemasan, baik itu bungkus makanan atau bahan dalam pembuatan barang-barang. Plastik ini bersifat ringan dengan harga yang murah dan merupakan material yang mudah diproduksi. Keunggulan dari plastik dibandingkan bahan-bahan lainnya adalah tidak mudah pecah, transparan, ekonomis, dapat bertahan lama atau kuat dan ada sebagian plastik juga yang tahan terhadap panas. Semakin lama kebutuhan plastik semakin meningkat, hal ini pun memicu adanya

penumpukan sampah plastik. Kebanyakan plastik yang digunakan terbuat dari minyak bumi. Plastik ini akan sangat lama dan sulit terurai oleh mikroba di dalam tanah. Salah satu upaya dan inovasi untuk mengurangi sampah plastik maka dibuatlah penelitian ini dengan mengembangkan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* yaitu plastik yang terbuat dari sumber bahan alam, didasarkan pada sumber daya terbarukan yang bisa terurai secara hayati dan juga tidak beracun. Plastik *biodegradable* ini diperoleh dari biomassa seperti pati, protein dan selulosa. Bila dibandingkan dengan plastik petrokimia, plastik *biodegradable* ini lebih

unggul dalam hal menjaga lingkungan karena plastik ini mudah terurai juga tidak beracun sehingga tidak akan merusak lingkungan. Walaupun adanya keterbatasan plastik *biodegradable* ini seharusnya dikembangkan untuk membantu meminimalisir penggunaan plastik berbasis petrokimia yang sudah jelas memberikan dampak yang buruk untuk lingkungan.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar pati yang diperoleh dari kulit pisang tanduk dengan adanya penambahan *plasticizer* sorbitol. *Plasticizer* sorbitol adalah salah satu jenis *plasticizer* yang sering digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Berbeda dengan gliserol sorbitol mempunyai kelebihan untuk dapat mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler sehingga efektif menghambat penguapan air dari produk, mudah larut pada rantai polimer sehingga memudahkan gerakan molekul. Sorbitol juga mempunyai sifat permeabilitas oksigen yang rendah dengan jumlah yang banyak dan sifatnya juga yang non toksik.

Pati yang digunakan dalam pembuatan plastik ini diambil dari kulit pisang tanduk. Keberadaan pisang tanduk ini sangat melimpah, hampir disetiap daerah ada yang menjual pisang tanduk. Kulit pisang tanduk mempunyai kandungan pati yang cukup tinggi. Selama ini pisang hanya diambil dagingnya saja sangat jarang orang yang mengolah kulit pisang maka dapat dipastikan kulit pisang ini hanya menjadi limbah saja. Pisang tanduk memiliki kandungan pati sebesar 29,60%. Perolehan pati dari kulit pisang akan didapatkan secara maksimal dengan mengubahnya menjadi tepung terlebih dahulu atau bisa juga langsung mengolahnya dengan proses blending hingga memperoleh kulit pisang berbentuk cairan yang cukup kental. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan kulit pisang menjadi plastik yang ramah lingkungan.

Pada penelitian ini kitosan juga menjadi bahan tambahan yang akan menunjang hasil dari pembuatan plastik *biodegradable* ini. Kitosan dihasilkan dari proses modifikasi protein kitin yang ditemukan dalam kulit udang. Penambahan kitosan dalam pembuatan plastik *biodegradable* berfungsi sebagai unsur yang akan membantu plastik cepat terurai, karena kitosan bersifat *biodegradability* dan anti bakteri. Pengaruh penambahan kitosan ini dapat dilihat dari sifat mekanik dan kemampuan degradasi yang nantinya akan dilihat dari hasil yang diperoleh. Maka kitosan ini sangat diperlukan untuk menunjang hasil yang baik.

II. LANDASAN TEORI

Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang secara natural dapat terurai oleh mikroorganisme semacam bakteri, jamur serta alga. Plastik *biodegradable* yang mempunyai kandungan pati amilum bisa didegradasi oleh kuman *pseudomonas* serta *bacillus* yang memutus rantai polimer jadi monomer-monomer. Senyawa

degradasi polimer tidak hanya menciptakan karbondioksida serta air, serta menciptakan senyawa organik dan aldehida yang tidak beresiko untuk lingkungan. Plastik berbahan dasar pati bisa terdekomposisi 10 sampai 20 kali dibanding dengan plastik konvensional. Plastik *biodegradable* tidak sekuat plastik berbasis petrokimia. Akan tetapi dengan dikembangkannya plastik ini dapat mengurangi limbah plastik yang semakin hari semakin menumpuk. Plastik *biodegradable* tidak beracun serta sangat aman untuk membungkus makanan. Sebagai perbandingan, plastik tradisional memerlukan waktu kira-kira 50 tahun untuk bisa terdekomposisi oleh alam, sedangkan plastik *biodegradable* bisa terdekomposisi lebih cepat. Plastik *biodegradable* yang dibakar tidak menciptakan senyawa kimia beresiko. Mutu tanah hendak bertambah dengan terdapatnya plastik *biodegradable*, sebab hasil penguraian mikroorganisme dapat meningkatkan unsur hara dalam tanah. Tetapi plastik *biodegradable* mempunyai kelemahan terhadap sifat mekaniknya, mayoritas plastik mudah terurai tidak sekuat plastik konvensional dalam sifat mekaniknya sehingga perlu ditambahkan *plasticizer*.

Pati adalah polisakarida utama yang terdapat di bumi, yang telah menarik perhatian yang sangat luas atas biodegradabilitasnya dan ketersediaannya yang sangat banyak dan dapat diperbaharui. Umumnya plastik yang disintesa dari pati (*starch*) yang mengandung kandungan air dalam jumlah yang sedikit adalah sering rapuh. Pati digunakan karena merupakan bahan yang mudah didegradasi oleh alam (Darni & Utami, 2010). Pati merupakan karbohidrat polimer yang terdiri dari polimer glukosa yang terdiri dari amilosa serta amilopektin. Amilosa merupakan polimer pita lurus dengan rata-rata dekat 200 unit per molekul glukosa.

Amilopektin merupakan komponen utama pada sebagian besar tanaman dan menyumbang hingga tiga perempat dari total jumlah pati dalam tepung terigu. Sifat serta ciri pati ialah gudang karbohidrat pada tanaman serta merupakan karbohidrat utama yang disantap manusia. Komposisi amilosa serta amilopektin bermacam-macam pada santapan yang memiliki pati berbeda. Amilopektin biasanya ditemui dalam jumlah banyak. Sebagian besar pati memiliki antara 15% serta 35% amilosa. Dalam butiran pati, rantai amilosa serta amilopektin disusun dalam wujud semi-kristal, yang membuatnya tidak larut dalam air serta memperlambat pencernaannya oleh amilase pankreas. Secara umum pati bersifat inert dan stabil, dengan adanya pergantian pada struktur fisik serta sifat kimianya pati akan terinduksi pada saat dipanaskan.

Kulit pisang mencapai 40% dari massa keseluruhan buah pisang (Nissa, B.K., M.W. Sari, 2021) sehingga menjadikannya bahan baku dengan jumlah yang potensial. Kulit pisang tanduk memiliki pati kurang lebih 29% serta bisa diperoleh secara optimal dengan pembuatan tepung kulit pisang. Dalam studi Musita (2009), melaporkan bahwa isi pati kulit pisang bergantung dari varietas

buah pisang. Isi pati resisten dari pisang raja sebesar 30,66%, pisang tanduk 29,60%, pisang ambon 29,37%, pisang kepok kuning 27,70% serta pisang manado 27,21%. Pemplastis ialah bahan kimia yang digunakan untuk kombinasi pembuatan bioplastik.

Gliserol dan sorbitol banyak digunakan sebagai pemplastis sebab secara kimia mempunyai 3 dan 6 atom karbon pada kerangka masing-masing serta satu gugus hidroksil terikat pada tiap karbon. Secara universal, pemanfaatan pemplastis pada pembuatan bioplastik berperan untuk tingkatan sifat mekanik dari bioplastik.

Sorbitol ialah *plasticizer* yang lebih efisien yakni mempunyai kelebihan untuk mengurangi hubungan hidrogen internal pada hubungan intermolekuler yang berdampak baik pada penguapan air dari produk, bisa larut dalam masing-masing rantai polimer yang memudahkan gerakan molekul polimer, sifat permeabilitas O₂ yang lebih rendah, dengan jumlah yang banyak, biayanya murah, serta bersifat non toksik (Astuti, A.W., 2011).

Plasticizer didefinisikan sebagai bahan *nonvolatile*, bertitik didih besar yang apabila ditambahkan pada material lain bisa merubah sifat wujud dari material tersebut. Peningkatan *plasticizer* bisa merendahkan kekuatan intermolekuler, menaikkan fleksibilitas serta merendahkan sifat barrier suatu film. *Plasticizer* ialah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan ke dalam polimer yang bertujuan untuk kurangi kekakuan serta menaikkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer tersebut. *Plasticizer* berperan untuk tingkatan fleksibilitas, elastisitas dan ekstensibilitas material, menghindarkan material dari 14 keretakan, dan menaikkan permeabilitas terhadap gas, uap air serta zat terlarut (Mujiarto, I., 2005).

Kitosan berasal dari kitin yang dihasilkan melalui proses deproteinisasi, demineralisasi, penghilangan warna serta deasetilasi. Untuk sebagian dekade kitosan sudah diterima sebagai bahan baku serta metode rangkaian pembawa untuk bermacam senyawa bioaktif sebab kitosan ialah jenis bahan yang mempunyai kemampuan degradasi, bioerasi serta memiliki sifat bioaktif (Kumar, R., dkk., 2000). Proses sangat berarti dari sintesis kitosan merupakan deasetilasi. Deasetilasi ialah proses hilangnya gugus asetilglukosamin pada kitin serta digantikan oleh gugus NH₂ pada kitosan (Kumar, R., dkk., 2000).

Penelitian ini menggunakan metode *melt intercalation*. *Melt intercalation* merupakan metode yang ramah lingkungan karena tidak menggunakan pelarut organik yang memicu menghasilkan limbah. Dalam metode ini pembuatan bioplastik komposit dilakukan bertujuan untuk menguatkan material dengan cara memanaskan dan mendinginkan material (Zhao, R., 2008).

III. METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, neraca analitik, oven, mikrometer sekrup, termometer, gelas ukur, gelas kimia, *hotplate*, desikator, plat plastik, penggaris, batang pengaduk, saringan.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang, kitosan, sorbitol, *silica gel*, asam asetat, akuades.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Pati Kulit Pisang Tanduk

Kulit pisang tanduk dipersiapkan sebanyak 4 kg. Kulit pisang dipotong untuk memudahkan dalam proses penghalusan. Kulit pisang dihaluskan dengan blender, ditambahkan air secukupnya untuk menghasilkan adonan kulit pisang yang kental. Adonan disaring. Setelah penyaringan didapatkan dua bagian yaitu cairan atas dan juga pati.

Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan pati kulit pisang dengan penambahan dua larutan yaitu kitosan dan sorbitol. Penyiapan larutan pati dengan mencampurkan akuades dan 10 g pati kulit pisang, diaduk dan dipanaskan selama 5 menit. Pembuatan larutan kitosan dengan cara mencampurkan larutan asam asetat 1% sebanyak 30 mL, ditambahkan 0,3 g kitosan selama ±15 menit dengan suhu 100°C pada hot plate sampai diperoleh gel kitosan. Selanjutnya, suspensi pati diaduk kembali dan dipanaskan dengan suhu 80°C selama ±5 menit pada hot plate sampai membentuk gel. Gel kitosan dicampur dengan gel pati kemudian dipanaskan sambil diaduk dengan suhu 80°C selama ±15 menit. Kemudian dicetak menggunakan plat cetakan. Langkah selanjutnya dikeringkan dengan oven dengan suhu 60°C selama 5 jam terbentuklah plastik *biodegradable* pati kulit pisang. Dilakukan perlakuan yang sama dengan variasi kitosan dan sorbitol yang berbeda.

Pengujian Ketebalan

Pengujian ketebalan plastik dilakukan dengan membandingkan keempat sisi yang berbeda dan menjumlahkan semua hasil perhitungan tiap sisi lalu dirata-ratakan. Pengujian ini menggunakan alat mikrometer sekrup untuk menghasilkan perhitungan yang lebih akurat.

Pengujian Ketahanan Air

Pengujian daya serap air dilakukan dengan merendam sampel dalam aquadest dengan suhu ruang. Sampel tersebut ditimbang terlebih dahulu sebelum di rendam dan setelah direndam. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik yang dapat membantu mengetahui berat dari plastik sebelum dan sesudah direndam.

Pengujian Biodegradasi

Pengujian ini dilakukan dengan menanam plastik pada tanah dengan kedalaman 15 cm. Plastik ditanam selama 30 hari dengan adanya pengecekan setiap 6 hari sekali. Pengecekan yang dilakukan meliputi pengukuran berat plastik yang ditanam. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah neraca

analitik yang berguna untuk mengetahui berat dari plastik sebelum dan sesudah ditanam.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pembuatan plastik *biodegradable* dari pati kulit pisang ini didasarkan pada data penelitian yang sudah ditetapkan. Tabel 1 berikut menjelaskan sampel A, B dan C dengan variasi 1,2,3 dan 4, meliputi variasi bahan yang digunakan pada penelitian.

Tabel 1. Variasi bahan pembentuk plastik *biodegradable*

No.	Sampel	Var.	Pati Kulit Pisang (g)	Kitosan	Sorbitol (mL)
1.	A	1	10	2	2
2.	A	2	10	4	2
3.	A	3	10	6	2
4.	A	4	10	8	2
5.	B	1	10	2	2,5
6.	B	2	10	4	2,5
7.	B	3	10	6	2,5
8.	B	4	10	8	2,5
9.	C	1	10	2	3
10.	C	2	10	4	3
11.	C	3	10	6	3
12.	C	4	10	8	3
13.	D	1	10	2	3,5
14.	D	2	10	4	3,5
15.	D	3	10	6	3,5
16.	D	4	10	8	3,5

Plastik *biodegradable* dibuat dengan melakukan beberapa variasi komposisi pada pati kulit pisang, sorbitol, dan kitosan. Produk plastik yang dihasilkan berupa lembaran film plastik tersaji pada gambar 1 dan tabel 1.



Gambar 1. Plastik *biodegradable*

Tabel 2. Bentuk fisik dan warna plastik *biodegradable*

No.	Sampel	Variasi	Bentuk Fisik Plastik	Warna Plastik
1.	A	1	Permukaan kasar, elastis, mudah	Coklat keemasan

			patah dan sobek	
2.	A	2	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat pekat
3.	A	3	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat pekat
4.	A	4	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat pekat
5.	B	1	Permukaan kasar, elastis, tidak mudah patah dan sobek	Coklat keemasan
6.	B	2	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat pekat
7.	B	3	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat keemasan
8.	B	4	Permukaan kasar, elastis, mudah patah dan sobek	Coklat pekat
9.	C	1	Permukaan cukup halus, elastis, mudah patah dan sobek, terdapat gelembung	Coklat keemasan
No.	Sampel	Variasi	Bentuk Fisik Plastik	Warna Plastik
10.	C	2	Permukaan kasar, elastis, mudah patah dan sobek	Coklat keemasan

11.	C	3	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat pekat
12.	C	4	Permukaan kasar, elastis, mudah patah dan sobek, terdapat gelembung	Coklat keemasan
13.	D	1	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat pekat
14.	D	2	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat keemasan
15.	D	3	Permukaan halus, elastis, tidak mudah patah ataupun sobek	Coklat pekat
16.	D	4	Permukaan kasar, tidak elastis, mudah patah dan sobek	Coklat pekat

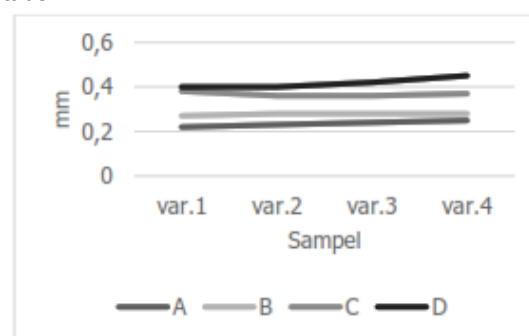
Pada saat proses pencetakan, sampel sangat kental dan agak sulit dicetak merata. Setelah kering, sampel terlepas dengan sendirinya dari cetakan dan beberapa sampel terdapat gelembung udara. Hal ini disebabkan diantaranya oleh banyaknya pektin yang ditambahkan (Nissa, B.K., M.W. Sari, 2021). Hal ini disebabkan karena pektin merupakan *gelling agent* yang dapat meningkatkan kerapatan molekul dalam bioplastik. Faktor lain yang mempengaruhi kekentalan dan ketebalan bioplastik adalah bahan kitosan yang agak sulit larut dalam air. Larutan kitosan yang berupa larutan bening terdapat gelembung-gelembung udara akibat pengadukan (Coniwanti, dkk., 2014).

Ditinjau dari tabel 2 dapat dilihat bahwa film plastik akan lebih elastis jika perbandingan kitosan yang ditambahkan tidak lebih dari 3 gram (sampel A variasi 1, B variasi 1, dan C variasi 1), warna film yang dihasilkannya pun cenderung menjadi coklat keemasan. Hal ini sepadan dengan penelitian sebelumnya, dimana plastik yang ditambahkan kitosan memiliki tekstur rapat dan kaku, sehingga

pelepasan film plastik dari cetakan dapat dengan mudah dilakukan. Adanya penambahan kitosan mempengaruhi kuantitas interaksi hidrogen, baik intramolekular maupun intermolekular di dalam plastik. Struktur rantai polimer pada kitosan akan membentuk fasa kristalin yang menyebabkan plastik menjadi kuat, kaku, dan keras (Cengristitama & Insani, 2020; Cengristitama & Wulandari, 2021).

Hasil Uji dan Analisis Plastik *Biodegradable* Pengujian Ketebalan

Hasil uji ketebalan tersaji pada gambar 2 berikut ini. Dalam penelitian ini menggunakan sampel dengan A, B, C, D dengan variasi 1, 2, 3 dan 4. Adapun penjelasan variasi tersebut terdapat dalam tabel 1.



Gambar 2. Ketebalan plastik *biodegradable*

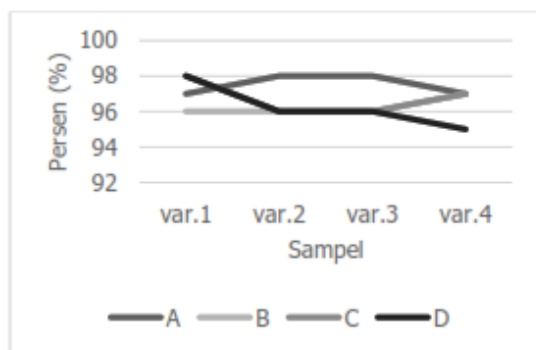
Terlihat pada grafik hasil yang didapatkan tidak semua sama, hal tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi bahan yang digunakan. Semakin tinggi komposisi bahan yang dipakai maka bioplastik yang dihasilkan pun cenderung semakin tebal. Hal tersebut dipengaruhi oleh meningkatnya molekul penyusun matriks sehingga total padatan yang terlarut di dalamnya akan semakin banyak (Nissa, B.K., M.W.Sari, 2021), sehingga menyebabkan ketebalan yang berbeda pada plastik *biodegradable*.

Berdasarkan penelitian, uji ketebalan juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kitosan dan sorbitol terhadap nilai ketebalan plastik. Ketebalan plastik *biodegradable* dari pati kulit pisang berkisar dari 0,22 mm – 0,45 mm. Nilai tertinggi yaitu 0,45 mm pada sampel D variasi 4, dengan variasi konsentrasi kitosan 8gram dan sorbitol 3,5 mL dan nilai ketebalan yang paling rendah pada A variasi 1, dengan nilai 0,22 mm dengan variasi konsentrasi kitosan 2gram dan sorbitol 2 mL.

Hasil pengujian ketebalan plastik *biodegradable* tersebut yang memenuhi syarat dalam standar maksimal ketebalan plastik *biodegradable* menurut *Japanese Industrial Standard* (1975) dengan nilai standar < 0,25 mm adalah plastik *biodegradable* dengan nilai ketebalan terendah dari semua hasil yang didapatkan, yaitu sampel A variasi 1=0,22 mm, B variasi 1=0,23 mm dan C variasi 1=0,24 mm.

Pengujian Ketahanan Air

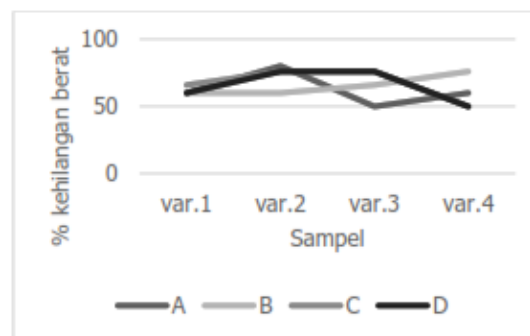
Hasil uji ketahanan air disajikan pada gambar 3. Nilai ketahanan air pada plastik *biodegradable* dari campuran pati, kitosan dan sorbitol yang terbaik 98% yaitu sampel A variasi 3, A variasi 4, B variasi 1, dan C variasi 1. Nilai tersebut mendekati nilai Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 99%. Nilai daya serap air terhadap ketahanan plastik *biodegradable* yang diperoleh berbeda-beda. Pada plastik *biodegradable* terhadap air yang diperoleh dari pati yang memiliki nilai ketahanan bioplastik sangat rendah sehingga kelarutan plastik *biodegradable* dalam air semakin cepat dan mengakibatkan plastik *biodegradable* sangat mudah hancur. Hal ini menunjukkan plastik *biodegradable* tidak tahan terhadap air karena pati bersifat hidrofilik sehingga cenderung berikatan dengan air. Pada plastik *biodegradable* dari campuran pati, kitosan dan gliserol menunjukkan bahwa adanya kitosan meningkatkan nilai ketahanan air karena sifat dari kitosan yaitu hidrofobik. Semakin besar jumlah penambahan kitosan, maka nilai ketahanan airnya semakin besar, kitosan yang ditambahkan akan menurunkan kelembaban plastik sehingga menjadi lebih kaku dan keras. Penambahan kitosan juga menjadikan interaksi hidrogen antara molekul kitosan, gliserol dan pati dengan molekul air berkurang, sehingga menyebabkan ketahanan terhadap air meningkat, sehingga bioplastik menjadi tahan air (Sari, N.I., dkk., 2022). Hal ini tentu menunjang penggunaan bioplastik jika akan digunakan sebagai kemasan.



Gambar 3. Ketahanan air plastik *biodegradable*

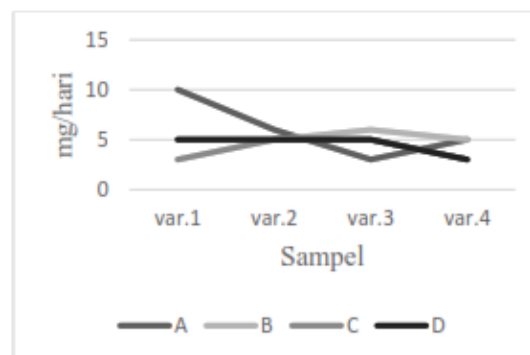
Pengujian Biodegradasi

Pada penelitian ini dilakukan dengan metode mengubur sampel di dalam tanah yang terkontrol sifat fisik dan kimiawinya, kemudian menghitung fraksi berat residual dari sampel dalam tiap satuan waktu (mg/hari). Hasil uji biodegradasi disajikan pada gambar 4, 5, dan 6.



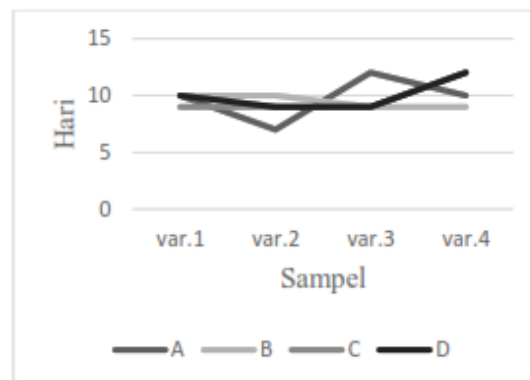
Gambar 4. Kehilangan Berat Plastik *Biodegradable*

Pada gambar 4 terlihat plastik *biodegradable* yang memiliki persen kehilangan berat paling besar yaitu 80% pada variasi konsentrasi B variasi 1 dengan perbandingan 2gram kitosan dan 2,5 mL sorbitol.



Gambar 5. Laju Degradasi Plastik *Biodegradable*

Pada penelitian ini, laju degradabilitas bioplastik paling tinggi yaitu 10 mg/hari pada sampel A₁, plastik dengan perbandingan 2gram kitosan dengan 2 mL sorbitol. Kemampuan degradasi plastik *biodegradable* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, mikroba, kelembaban dan sifat komponen yang terkandung dalam bioplastik. Seperti halnya dalam penelitian ini uji biodegradasi dilakukan di tempat yang mempunyai jenis tanah yang subur dan mempunyai tingkat kelembaban yang tinggi, sehingga bioplastik lebih cepat terdegradasi.



Gambar 6. Waktu Degradasi Sempurna

Plastik *biodegradable*

Pada gambar 6 terlihat perkiraan waktu degradasi plastik. Mengacu pada standar ASTM D-6002 yang menyatakan bahwa biodegradasi plastik *biodegradable* membutuhkan waktu selama 60 hari untuk terurai sempurna (100%). Semua sampel A, B, C, dan D dapat terdegradasi kurang dari 14 hari. Plastik dengan waktu degradasi paling cepat adalah selama 7 hari, pada sampel B variasi 1 dengan variasi konsentrasi 2gram kitosan dengan 2,5 sorbitol. Sedangkan plastik dengan waktu degradasi paling lama adalah selama 12 hari, pada sampel C variasi 1, D variasi 3, dan D variasi 4. Lama waktu terdegradasi plastik *biodegradable* juga dipengaruhi oleh komponen yang terkandung di dalamnya, dimana dalam plastik *biodegradable* ini terdapat tiga komponen yaitu pati, sorbitol dan kitosan. Kitosan yang berfungsi sebagai pengawet dan penguat dalam plastik *biodegradable* ini dapat membuat degradasi plastik *biodegradable* cenderung memerlukan waktu yang lebih lama. Hal ini sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Solekah, dkk., 2021, bahwa semakin besar penambahan kitosan, maka nilai persen degradasinya semakin turun. Penambahan kitosan juga menyebabkan ikatan rantai polimer menjadi semakin rapat, sehingga makin sulit diputus, dan ini juga menjadi factor yang menyebabkan bioplastik dengan kandungan kitosan yang tinggi menjadi lebih lama terurai.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Plastik *biodegradable* yang memenuhi syarat ketebalan plastik menurut *Japanese Industrial Standard* (1975) dengan nilai standar < 0,25 mm adalah sampel A variasi 1=0,22 mm, B variasi 1=0,23 mm dan C variasi 1=0,24 mm. Plastik *biodegradable* terbaik yang mendekati nilai SNI 7188.7:2016 untuk uji ketahanan air 99% terdapat yaitu sampel A variasi 3=98%, A variasi 4=98%, B variasi 1=98%, dan C variasi 1=98%. Plastik *biodegradable* yang memenuhi standar ASTM D-6002 untuk degradasi plastik adalah semua sampel.
2. Komposisi pati kulit pisang, kitosan dan *plasticizer* gliserol memberikan pengaruh terhadap karakteristik plastik *biodegradable*. Sampel terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sampel B variasi 1 dengan komposisi pati : kitosan : sorbitol = 10 g : 2 g : 2,5 mL.

Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan plastik yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, serta dilakukan perbandingan terhadap plastik konvensional.
2. Pengadukan harus merata mungkin dan dijaga konstan, jika tidak, maka akan terjadi glanular-glanular pada campuran larutan setelah ditambahkan dengan pati.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, A. W., 2011. PKM Pembuatan Edible Film dari Semirefine Carrageenan (Kajian Konsentrasi Tepung SRC dan Sorbitol).
- Cengristitama & V. D. Insani, 2020. *Pemanfaatan Limbah Sekam Padi dan Minyak Jelantah untuk Pembuatan Bioplastik*. Jurnal TEDC, 14(1), 15-23, ISSN 1978-0060.
- Cengristitama & G.A. Wulandari, 2021. *Variasi Penambahan Kitosan dalam Pembuatan Bioplastik dari Sekam Padi dan Minyak Jelantah*. Jurnal TEDC, 15(1), 8-14, ISSN 1978-0060.
- Coniwanti, P. dkk., 2014. *Pembuatan Film Plastik Biodegradabel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol*, Jurnal Teknik Kimia. Vol.4 No.20: 22-30.
- Darni, Y. dan H. Utami, 2010. *Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, 7(4):88-93.
- Kumar, R., Muzzarelli, R., Muzzarelli, C., & Sashiwa, H., 2000. *Chitosan Chemistry and Pharmaceutical Perspectives*. Chemical Reviews, 104, 6017–6084.
- Mujiarto, I., 2005. *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*. Jurnal Traksi, 3(2), 11-17.
- Musita., 2009. *Kajian Kandungan dan Karakteristik Pati Resisten Dari Beberapa Varietas Pisang*. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian. Bandar Lampung : Balai Riset dan Standarisasi Industri. Volume 14, No.1.
- Nissa, B.K., M.W. Sari. *Karakteristik Fisik Edible Film dengan Variasi Pektin Kulit Pisang Tanduk dan minyak Atsiri Cengkeh*. Chempublish Journal. 6(2). 118-131.
- Sari, N.I., dkk., 2022. *Pengaruh Penambahan Filler Kitosan dan CaCO₃ Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Umbi Gadung (Dioscorea hispida Densst)*. Jurnal Chemica. 23(1), 78-89
- Solekah, S., dkk. 2021. *Pengaruh Penambahan Gliserol Dan Kitosan Kulit Udang Terhadap Biodegradasi Dan Ketahanan Air Plastik Biodegradable*. Al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan. 8(2). 80-86.
- Zhao, R., 2008. *Emerging Biodegradable Materials: Starch- and Protein-Based*. J Mater Sci, 43:3058-3071.