



---

## **Pembuatan dan Karakterisasi Plastik *Biodegradable* dari Umbi Talas (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan *Filler* Kitosan dan Kalsium Silikat**

**S.Sigit Udjiana, Sigit Hadianoro, Muchamad Syarwani, Profiyanti Hermien Suharti \***

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang, Indonesia

\*E-mail: profiyantipolinema@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Permasalahan tentang sampah plastik di Indonesia berdampak pada ketidakstabilan ekosistem lingkungan dan peningkatan pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan sampah plastik tidak dapat terurai oleh mikroorganisme di dalam tanah. Inovasi untuk mengatasi masalah ini terus dilakukan, salah satunya adalah pengembangan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* dalam penelitian ini dikembangkan dengan pati umbi talas sebagai bahan utama, sorbitol sebagai plasticizer serta kitosan dan kalsium silikat sebagai *filler*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *filler* kitosan dan kalsium silikat terhadap sifat mekanik, kemampuan biodegradasi, maupun *water absorption*. Selain itu, juga dilakukan analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi dari plastik *biodegradable*. Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2%, 4%, 6% dan 8% dari berat pati yang digunakan. Plastik *biodegradable* dibuat menggunakan metode *casting*, di mana pati didispersikan ke dalam campuran air dan *plasticizer*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kemampuan degradasi paling tinggi sebesar 42,86% untuk plastik *biodegradable* dengan *filler* kalsium silikat 6%. Sedang hasil uji *water absorption* menunjukkan nilai terendah 11,76% dengan *filler* kitosan 8%. Uji kuat tarik diperoleh nilai paling besar 9,56 MPa pada *filler* kalsium silikat 6%.

**Kata kunci:** kemampuan biodegradasi, sifat mekanik, kemampuan penyerapan air

### **ABSTRACT**

Plastic waste in Indonesia became a national problematic that has an impact on the instability of environmental ecosystems and increased environmental pollution. This happens because plastic waste cannot be decomposed by microorganisms in the soil. Innovation has been carried out continuously to overcome this problem. The development of biodegradable plastic became one solution to this problem. Biodegradable plastic in this study was developed with taro tuber starch as the main ingredient, sorbitol as plasticizer and chitosan and calcium silicate as filler. The objective of this study was to determine the effect of the addition of chitosan and calcium acetate as fillers on mechanical properties, biodegradability, and water absorption. Scanning Electron Microscope (SEM) was also analyzed in this study to determine the morphology of biodegradable plastic. The variables used in this study were the amount of fillers as much as 2%, 4%, 6%, and 8% of the weight of the starch used. Biodegradable plastic has been made using the casting method, in which starch is dispersed into a mixture of water and plasticizer. The results showed that the highest biodegradation ability was 42.86% for biodegradable plastic with 6% calcium silicate filler. While the water absorption results showed the lowest value of 11.76% for biodegradable plastic with 8% chitosan filler. Tensile strength test obtained the highest value of 9.56 MPa for biodegradable plastic with 6% calcium silicate filler.

**Keywords:** biodegradability, mechanical properties, water absorption

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai permasalahan mengenai lingkungan yaitu tentang sampah plastik sintesis. Plastik jenis ini dapat mengganggu kestabilan ekosistem lingkungan dan pencemaran karena tidak dapat didaur ulang dan diurai oleh mikroorganisme. Selain itu, bahan baku utama plastik yang berasal dari minyak bumi, keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Polimer plastik yang sulit untuk terurai menyebabkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab utama pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup. Oleh karena itu, muncul penelitian – penelitian yang mengarah pada plastik yang bisa didaur ulang atau mudah dalam pengolahannya. Salah satunya berupa plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* dapat dikembangkan dari polimer yang ada di alam, baik polimer yang dapat ditemukan di dalam organisme hidup (biopolimer) maupun bahan yang masih harus melalui polimerisasi terlebih dahulu. Salah satu jenis biopolimer yang mudah didapat berasal dari umbi-umbian. Umbi-umbian mengandung pati merupakan polimer, yang ditemukan di jaringan tumbuhan dan tersusun atas rantai panjang glukosa. Pati mengandung kadar amilosa tinggi akan menghasilkan plastik *biodegradable* yang lentur dan kuat [1].

Penelitian yang pernah dilakukan dalam upaya pengembangan plastik *biodegradable* yang menggunakan sumber berupa umbi-umbian, antara lain menggunakan bahan baku ubi jalar dengan *plasticizer* gliserol dan *filler* kitosan, bahan baku pati umbi gadung dengan *plasticizer* gliserin dan *filler* serat daun nanas [3] serta bahan baku umbi jalar dengan *plasticizer* *low light density polyethylene* (LLDPE) [4]. Khan dkk. [5] secara spesifik mempelajari pengaruh jumlah kitosan terhadap plastik *biodegradable* dari pati kentang (*potato starch*) dengan penambahan serat akasia.

Selain umbi-umbian, pengembangan plastik *biodegradable* juga dilakukan menggunakan bahan-bahan yang bersifat limbah, misalkan kulit pisang. Peneliti yang

telah mengembangkan plastik *biodegradable* berbahan baku kulit pisang antara lain : Utami dkk. [6] yang menggunakan pati dari kulit pisang raja dengan *plasticizer* gliserol dan kitosan, Widyaningsih dkk. [7] dengan menggunakan *plasticizer* sorbitol dan kalsium karbonat, serta Suharti dkk. [8] dan Hardjono dkk. [9] menggunakan pati dari kulit pisang kepok.

Umbi talas memiliki kandungan pati sebesar 13-29% [10] yang dapat diperoleh dengan proses ekstraksi dan dekantasi. Pati dalam umbi talas mengandung komponen amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan komponen pati yang mempunyai rantai lurus dan larut dalam air. Amilosa memberi sifat keras, dan memiliki berat molekul rata rata 10.000 – 60.000, g/mol sedang amilopektin merupakan merupakan kompo-nen pati yang mempunyai rantai cabang. amilopektin menyebabkan sifat lengket, tidak larut dalam air dingin, dan mempunyai berat molekul 60.000-100.000. Kandungan ami-losa dan amilopektin ini menjadi dasar pemanfaatan pati umbi talas sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Selain itu, Hidayat dkk [11] telah melakukan penambahan pati talas dalam komposit polipropilena dan gula jagung. Penambahan pati talas dalam komposit tersebut cenderung menurunkan kuat lentur dan kuat tarik, tetapi meningkatkan kemampuan biodegradasi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini ditambahkan *filler* dengan berbagai variasi untuk meningkatkan kuat tarik dari plastik *biodegradable* berbahan baku pati dari umbi talas. *Filler* yang digunakan adalah kitosan, mengacu pada penelitian Khan dkk. [5], dengan kalsium silikat sebagai pengganti serat akasia

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* dalam penelitian ini adalah pati umbi talas. Umbi talas diperoleh di sekitar Kota Malang, Jawa Timur. Pati umbi talas diperoleh dengan metode ekstraksi sederhana dan dekantasi dengan menggunakan larutan NaCl. Bahan

tambahan (*additive*) yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah sorbitol sebagai *plasticizer* serta kitosan dan kalsium silikat sebagai *filler*.

Penelitian ini diawali dengan ekstraksi pati umbi talas yang dilakukan di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknik Kimia Polinema. Ekstraksi dilakukan setelah kulit umbi talas dihilangkan, dibersihkan dan direndam dengan larutan NaCl 1% selama 24 jam. *Filtrate* dan supernatan yang terbentuk dipisahkan sehingga diperoleh serbuk pati.

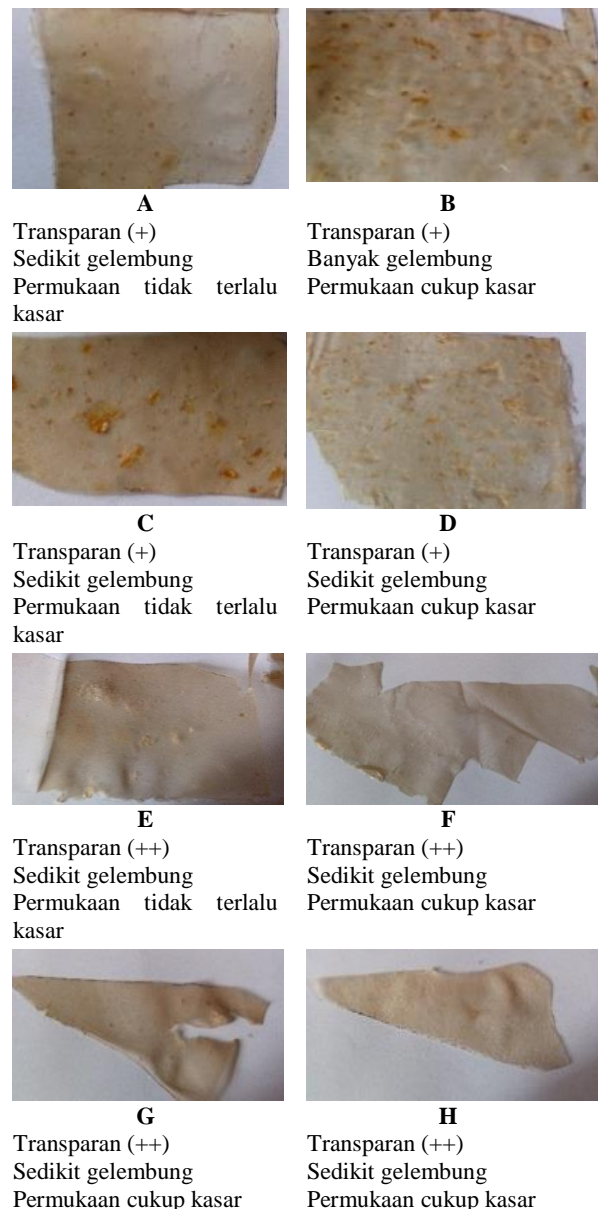
Serbuk pati yang diperoleh dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan metode *casting*, di mana pati, *filler* dan *plasticizer* dicampur hingga homogen pada suhu 70°C selama 10 menit. *Plasticizer* sorbitol ditambahkan sebanyak 40% dari berat pati, sedang *filler* yang digunakan adalah kitosan dan kalsium silikat sebanyak 2, 4, 6 dan 8%.

Plastik yang terbentuk dilakukan karakterisasi meliputi uji kuat tarik dan uji kemampuan biodegradasi. Uji kuat tarik dilakukan menggunakan *universal testing machine*, di mana sampel ditarik pada kedua ujungnya hingga terputus. Nilai kuat tarik diperoleh dari besar gaya ketika terputus dibagi dengan luas permukaan film plastik. Uji kemampuan biodegradasi dilakukan dengan menanam sampel film plastik dalam tanah (*soil burial test*) selama dua hari dan dicatat pengurangan berat yang terjadi selama penanaman (proses biodegradasi). Sebagai penunjang juga dilakukan analisa SEM untuk mengamati permukaan film plastik dengan perbesaran tertentu

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* dalam penelitian ini adalah pati dari umbi talas. Umbi talas dipilih karena memiliki kandungan pati yang cukup besar, yaitu sebesar 13-29% [10]. Hasil ekstraksi pati umbi talas yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebesar 12,8% (diperoleh 256 gram pati dari 2000 gram umbi talas).

Pembuatan plastik *biodegradable* dari pati umbi talas dilakukan dengan metode *casting* dengan menggunakan *plasticizer* sorbitol dan *filler* kitosan serta kalsium silikat. Sorbitol ditambahkan sejumlah 40% dari berat pati, sedang kitosan dan kalsium silikat ditambahkan dalam jumlah yang berbeda-beda sesuai variabel berubah. Produk plastik *biodegradable* yang dihasilkan disajikan di Gambar 1.



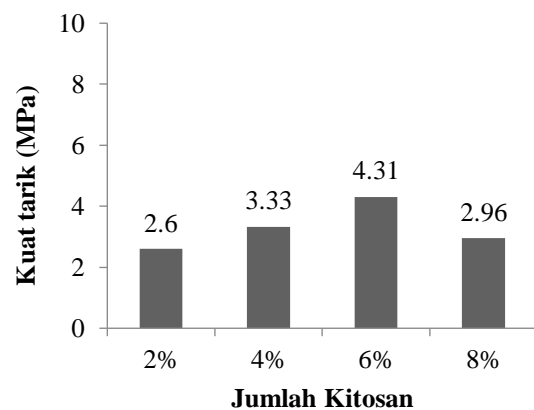
**Gambar 1** Penampakan visual hasil plastik *biodegradable* dengan *filler* kitosan 2% (A), kitosan 4% (B), kitosan 6% (C) dan kitosan 8% (D) serta plastik *biodegradable* dengan *filler* kalsium silikat 2% (E), kalsium silikat 4% (F), kalsium silikat 6% (G) dan kalsium silikat 8% (H).

Gambar tersebut menunjukkan bahwa secara visual plastik *biodegradable* dengan *filler* kalsium silikat lebih transparan daripada plastik *biodegradable* yang menggunakan *filler* kitosan. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Khan dkk. [5], yang menyatakan bahwa penambahan kitosan memberikan efek transparan apabila penambahan dilakukan minimal 50% dari jumlah pati, apabila kurang dari 50% dari jumlah pati maka penampaknya akan cenderung buram. Efek transparan ini dikarenakan kehadiran kitosan dalam pati akan membentuk ikatan hidrogen dengan pati, sehingga melemahkan ikatan hidrogen antar pati sendiri. Dengan lemahnya ikatan hidrogen antar pati maka secara visual film plastik menjadi lebih transparan [12]. Kitosan yang digunakan dalam penelitian ini hanya berkisar 2 – 8% sehingga menghasilkan plastik *biodegradable* yang lebih buram meskipun masih terlihat transparan.

Penambahan kalsium silikat menghasilkkan plastik *biodegradable* dengan permukaan yang cukup kasar. Hal ini dikarenakan kalsium silikat yang digunakan masih dalam ukuran yang cukup besar sehingga kurang homogen. Apabila kalsium silikat ditambahkan dalam ukuran yang lebih kecil, atau bahkan dalam ukuran nano, maka kalsium silikat akan membentuk kalsium silikat hidrat (C-S-H) dan berikatan dengan pati [13]. Ikatan tersebut memberi efek yang sama seperti ikatan kitosan dengan pati.

Hasanah & Haryanto [14] dan Widyarningsih dkk. [7] juga menggunakan *filler* kalsium karbonat dan *clay* dengan sumber pati limbah tapioka serta kulit pisang dalam penelitiannya. Secara visual penambahan kombinasi kalsium karbonat dan *clay* pada pati dari limbah tapioka menghasilkan plastik *biodegradable* yang sangat transparan karena adanya ikatan hidrat dari kalsium yang terdapat dalam kalsium karbonat dan *clay*. Ikatan ini melemahkan ikatan hidrogen antar pati [12]. Pengaruh jenis dan jumlah *filler* terhadap kuat tarik plastik *biodegradable*.

Hidayat dkk. [11] menyatakan bahwa penambahan pati umbi talas menurunkan nilai kuat tarik sehingga dalam penelitian ini dilakukan penambahan *filler* untuk mengimbangi pengaruh pati umbi talas. *Filler* yang dipilih adalah kitosan dan kalsium silikat. Kitosan dipilih karena berfungsi sebagai *reinforcing agent* (agen penguat) seperti dinyatakan oleh Khan dkk. [5]. Penambahan kitosan menjadikan plastik *biodegradable* lebih kaku dan meningkatkan nilai kuat tariknya. Sifat kaku ini berdampak pada menurunnya nilai fleksibilitas yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai *elongation at break*. Hasil pengukuran nilai kuat tarik untuk plastik *biodegradable* dengan *filler* kitosan tersaji di Gambar 2. Hasil ini sejalan dengan penelitian Khan dkk. [5], akan tetapi nilai *elongation at break* tidak dianalisa sehingga pengaruh kitosan terhadap fleksibilitas plastik *biodegradable* tidak dapat diamati.



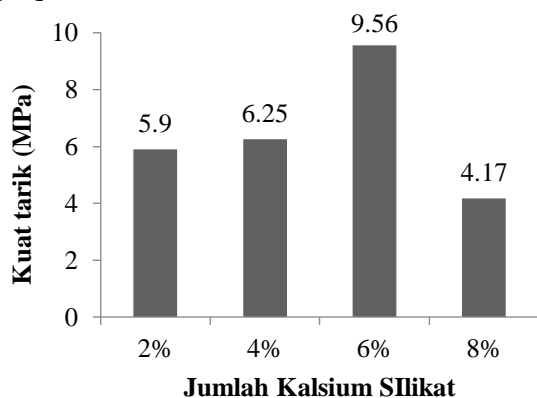
**Gambar 2.** Pengaruh penambahan kitosan terhadap kuat tarik plastik *biodegradable* dari pati umbi talas.

Nilai kuat tarik dalam penelitian ini berkisar antara 2,6 – 4,31 Mpa, lebih kecil apabila dibandingkan dengan penelitian Khan dkk. [5], yang berkisar antara 25 – 55 Mpa. Perbedaan ini dikarenakan perbedaan jumlah penambahan kitosan. Kitosan yang ditambahkan dalam penelitian ini maksimal hanya 8%, sedang Khan dkk. [5] menggunakan kitosan 20 – 80%.

Kitosan mengandung gugus amino yang berikatan dengan gugus OH<sup>-</sup> yang terdapat

pada pati umbi talas. Ikatan ini dikenal sebagai ikatan hidrogen intermolekular. Penambahan kitosan berarti gugus amino semakin banyak dan ikatan hidrogen intermolekular yang terbentuk juga semakin kuat sehingga plastik *biodegradable* yang dihasilkan juga semakin kuat [12,15].

Kondisi ini juga berlaku dengan penambahan *filler* kalsium silikat, seperti terlihat di Gambar 3. Kalsium silikat di dalam air akan membentuk kalsium hidroksida, yang dapat berikatan dengan gugus OH<sup>-</sup> yang terdapat pada pati umbi talas. Selain itu, juga terbentuk ikatan hidrat membentuk kalsium silika hidrat (C-S-H) dimana ikatan-ikatan tersebut menguatkan *bonding strength* sehingga nilai kuat tarik plastik *biodegradable* dengan *filler* kalsium silikat lebih tinggi daripada nilai kuat tarik plastik *biodegradable* dengan *filler* kitosan [13].



**Gambar 3** Pengaruh penambahan kalsium silikat terhadap kuat tarik plastik *biodegradable* dari pati umbi talas.

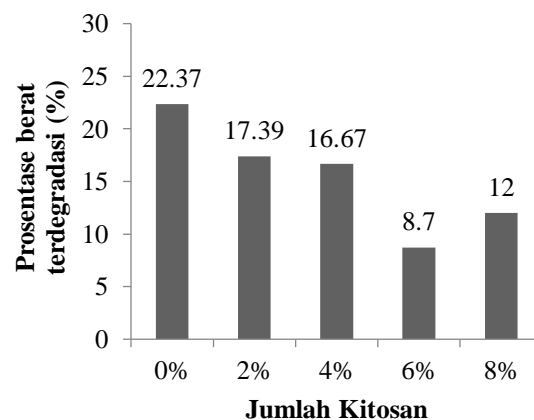
Semakin banyak kalsium silikat yang ditambahkan maka nilai kuat tarik semakin tinggi, kecuali pada penambahan *filler* kalsium silikat 8%. Dengan demikian, plastik *biodegradable* dengan kuat tarik terbaik adalah plastik *biodegradable* dengan penambahan *filler* kalsium silikat sebesar 6%, dengan nilai kuat tarik sebesar 9,56 Mpa.

Penambahan *filler* kitosan maupun kalsium silikat 8% menghasilkan kuat tarik yang paling rendah, apabila dibandingkan dengan jumlah yang lain. Hal ini disebabkan karena kitosan dan kalsium silikat yang dicampurkan belum homogen, sehingga

penambahan *filler* yang semakin banyak menghasilkan *properties* yang berbeda dengan tren sebelumnya. Seharusnya *filler* kitosan dilarutkan terlebih dahulu dalam larutan asam asetat agar lebih homogen, sedang kalsium silikat digunakan ukuran nano

### 3.1. Pengaruh jenis dan jumlah *filler* terhadap kemampuan biodegradasi plastik *biodegradable*.

Penambahan pati umbi talas dalam komposit polipropilena dan gula jagung yang dilakukan oleh Hidayat dkk [10] dapat meningkatkan kemampuan biodegradasi dari plastik *biodegradable*. Kemampuan biodegradasi dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan *soil burial test* terhadap sampel plastik *biodegradable* selama dua hari. Kemampuan biodegradasi ditunjukkan dengan besarnya prosentase penurunan berat plastik *biodegradable* setelah *soil burial test*. Kemampuan biodegradasi dari plastik *bio-degradable* pati umbi talas dengan *filler* kitosan disajikan di Gambar 4.

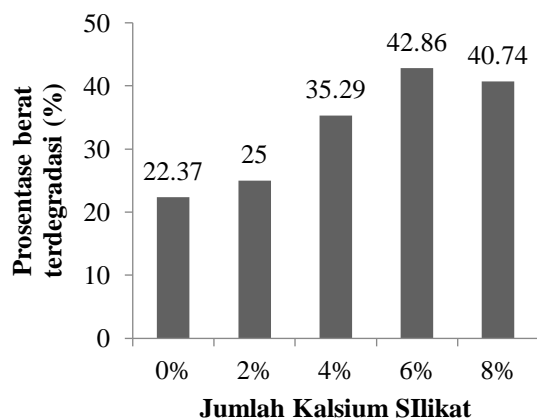


**Gambar 4** Pengaruh penambahan kitosan terhadap kemampuan biodegradasi dari plastik *biodegradable* pati umbi talas.

Gambar 4 menunjukkan kondisi yang berbeda dari hasil penelitian Hidayat dkk [11]. Semakin banyak penambahan kitosan menghasilkan kemampuan biodegradasi yang semakin rendah. Coniwanti dkk. [16] menyajikan hasil yang berbeda dengan hasil penelitian Hidayat dkk [11], dan sejalan dengan hasil penelitian ini. Coniwanti dkk.

[16] menunjukkan bahwa dengan bertambahnya jumlah kitosan yang digunakan maka plastik *biodegradable* lebih sulit didegradasi. Hal ini karena kitosan bersifat hidrofobik sehingga melindungi plastik *biodegradable* dari air yang terkandung di dalam tanah [16].

Berkurangnya air dalam plastik *biodegradable* yang tertanam di tanah menjadikan plastik *biodegradable* lebih tahan terhadap serangan mikroorganisme pengurai yang terkandung di dalam tanah. Sedang untuk penambahan *filler* kalsium silikat berlaku sebaliknya, seperti terlihat di Gambar 5. Peningkatan jumlah kalsium silikat menghasilkan plastik *biodegradable* dengan kemampuan biodegradasi yang semakin besar atau dengan kata lain plastik *biodegradable* lebih mudah terurai. Seharusnya kalsium silikat memiliki sifat yang hidrofobik [18] sehingga air di dalam tanah tidak mudah terserap ke plastik *biodegradable* dan kemampuan degradasi akan menurun dengan bertambahnya kalsium silikat.



**Gambar 5** Pengaruh penambahan kalsium silikat terhadap kemampuan biodegradasi dari plastik *biodegradable* pati umbi talas.

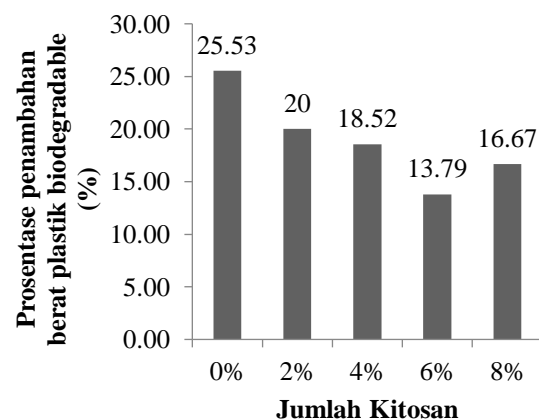
Akan tetapi dalam penelitian ini, diperoleh hasil sebaliknya. Dengan demikian perlu dilakukan analisa lanjutan terkait interaksi antara kalsium silikat dengan pati dan komponen aditif lain, seperti sorbitol. Analisa lanjutan dapat dilakukan dengan menggunakan FTIR, di mana gugus yang terdapat dalam plastik *biodegradable* dapat

diamati perubahannya dengan adanya penambahan kalsium silikat.

Apabila ditinjau dari kemampuan biodegradasi, plastik *biodegradable* yang mempunyai kemampuan biodegradasi terbaik adalah plastik *biodegradable* dengan *filler* kitosan 6% yang menunjukkan kemampuan biodegradasi hanya 8,7%.

### 3.2. Pengaruh jenis dan jumlah *filler* terhadap *water absorption* plastik *biodegradable*.

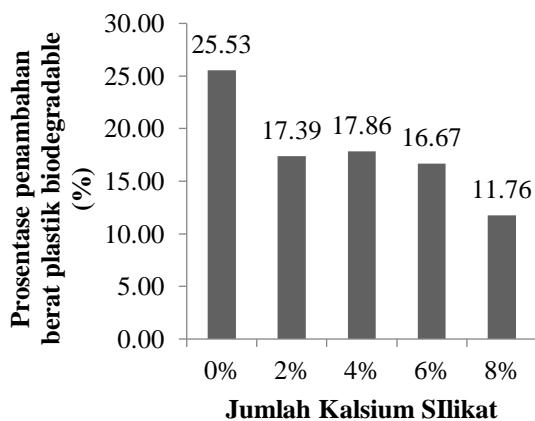
Uji ketahanan terhadap air, atau dikenal dengan istilah *water absorption*, dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat ketahanan plastik terhadap air. Uji ini diperlukan untuk membandingkan sifat plastik *biodegradable* dengan plastik sintesis *non biodegradable*. Hal ini dikarenakan plastik dipilih salah satu alasannya adalah berdasar kemampuannya yang tahan terhadap air [15, 19]. Ketahanan plastik terhadap air dihitung berdasarkan prosentase peningkatan berat plastik *biodegradable* setelah direndam ke dalam air. Hasil uji *water absorption* dari pati umbi talas dengan *filler* kitosan disajikan di Gambar 6, sedang dengan *filler* kalsium silikat disajikan di Gambar 7.



**Gambar 6** Pengaruh penambahan kitosan terhadap kemampuan *water absorption* dari plastik *biodegradable* pati umbi talas.

Gambar 6 menunjukkan bahwa penambahan *filler* kitosan menyebabkan *water absorption* dari plastik *biodegradable* menjadi berkurang. Hal ini sejalan dengan pene-

litian Anggraini dkk. [19] dan Puspita dkk. [20]. Penurunan *water absorption* disebabkan karena kitosan memiliki sifat hidrofobik sehingga mencegah terserapnya air ke dalam plastik *biodegradable*. Penambahan *filler* kitosan berpengaruh positif terhadap kemampuan *water absorption* mengingat seharusnya plastik *biodegradable* memiliki sifat tahan terhadap air atau dengan kata lain nilai *water absorption* seharusnya rendah. Akan tetapi dalam Gambar 6 terlihat bahwa nilai *water absorption* meningkat kembali ketika penambahan kitosan 8%. Dengan demikian perlu kajian lebih lanjut terkait jumlah kitosan yang ditambahkan untuk meminimalkan nilai *water absorption*.



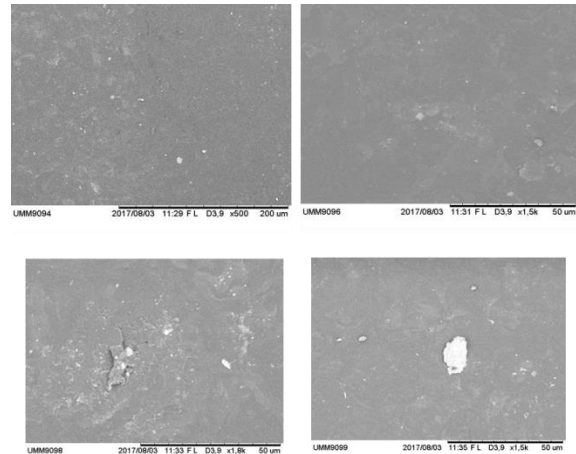
**Gambar 7** Pengaruh penambahan kalsium silikat terhadap kemampuan *water absorption* dari plastik *biodegradable* pati umbi talas.

Kondisi ini juga berlaku untuk penambahan *filler* kalsium silikat, seperti terlihat di Gambar 7. Penambahan kalsium silikat sebagai *filler* semakin memperkuat ketahanan plastik *biodegradable* terhadap air, yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai *water absorption*. Akan tetapi nilai *water absorption* tersebut masih terlalu tinggi sehingga kajian berikutnya dapat dilakukan dengan penambahan *filler* kalsium silikat berukuran nano partikel.

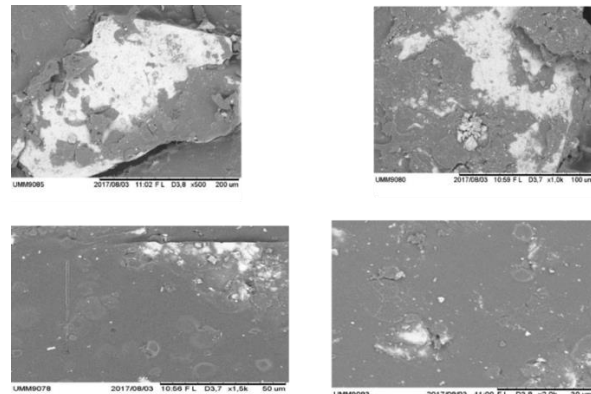
### 3.3. Pengaruh jenis *filler* terhadap morfologi plastik *biodegradable*

Morfologi plastik *biodegradable* dengan *filler* kitosan dan kalsium silikat dianalisa

dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil SEM diharapkan dapat menunjukkan pengaruh masing-masing *filler*. Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan hasil SEM untuk plastik *biodegradable* dengan penambahan *filler* kitosan 8% dan kalsium silikat 8%.



**Gambar 8** Hasil SEM plastik *biodegradable* dengan penambahan *filler* kitosan 8%.



**Gambar 9** Hasil SEM plastik *biodegradable* dengan penambahan *filler* kalsium silikat 8%.

Kedua gambar menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan untuk permukaan masing-masing plastik *biodegradable*. Sampel plastik *biodegradable* dengan penambahan *filler* kitosan dan kalsium silikat 8% dipilih dengan harapan mempunyai sifat fisik dan mekanik terbaik. Akan tetapi hasil analisa *tensile strength* menunjukkan hasil yang berbeda dari harapan.

*Filler* kitosan menghasilkan plastik *biodegradable* dengan kerapatan struktur permukaan yang cukup tinggi. Permukaan



plastik terlihat lebih halus dan retakan pada permukaan sangat sedikit. Hasil SEM tersebut menunjukkan bahwa kitosan bercampur secara homogen dengan komponen penyusun yang lain sehingga menghasilkan plastik dengan kerapatan yang sangat baik. Hal ini karena kitosan dalam campuran bermuatan positif sehingga bersifat sebagai flokulan yang sangat baik dan pengikat ion – ion lain [21].

Hasil SEM plastik *biodegradable* dengan penambahan *filler* kalsium silikat 8% sangat berbeda dengan gambar sebelumnya. Gambar 9 menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* dengan *filler* kalsium silikat mempunyai struktur plastik yang kasar dan memiliki banyak retakan. Gambar 9 juga menunjukkan bahwa kalsium silikat tidak menyatu dengan komponen plastik yang lain dan cenderung merusak bagian plastik. Hal ini mengakibatkan plastik menjadi rapuh dan mudah pecah. Kalsium silikat dalam penelitian ini diperoleh dari serbuk kaca yang belum berukuran nano sehingga tidak dapat bercampur secara homogen dengan komponen lain penyusun plastik. Penelitian selanjutnya dapat digunakan kalsium silikat sebagai *filler* dalam ukuran nano.

#### 4. KESIMPULAN

Penambahan *filler* kitosan dan kalsium silikat memiliki pengaruh yang sama terhadap kuat tarik dan *water absorption* plastik *biodegradable*. Penambahan *filler* menyebabkan kuat tarik semakin tinggi dan *water absorption* semakin rendah. Sedangkan untuk kemampuan degradasi, *filler* kitosan dan kalsium silikat memiliki pengaruh yang berkebalikan. *Filler* kitosan menurunkan kemampuan degradasi apabila dibandingkan tanpa pemakaian *filler* (blanko) atau dapat dikatakan plastik *biodegradable* dengan *filler* kitosan sedikit lebih tahan lama. *Filler* kalsium silikat menyebabkan kemampuan degradasi meningkat dan semakin cepat terdegradasi.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *filler* kitosan dan kalsium silikat dapat memperbaiki sifat

mekanik dari plastik *biodegradable*, akan tetapi masih memerlukan kajian lebih lanjut untuk penggunaan kalsium silikat yang masih belum homogen serta analisa FTIR untuk melihat interaksi kalsium silikat terhadap degradasi plastik *biodegradable*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada UPT P2M Politeknik Negeri Malang yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Reguler DIPA Polinema tahun 2017.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Nisah, Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbi-an Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable, *J. Biot.*, vol. 5, no. 2, hal. 106–113, 2017.
- [2] S. Aripin, B. Saing, and E. Kustiyah, Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation, *J. Tek. Mesin*, vol. 06, no. 2, hal. 79–84, 2017.
- [3] M. Yuniwati, R. Handayani, S. W. Kristanti, and U. Wikaningtyas, Pemanfaatan Umbi Gadung Dan Serat Daun Nanas Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable, *J. Teknol. Technoscience*, vol. 9, no. 2, hal. 147–152, 2017.
- [4] H. Setiawan and M. Lutfi, Optimasi Plastik *Biodegradable* Berbahan Jelut (Marantha arundinacea L) dengan Variasi LLDPE untuk Meningkatkan Karakteristik Mekanik, *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 2, no. 2, hal. 124–130, 2014.
- [5] R. A. Khan, S. Sultana, M. Z. I. Mollah, N. Akter, and F. B. Quader, Biodegradable Colour Polymeric Film (Starch-Chitosan) Development: Characterization for Packaging Materials, *Open J. Org. Polym. Mater.*, vol.



- 06, no. 01, hal. 11–24, 2016.
- [6] M. R. Utami, Latifah, and N. Widiarti, Sintesis Plastik *Biodegradable* Dari Kulit Pisang Dengan Penambahan Kitosan Dan *Plasticizer* Gliserol, *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 2, no. 2, hal. 163–167, 2014.
- [7] S. Widyaningsih, D. Kartika, and Y. Tri Nurhayati, Pengaruh Penambahan Sorbitol Dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik Dan Sifat Biodegradasi Film Dari Pati Kulit Pisang, *Molekul*, vol. 7, no. 1, hal. 69–81, 2017.
- [8] P.H Suharti, N. Hendrawati, A. Suharti, Studi Awal Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana Colla*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Film Biodegradable, *Jurnal Teknik: Ilmu dan Aplikasi*, vol. 1, no.1, 2015 .
- [9] Hardjono, P.H. Suharti, D. A. Permatasari, and V. A. Sari, Pengaruh Penambahan Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Film Plastik Biodegradable Dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata balbisiana Colla*), *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 5, no. 1, hal. 22–28, 2016.
- [10] N. Aryanti, A. Kusumastuti, and W. Rahmawati, Pati Talas (*Colocasia Esculenta* (L.) Schott) Sebagai Alternatif Sumber Pati Industri, *Momentum*, vol. 13, no. 1, hal. 46–52, 2017.
- [11] R. Hidayat, S. Mulyadi, and S. Handani, Pengaruh Penambahan Pati Talas Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat *Biodegradable* Plastik Campuran Polipro-pilena Dan Gula Jagung, *Fis. Unand*, vol. 4, no. 3, hal. 267–271, 2015.
- [12] K. M. Dang and R. Yoksan, Development of thermoplastic starch blown film by incorporating plasticized chitosan, *Carbohydr. Polym.*, vol. 115, hal. 575–581, 2015.
- [13] S. J. Ding, C. K. Wei, and M. H. Lai, Bioinspired calcium silicate-gelatin bone grafts for load-bearing applications, *J. Mater. Chem.*, vol. 21, no. 34, hal. 12793–12802, 2011.
- [14] Y. R. Hasanah and H. Haryanto, Pengaruh Penambahan Filler Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Plastik dari Limbah Tapioka, *Techno, J. Fak. Tek.*, vol. 18, no. 2, hal. 96–107, 2017.
- [15] T. Bourtom, Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film form rice starch-chitosan, *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, vol. 30, no. April, hal. 149–165, 2008.
- [16] P. Coniwanti, L. Laila, and M. R. Alfira, Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pemplastis Gliserol, *J. Tek. Kim.*, vol. 20, no. 4, hal. 22–30, 2014.
- [17] Y. Darni and H. Utami, Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum, *J. Rekayasa Kim. dan Lingkungan*, vol. 7, no. 4, hal. 88–93, 2010.
- [18] K. Chrissafis, G. Antoniadis, K. M. Paraskevopoulos, A. Vassiliou, and D. N. Bikiaris, Comparative study of the effect of different nanoparticles on the mechanical properties and thermal degradation mechanism of in situ prepared poly( $\epsilon$ -caprolactone) nanocomposites, *Compos. Sci. Technol.*, vol. 67, no. 10, hal. 2165–2174, 2007.
- [19] T. Anggraini, F. Azima, and R. Yerrina, The Effect of Chitosan Concentration on the Characteristics of Sago, *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.*, vol. 8, no. 1, hal. 1339–1351, 2017.
- [20] N. Fajar, S. Altway, L. Johar, D. Ayu, and D. Rosita, The Effect of the Addition of Glycerol and Chitosan in the Biodegradable Plastics Production from ‘ Porang ’ Flour (*Amorphophallus muelleri* Blume), in *Proceedings of The 9th Joint Conference on Che-*

*mistry*, Semarang, 2015, hal. 312–316.

- [21] M. Hendra, S. Ginting, M. Kristiani, Y. Amelia, and R. Hasibuan, The Effect of Chitosan, Sorbitol, and Heating Temperature Bioplastic Solution on Mechanical Properties of Bioplastic from Durian Seed Starch (*Durio zibehinus*), *J. Eng. Res. Ahall.*, vol. 6, no. 1, hal. 33–38, 2016.