



KAJIAN PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DARI TAPIOKA DENGAN PENGUAT LEMPUNG DAN SILIKA SEKAM PADI

Nunung Nurfajjah, Endarujy Sedyadi*

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-540971
Email: endarujy@yahoo.com*

Abstrak. Telah disintesis dan dikarakterisasi plastik biodegradabel komposit pati-silika sekam padi dan plastik komposit pati-kaolin. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh komposisi terbaik dari filler silika sekam padi maupun kaolin sebagai filler komposit plastik, mengetahui pengaruh perbandingan penambahan filler silika dan kaolin terhadap sifat fisik dan sifat mekanik plastik, serta mengetahui degradasi plastik biodegradabel saat dikubur dalam tanah. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu isolasi silika sekam padi dan preparasi awal kaolin, sintesis plastik biodegradabel dengan filler silika dan kaolin untuk mengetahui konsentrasi silika dan kaolin dengan nilai kuat tarik terbaik. Kemudian plastik dengan nilai kuat tarik terbaik dikarakterisasi menggunakan FT-IR dan XRD. Serta uji biodegradasi plastik biodegradabel. Hasil uji mekanik menggunakan filler silika dengan kuat tarik terbaik yaitu dengan konsentrasi 30% yaitu sebesar 0.9759 N. Sedangkan uji mekanik menggunakan filler kaolin dengan kuat tarik terbaik yaitu dengan konsentrasi 60% yaitu sebesar 0.9682 N. Plastik komposit pati-silika sekam padi bersifat amorf sedangkan plastik komposit pati-kaolin bersifat sedikit kristalin. Uji biodegradasi menunjukkan bahwa plastik komposit pati-silika yang bersifat amorf lebih cepat terdegradasi dalam tanah dibandingkan dengan plastik komposit pati-kaolin yang bersifat kristalin.

Kata kunci: plastik biodegradabel, filler, silika sekam padi, kaolin, uji biodegradasi.

This publication is licensed under a



Pendahuluan

Permasalahan lingkungan di Indonesia saat ini adalah limbah plastik, yaitu semakin bertambahnya penumpukan sampah plastik yang menyebabkan rusaknya lingkungan. Plastik konvensional yang masih sering digunakan berasal dari bahan polimer sintesis petroleum atau gas alam yang sulit didaur ulang dan diuraikan oleh pengurai. Perlu adanya alternatif bahan alami untuk pembuatan plastik agar dapat dengan mudah diurai oleh pengurai. Plastik biodegradabel ini dibuat untuk mempermudah proses degradasi terhadap reaksi enzimatik mikroorganisme.

Menurut Julianti (2006), ditinjau dari permasalahan lingkungan tersebut, muncul pemikiran penggunaan bahan alternatif untuk membuat material polimer yang ramah lingkungan. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Bahan polimer diperoleh secara murni dari hasil pertanian dalam bentuk tepung, pati atau isolat. Komponen polimer hasil pertanian adalah polipeptida (protein), polisakarida (karbohidrat) dan lipida. Keunggulan polimer hasil pertanian adalah bahannya yang berasal dari sumber yang terbarukan (renewable) dan dapat dengan mudah dihancurkan secara alami (biodegradabel) dalam media tanah dengan waktu cepat.

Menurut Jane (1995), sintesis plastik biodegradabel yang sangat efektif dan efisien adalah dengan cara blending berbagai polimer alam. Dengan cara ini polimer seperti pati, khitin dan khitosan, selulosa dapat dibuat plastik. Pada dasarnya, semua polimer alam bersifat biodegradabel, akan tetapi memiliki sifat mekanik yang relatif rendah, rapuh dan mudah rusak oleh

pengaruh termal. Penambahan pemlastis pada polimer alam seperti pati dapat meningkatkan kekuatan mekaniknya.

Menurut Asiah (1994), Struktur kimia pati merupakan campuran biopolimer rantai lurus amilosa dan rantai bercabang amilopektin. Proporsi amilosa dan amilopektin menentukan sifat-sifat pati. Jika kandungan amilosa dalam pati meningkat maka viskositas dan kekuatan gel dari pasta pati juga meningkat. Bahkan amilosa murni menghasilkan film yang kuat. Rasio amilosa dan amilopektin pati tergantung pada sumbernya. Pati yang berasal dari tapioka akan berbeda proporsinya dibandingkan dengan pati dari kentang atau pati sagu. Pada penelitian ini digunakan jenis pati yang diperoleh dari tapioka yang memiliki kadar amilosa 20-30%. Paticizer yang digunakan adalah gliserol karena gliserol merupakan golongan polyol yang bila bereaksi dengan kitosan dapat menghasilkan film plastik biodegradabel yang kuat dan fleksibel.

Lempung adalah salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia, namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Pada umumnya lempung hanya untuk pembuatan genteng, batubata, dan barang-barang kerajinan lainnya. Seiring perkembangan zaman dan teknologi maka lempung tersebut dapat dipakai sebagai filler yang berukuran nano, yang sering disebut dengan nanofiller. Nanofiller ini dapat dimasukkan ke dalam suatu material polimer yang dapat menghasilkan material nanocomposite dengan peningkatan beberapa sifat dasar polimer tersebut, seperti sifat mekanik, sifat ketahanan termal, ketahanan terhadap bahan kimia dan sifat bakar (flammability). Selain lempung, penelitian ini memanfaatkan sekam padi sebagai sumber silika untuk dijadikan sebagai filler dari komposit plastik.

Berdasarkan hasil penelitian dan literatur disebutkan bahwa abu sekam padi mengandung sekitar 85% - 90% senyawa silika (SiO₂) bentuk amorf (Khalid, 2008). Sekam padi ini merupakan sumber silika yang potensial untuk digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan komposit plastik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pengisi dalam plastik biodegradabel yakni dengan memanfaatkan lempung dan silika sekam padi. Sehingga, lempung yang melimpah di Indonesia dapat dimanfaatkan secara maksimal. Begitu pula dengan sekam padi yang biasanya terbuang sia-sia, dalam penelitian ini sekam padi akan dimanfaatkan sebagai filler dalam bioplastik karena semua yang ada di bumi yang diciptakan Allah tidaklah sia-sia.

Bahan dan Metode

Bahan Penelitian

pati tapioka, lempung kaolin, silika, asam klorida, asam sulfat, gliserol dan akuades.

Peralatan Penelitian

Seperangkat gelas kimia dan alat-alat ukur, kaca pencetak, neraca digital, stopwatch, pengaduk ultrasonic, pengaduk kaca, termometer, cawan porselen, hot plate, oven. Alat pengujian film menggunakan tensile strength, elongation tester, micrometer scrup, FT-IR dan XRD.

Metode Penelitian

Isolasi silika dari sekam padi

Sekam padi yang telah disiapkan dicuci terlebih dahulu dengan air, kemudian sekam padi dikeringkan di udara kering terbuka dan dibersihkan dari kotoran-kotoran pengikut seperti daun-daun padi, pasir dan kerikil. Kemudian setelah sekam padi kering, diambil 60 gram sekam padi kemudian direndam ke dalam larutan HCL 10% pada temperature 100 0C selama 2 jam. Selanjutnya sekam padi hasil rendaman dikeringkan dengan cara diangin-anginkan. Setelah kering, sekam padi dibakar pada temperature 850 0C selama 4 jam. Sekam padi yang telah menjadi abu, kemudian digerus dan disaring menggunakan ayakan 40 mesh. (Agung dkk, 2013). Setelah didapat abu silika berwarna putih, kemudian diuji dengan menggunakan FT-IR dan XRD.

Preparasi awal lempung kaolin

Kaolin sebanyak 1 kg dihaluskan menggunakan lumpang porselen. Setelah itu, kaolin yang sudah dihaluskan, diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 150 mikron. Kaolin sebanyak 50 gram didispersikan ke dalam 500 mL akuades. Suspensi diaduk menggunakan magnetik stirer selama 4 jam. Setelah itu, larutan kaolin diendapkan selama 1 jam atau hingga terbentuk endapan putih keabu-abuan. Kemudian endapan dibuang dan filtrat diambil lalu didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam lapisan air dibuang kemudian endapan yang diperoleh dipanaskan menggunakan oven pada suhu 100 oC selama 12 jam. Kaolin yang sudah dipanaskan dengan oven dihaluskan dengan lumpang porselen kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 106 mikron, sehingga diperoleh

kaolinit. Kemudian dikarakterisasi menggunakan FT-IR dan XRD.

Pembuatan Plastik Biodegradabel

Konsentrasi pati dan gliserol dibuat konstan yaitu 3% pati dan 1,5% gliserol. Sedangkan konsentrasi lempung dan silika sebagai bahan penguat dibuat bervariasi yaitu 0,05% ; 0,10% ; 0,15% ; 0,30% ; 0,45% dan 0,60%.

Prosedur pembuatan plastik biodegradabel komposit pati-silika dan plastik komposit pati-kaolin dilakukan dalam dua langkah secara bersamaan. Langkah pertama adalah pembuatan larutan pati dengan penambahan plasticizer gliserol. Sebanyak 80 ml aquades dipanaskan pada suhu 60 0C. Kemudian ditambahkan pati 3% (b/v). Larutan diaduk menggunakan magnetic stirrer sambil dipanaskan diatas hot plate sampai pati tergelatinisasi. Setelah pati terbentuk glatin, ditambahkan plasticizer gliserol 1,5% (v/v) sambil terus diaduk dan dipanaskan selama 30 menit. Sampai terbentuknya larutan pati-gliserol.

Langkah kedua yaitu pembuatan suspensi lempung kaolin maupun silika sekam padi. Mula-mula kaolin maupun silika dengan masing-masing konsentrasi 0,05% ; 0,10% ; 0,15% ; 0,30% ; 0,45% dan 0,60% (b/b) didispersikan dalam 20 ml aquades. Suspensi diaduk menggunakan magnetic stirrer diatas hot plate selama 30 menit. Setelah itu, suspensi kaolin maupun silika ditambahkan ke dalam larutan pati-gliserol. Campuran diaduk menggunakan magnetic stirrer diatas hot plate selama 10 menit pada suhu 85 0C, sehingga terbentuk larutan film. Setelah itu, larutan film dituang pada cetakan kaca kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50 0C selama 24 jam, lalu didiamkan pada suhu ruang selama 48 jam. Setelah kering film dikelupas dari cetakan dan dipotong kecil untuk dikarakterisasi sifat fisik dan kimianya.

Karakterisasi plastik biodegradabel komposit pati-silika dan komposit pati-kaolin

Karakterisasi yang dilakukan meliputi ketebalan film, kuat tarik, persen pemanjangan, FT-IR dan XRD.

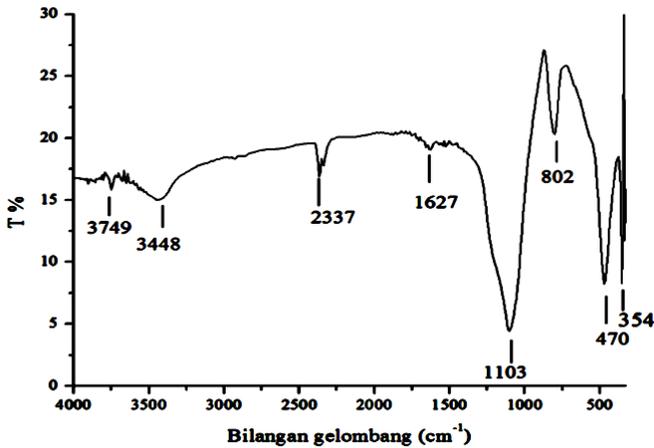
Uji biodegradasi

Hasil plastik biodegradabel yang terbaik diuji biodegradasinya dengan menguburkan dalam tanah selama 3 hari dan dihitung berat kehilangan massanya.

Hasil dan Pembahasan

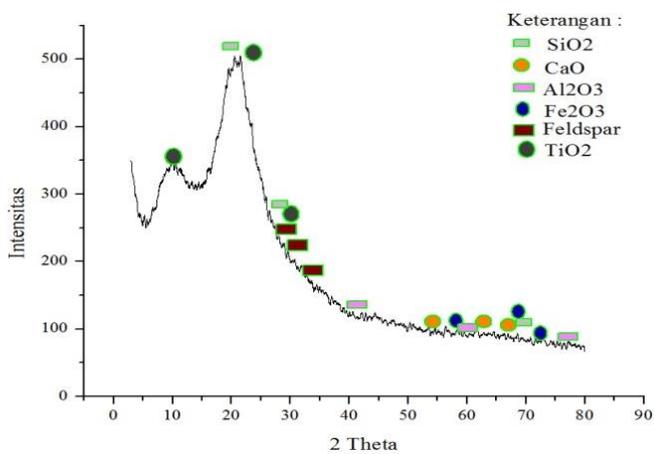
Karakterisasi menggunakan FT-IR dan XRD abu silika sekam padi

Pita serapan pada bilangan gelombang di sekitar 3448,5 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur gugus -OH dari Si-OH. Bilangan gelombang 1103,28 dan 802,39 cm⁻¹ menunjukkan adanya serapan Si-O-Si ulur simetri dan asimetri. Vibrasi tekuk dari gugus siloksan (Si-O-Si) ditunjukkan dengan pita serapan pada bilangan gelombang 470,6 cm⁻¹. Bilangan gelombang 1.103 dan 802 cm⁻¹ menunjukkan serapan ulur Si-O-Si asimetri dan simetri. Pita serapan pada bilangan gelombang 469 cm⁻¹ mengindikasikan adanya frekuensi tekuk dari Si-O-Si. Pita di sekitar 1630 cm⁻¹ mengindikasikan adanya vibrasi tekuk dari molekul air yang berikatan dengan matriks silika. Pita pada 3.437 dan 1633 cm⁻¹ menandakan adanya ulur -OH dan vibrasi tekuk.



Gambar 1. Spektum abu sekam padi

Karakterisasi abu sekam padi lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan XRD. Puncak silikon dioksida (SiO₂) ditunjukkan pada harga 2θ: 20,65 (100); 26,95 (101) dan 68,52 (301) dengan struktur heksagonal. Selain itu terdapat fraksi-fraksi lain yaitu kalsium oksida yang ditunjukkan pada harga 2θ: 54,25 (220); 64,55 (311) dan 67,36 (222), aluminium oksida pada 2θ: 39,55 (111); 59,46 (211) dan 77,18 (119), besi (III) oksida pada 2θ: 56,31 (211); 69,49 (208) dan 72,17 (119), feldspar pada 2θ: 24,63 (131); 22,86 (111) dan 24,63 (131) dan titanium dioksida pada 2θ: 11,27 (200); 20,61 (211) dan 24,63 (401).



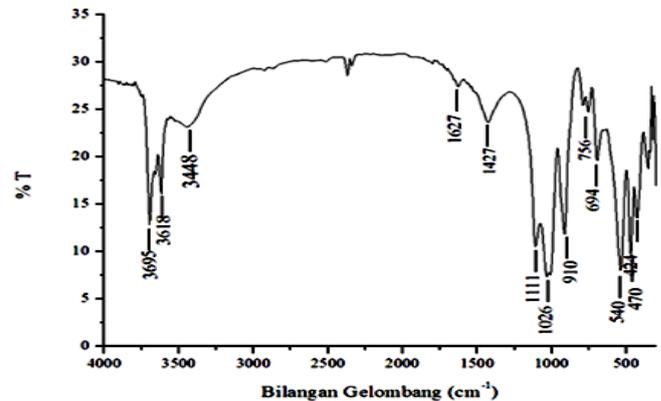
Gambar 2. Difaktogram abu sekam padi

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa dalam abu sekam padi terdapat unsur silika. Hal tersebut ditunjukkan dengan munculnya serapan karakteristik dari Si-O-Si yang merupakan fingerprint silika pada bilangan gelombang 470 cm⁻¹. Serta berdasarkan difaktogram menunjukkan bahwa abu silika yang digunakan dalam penelitian ini disusun oleh silika sebagai fasa dominan dan beberapa pengotor seperti titanium dioksida dan feldspar.

lempung kaolin

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diamati beberapa pita serapan karakteristik dari kaolin. Pita serapan pada daerah bilangan gelombang 3695,61-3448,72 cm⁻¹ merupakan

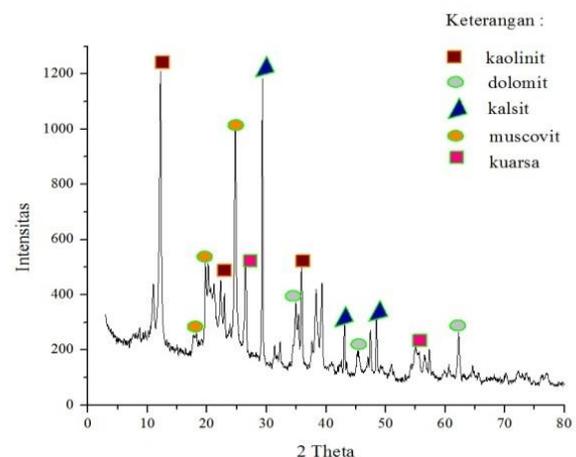
karakteristik vibrasi ulur dari gugus -OH (Sunardi, 2010). Vibrasi yang menunjukkan adanya gugus -OH tersebut berbentuk ramping dan tajam. Hal ini mengidentifikasi bahwa vibrasi dari lempung kaolin tersebut sangat lemah untuk mengikat air sehingga bersifat non-swelling (Sunardi, 2010).



Gambar 3. Spektum lempung kaolin

Pita serapan pada bilangan gelombang 1627,92 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus fungsi -OH vibrasi tekuk. Pita serapan pada bilangan gelombang 1427,32 cm⁻¹ menunjukkan gugus fungsi C-O yang terdapat pada lempung kaolin yang dikarakterisasi. Serapan pada rentang bilangan gelombang antara 1111,00-1026 cm⁻¹ dan 694,37-540,07 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ulur dari Si-O.

Serapan pada rentang bilangan gelombang 910,40-756,10 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi uluran gugus fungsi Al-O. Lempung alam yang tidak dimurnikan menurut Ekosse (2005), akan menunjukkan puncak serapan pada bilangan gelombang 1002,98 cm⁻¹ dan 785-820 cm⁻¹ yang merupakan serapan khas dari kuarsa, smektit dan muskovit saat dikarakterisasi dengan FT-IR. Gambar 4.3 tidak menunjukkan adanya serapan pada daerah tersebut.



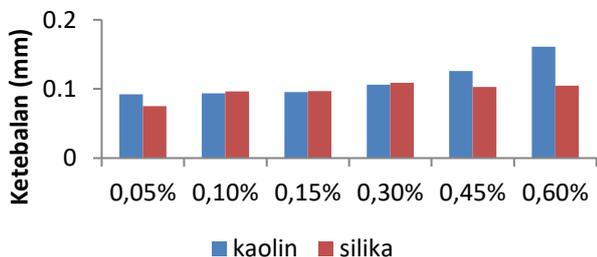
Gambar 4. Difaktogram lempung kaolin

Analisis lempung kaolin menggunakan XRD bertujuan untuk mencari informasi tentang komposisi, struktur, dan

parameter pengisi mineral penyusun kaolin. Difraktogram kaolin yang sudah dipurifikasi terdapat pada gambar 4.4 yang menunjukkan adanya fraksi utama kaolinit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) pada 2θ : 12,17 (001); 24,73 (002), dan 35,84 (200) dengan struktur anhortik. Terdapat pula fraksi pengotor lainnya seperti kalsit ($CaCO_3$) yang ditunjukkan pada 2θ : 29,27 (104); 47,40 (018) dan 48,41 (116) dengan struktur rhombohedral, muskovit ($KAl_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$) yang ditunjukkan pada 2θ : 19,72 (020); 20,41 (111) dan 26,50 (003) dengan struktur monoklinik, dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) yang ditunjukkan pada 2θ : 35,32 (015); 45,23 (107); 62,18 (010) dengan struktur rhombohedral dan kuarsa (SiO_2) yang ditunjukkan pada 2θ : 20,62 (100); 26,50 (101) dan 57,30 (210) dengan struktur heksagonal.

Berdasarkan karakterisasi dengan menggunakan FT-IR dan XRD dapat diketahui bahwa lempung yang digunakan adalah lempung kaolin. Metode pemurnian menggunakan metode shiponing dan sedimentasi menunjukkan bahwa kandungan pengotor seperti muscovit, kalsit, dan dolomit berkurang secara signifikan. Difraktogram XRD menunjukkan bahwa kaolinit yang paling tinggi intensitasnya. Hal tersebut membuktikan kemurnian dari lempung kaolin. Berdasarkan difraktogram yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa lempung yang digunakan dalam penelitian ini disusun oleh mineral kaolin sebagai fasa mineral dominan dan terdapat beberapa mineral pengotor seperti kuarsa, dolomit dan muscovit.

Uji sifat fisik dan mekanik Plastik Biodegradabel ketebalan

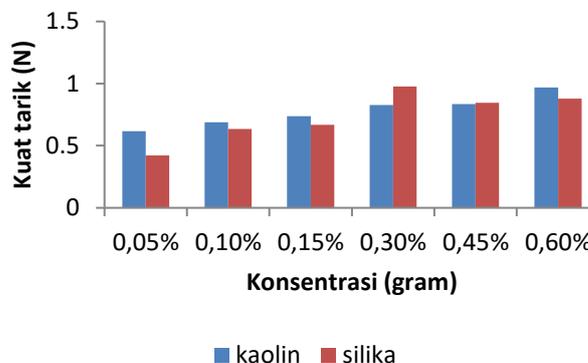


Gambar 5. Ketebalan plastik Biodegradabel komposit pati-silika sekam padi dan komposit pati-kaolin

Berdasarkan Gambar 4.5 Jelas terlihat bahwa penambahan filler kaolin sangat berpengaruh terhadap ketebalan plastik. Tetapi plastik dengan filler silika sekam padi tidak memberikan pengaruh besar terhadap ketebalan plastik. Hasil ketebalan plastik komposit pati-silika tertinggi dicapai pada konsentrasi 0,30%, yaitu sebesar 0,1091 mm sedangkan ketebalan plastik komposit-kaolin tertinggi dicapai pada konsentrasi kaolin 0,60%, yaitu 0,1781 mm. Penambahan filler kaolin pada plastik menyebabkan jumlah total padatan terlarut bertambah sehingga ketebalan plastik meningkat. Menurut skurtys dkk, (2008) menyatakan bahwa kriteria ketebalan sebuah plastik < 0,25 mm. Hal ini menunjukkan bahwa plastik yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dikategorikan sebagai plastik.

Kuat Tarik

Kuat tarik mempengaruhi kekuatan plastik terhadap kondisi fisik dengan benda lain sehingga tidak mudah sobek dan bahan yang dilapisi menjadi tahan lama (Garnida, 2006). Penambahan filler kaolin sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tarik dari komposit plastik. Hasil pengukuran kuat tarik disajikan pada gambar 4.6



Gambar 6. Kuat tarik plastik biodegradabel komposit pati-silika sekam padi dan plastik Biodegradabel komposit pati-kaolin

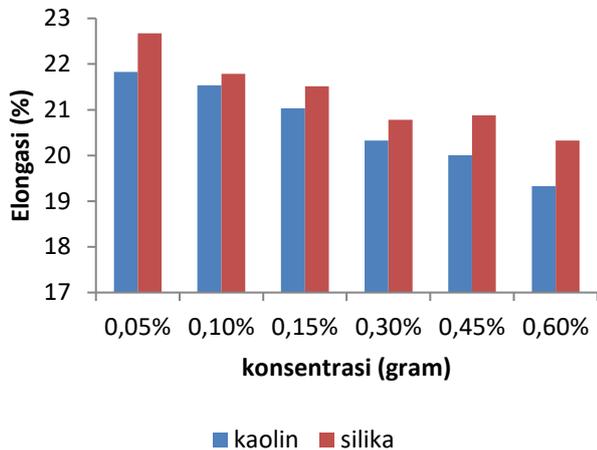
Berdasarkan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa dengan seiring bertambahnya silika maka kuat tarik akan bertambah yang terjadi pada variasi silika 0,05%-0,30%. Peningkatan nilai kekuatan tarik selama penambahan filler silika berhubungan dengan interaksi antara bahan pengisi (filler) dengan matriks pati. Interaksi antara bahan pengisi dengan matriks dipengaruhi oleh derajat pendispersian pengisi dengan matriks pati. Dispersi bahan pengisi yang lebih merata menghasilkan permukaan yang lebih luas bagi interaksi filler dan matriks pati sehingga proses vulkanisasi menjadi lebih maksimum (Chuayjuljit, S, 2002).

Kekuatan tarik menurun pada variasi silika 0,30%-0,60%. Hal tersebut berkaitan dengan pembentukan agregat yang besar (agglomerate) dari partikel filler untuk membentuk domain seperti benda asing. Penambahan filler yang terlalu banyak akan menyebabkan filler membentuk agglomerate sehingga menghambat proses vulkanisasi dan menurunkan nilai kekuatan tarik plastik (Indra Surya, 2006). Berdasarkan hasil penelitian, titik optimum untuk variasi penambahan filler silika sekam padi adalah pada variasi silika 0,30% yaitu sebesar 0.9759 N. Sedangkan titik optimum untuk variasi penambahan filler silika sekam padi adalah pada variasi silika 0,60% yaitu sebesar 0.9682 N. Semakin banyak kaolin yang ditambahkan semakin besar pula nilai kuat tariknya. Hal ini dapat terjadi karena penambahan kaolin telah meningkatkan nilai adesi permukaan antara bahan pengisi dan matriks dan pada saat yang sama pori-pori yang masih terbentuk di dalam komposit telah diisi oleh partikel kaolin sehingga pori-pori menjadi lebih padat dan tertutup dan sebagai hasilnya adesi permukaan menjadi lebih kuat (Maulana, 2014).

Kuat Tarik

Penambahan konsentrasi silika dan kaolin mempengaruhi persen pemanjangan pada plastik yang terbentuk. Hal ini terjadi karena sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah

kandungan komponen-komponen penyusun bioplastik. Silika dan kaolin sebagai penguat akan memberikan sifat kaku pada plastik yang akibatnya berbeda-beda tergantung dengan konsentrasi silika dan kaolin yang ditambahkan. Pengaruh penambahan filler silika sekam padi terhadap persen pemanjangan plastik Biodegradabel dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 7. Persen pemanjangan plastik Biodegradabel komposit pati-silika dan komposit pati-kaolin

Berdasarkan gambar 4.7 dapat dilihat bahwa semakin banyak variasi silika maka persen pemanjangan plastik akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena penambahan pengisi akan meningkatkan kekakuan pada bahan komposit. Penurunan ini terjadi pada daerah antarmuka, semakin banyak daerah antarmuka yang terbentuk maka akan mengurangi kemampuan pemanjangan saat putus. Penambahan filler akan menyebabkan matriks kehilangan sifat elastisitasnya.

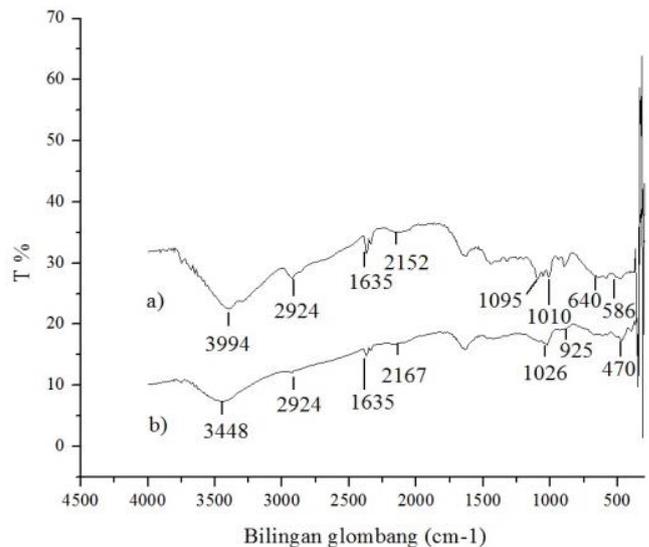
Penambahan kaolin juga berpengaruh terhadap sifat elastisitas plastik. Semakin banyak kaolin yang ditambahkan semakin kaku plastik yang terbentuk sehingga nilai pemanjangan pada saat putus semakin rendah. Menurut Ray (2013) penambahan pengisi berupa kaolin akan menimbulkan pengaruh terhadap sifat pemanjangan komposit. Hal ini disebabkan karena adanya void pada komposit turut mempengaruhi ikatan pada filler dan matriks.

Berdasarkan hasil pengujian uji mekanik di atas dapat disimpulkan bahwa plastik Biodegradabel dengan pengisi kaolin maupun silika sekam padi dapat meningkatkan kuat tarik plastik. Plastik dengan pengisi silika sekam padi lebih baik nilai kuat tariknya dibandingkan plastik dengan pengisi kaolin. Ada dua kemungkinan yang dapat terjadi, yang pertama karena dalam kaolin lebih banyak pengotornya dibandingkan dengan abu sekam padi. Kedua, terjadinya penurunan derajat penyebaran eksfoliasi dari lapisan silikat kaolin pada komposit.

Karakterisasi Plastik komposit pati-silika dan komposit pati-kaolin

Karakterisasi menggunakan FT-IR

Berdasarkan gambar 4.11, spektra FT-IR plastik komposit pati-silika menunjukkan adanya beberapa pergeseran bilangan gelombang saat dibandingkan terhadap plastik komposit pati kaolin, yaitu pada 3448 cm⁻¹ menjadi 3394 cm⁻¹, 2152 cm⁻¹ menjadi 2167 cm⁻¹ dan 1381 cm⁻¹ menjadi 1327 cm⁻¹. Selain pergeseran bilangan gelombang, terdapat beberapa pita serapan yang berbeda yaitu pada 470 cm⁻¹, 640 cm⁻¹, 925 cm⁻¹ dan 1095 cm⁻¹.



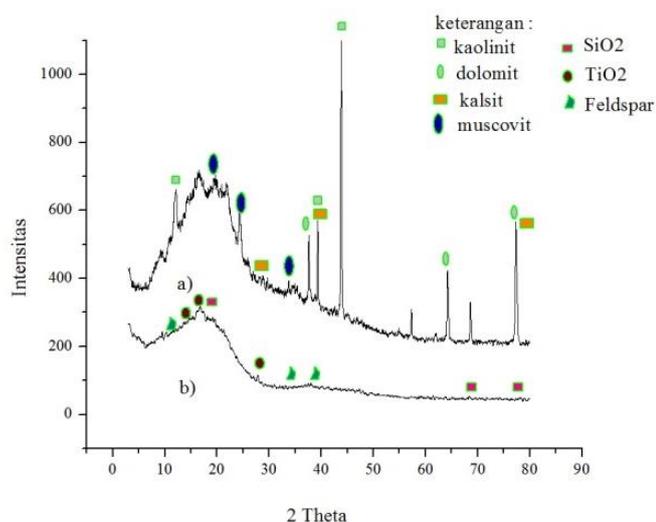
Gambar 8. Spektra FT-IR a) plastik komposit pati-kaolin b) plastik komposit pati-silika

Berdasarkan spektra (a) dan (b) menunjukkan bilangan gelombang sekitar 3300-3400 cm⁻¹ yang menghasilkan pita serapan lebar yang mengindikasikan adanya vibrasi ulur dari gugus -OH. Pita serapan pada bilangan gelombang 1635 cm⁻¹ mengindikasikan adanya -OH tekuk molekul air. Pita serapan tersebut mengalami kenaikan intensitas pada plastik komposit pati-kaolin. Hal itu dimungkinkan karena terbentuknya ikatan hidrogen antara molekul pati, gliserol, kaolin dengan air. Pita serapan pada bilangan gelombang 586 cm⁻¹, 1095 cm⁻¹ dan 1010 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ulur dari Si-O kaolin sedangkan pada pita serapan 925 cm⁻¹ dan 1026 cm⁻¹ menunjukkan Si-O-Si stretching simetri dan asimetri dari silika sekam padi dan pada bilangan gelombang 407 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi tekuk dari gugus siloksan. Berdasarkan interpretasi spektra FT-IR plastik Biodegradabel yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi perubahan gugus fungsi yang signifikan antara plastik komposit pati-kaolin dengan plastik kompositpati-silika. Bergesernya beberapa bilangan gelombang dan perubahan intensitas pita serapan mengindikasikan bahwa interaksi yang terjadi antara polimer pati dengan kaolin maupun abu silika sekam padi adalah interaksi fisik.

Karakterisasi menggunakan FT-IR

Difaktogram a) memberikan puncak difraksi karakteristik dari filler berupa kaolin. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya puncak seperti kaolinit (Al₂Si₂O₅(OH)₄) yang ditunjukkan

pada 2θ: 12,16 (001); 39,29 (131) dan 43,81 (222) dengan struktur anhortik, dolomit (CaMg(CO₃)₂) yang ditunjukkan pada 2θ: 37,58 (110); 64,19 (208) dan 77,32 (128) dengan struktur rhombohedral, muskovit (KAl₂Si₃AlO₁₀(OH)₂) yang ditunjukkan pada 2θ: 19,72 (020); 24,32 (112) dan 37,58 (132) dengan struktur monoklinik. Sedangkan difakrogram b) tidak memberikan karakteristik untuk material tertentu. Hal tersebut terkait dengan penggunaan filler silika maupun matriks pati yang bersifat nonkristalin sehingga tidak memunculkan puncak karakteristik tertentu ketika dikarakterisasi menggunakan XRD. Selain itu, dapat dimungkinkan juga bahwa filler silika tersebar merata pada matriks pati.



Gambar 9. Difaktogram plastik komposit pati-kaolin a) plastik komposit pati-silika b)

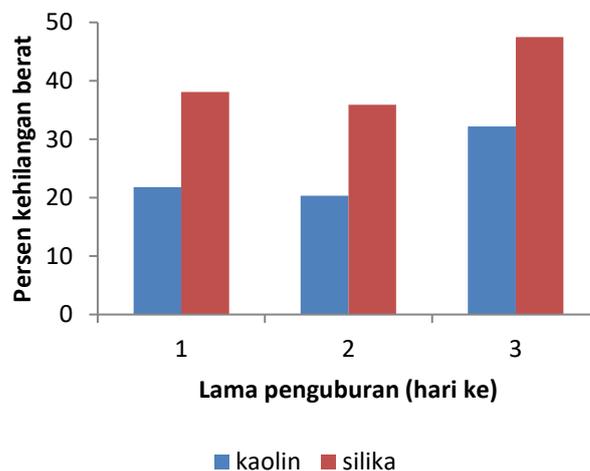
Puncak difraksi kaolin muncul pada difaktogram plastik komposit pati-kaolin. Hal tersebut terjadi, karena filler lempung kaolin tidak tersebar secara merata pada matriks pati. Sehingga difaktogram dapat memunculkan karakteristik dari filler kaolin.

Sifat dari komposit sangat dipengaruhi oleh derajat kristalinitas. Plastik komposit pati-kaolin mengandung sifat Kristalin sedangkan plastik komposit pati-silika mengandung sifat amorf. Menurut Sudirman (2012) komposit yang bersifat kristalin akan lebih meningkatkan sifat mekanik kuat tarik plastik dari pada komposit yang bersifat amorf dengan komposisi yang sama. Hal ini dikarenakan filler yang bersifat kristalin mempunyai struktur yang teratur sehingga atom-atom yang menyusunya tersebar merata.

Menurut Sudirman (2012), bentuk permukaan yang lebih beraturan akan memungkinkan untuk terjadi ikatan seluruh permukaan partikel filler dengan matrik sehingga sifat mekanik komposit yang dihasilkan akan lebih baik. Disamping itu dengan bentuk permukaan yang lebih teratur dapat meminimalkan terjadinya pori (void). Tingkat penguatan yang diberikan kaolin dipengaruhi oleh komposisi filler yang terdapat dalam komposit tersebut.

Karakterisasi menggunakan FT-IR

Berat kehilangan sampel dipengaruhi oleh jenis fillernya. Plastik dengan filler silika lebih mudah terdegradasi dari pada plastik dengan filler kaolin. Hal ini disebabkan karena tingkat biodegradasi bahan polimer dipengaruhi oleh struktur polimer yang bersangkutan. Polimer dengan struktur amorf lebih mudah didegradasi dibanding polimer dengan struktur kristalin (Asiah, 2008).



Gambar 10. Uji biodegradasi selama 3 hari masa penguburan

Proses biodegradasi dapat menurunkan derajat kristalinitas biopolimer. Keadaan tersebut dapat menjadi petunjuk bahwa akses mikroorganisme terhadap molekul polimer plastik terutama terjadi pada daerah/bagian amorf dari molekul polimer plastik. Dengan demikian akses mikroorganisme dalam tanah lebih mudah terjadi pada bagian amorf dibandingkan pada bagian kristalin. Hal ini terjadi karena bagian amorf dari molekul polimer merupakan bagian yang kurang teratur sedangkan bagian kristalin merupakan bagian yang lebih teratur. Dalam proses biodegradasi, mikroorganisme dalam tanah lebih mudah menyerang bagian yang kurang teratur atau bagian amorf dari pada menyerang bagian kristalin, akibatnya terjadi penambahan jumlah bagian amorf atau penurunan derajat kristalinitas pada plastik plastik dengan pengisi silika. Oleh karena derajat kristalinitas biopolimer kaolin lebih tinggi dibanding silika sekam padi, maka biopolimer dengan pengisi kaolin lebih rendah laju degradasinya dibandingkan dengan biopolimer dengan pengisi silika.

Kesimpulan

Komposisi pati dan plasticizer gliserol yang digunakan dalam pembuatan plastik biodegradable adalah 3,0% dan 1,5%. Sedangkan konsentrasi filler kaolin dan silika sekam padi adalah 0,05% ; 0,10% ; 0,15% ; 0,30% ; 0,45% dan 0,60%. Penambahan filler kaolin maupun silika sekam padi dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik plastik yang dihasilkan. Plastik komposit pati-kaolin dengan sifat fisik dan mekanik terbaik dicapai ketika konsentrasi kaolin 6,0%, yaitu dengan nilai ketebalan 0,1781 mm, kuat tarik 0.9682 N, persen pemanjangan 19,3269%.

Sedangkan plastik komposit pati-silika dengan sifat fisik dan mekanik terbaik dicapai ketika konsentrasi silika 3,0% yaitu dengan nilai ketebalan 0.1091 mm, kuat tarik 0.9759 N, persen pemanjangan 20.7781%. Plastik biodegradabel dengan filler kaolin maupun silika sekam padi dapat terdegradasi dalam tanah.

Daftar Pustaka

- Afrozi, A. 2010. Sintesis dan Karakterisasi Katalis Nanokomposit Berbasis Tetania Untuk Produksi Hidrogen dan Gliserol dan Air. Depok : Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia
- Agung. 2013. Ekstraksi silika dari abu sekam padi dengan pelarut KOH, Skripsi jurusan teknik kimia universitas lambung mangkurat
- Akbar, F.; Anita, Z.; Harahap, H. Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2013, Vol. 2, No. 2.
- Ani Purwanti. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Asiah M.D. 2008. Uji biodegradasi plastik dari kitosanlimbah kulit udang dan pati tapioca. Pendidikan biologi FKIP. Universitas Syiah Kuala. Bergaya, F., Thaeng, B.K.G., Lagally, G. 2006. *Handbook of Clay Science*. Elsevier. 1572-4352
- Chandra; Pramudita; Miryanti. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Silika Dari Sekam Padi. Universitas Katolik Parahyangan.
- Chakraverty, A., Mishra, P., and Banerjee, D. (1988) 'Investigation of Combustion of Raw and Acid-Leached Rice Husk for Production of Pure Amorphous White Silica', *Journal of Materials Science*, Vol. 23, pp. 21-24.
- Chandrasekhar, S., Satyanarayana. K. G., Pramada, P.N., and Raghavan, P. (2003) 'Review Processing, Properties and Applications of Reactive Silica from Rice Husk—An Overview', *Journal of Materials Science*. Vol. 38, pp. 3159 – 3168.
- Dewi Anggraeni. 2015. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka Dengan Penambahan Surimi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Pada Buah Tomat. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Ekosse, E.; George. Fourier Transform Infrared Spectrophotometry and X-Ray Powder Diffractometry as Complementary Techniques in Characterizing Clay Size Fraction of Kaolin. *J. Appl. Sci. Environ.* 2005. Vol. 9(2)43-48
- Embuscado, M.E., Huber, K.C. Ed. *Edible Film and Coating For Food Applications.*; Springer: New York., 2009; 32-33. 56
- Fessenden, R. J dan Fessenden, J. S , 1986. *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Jilid 2. Erlangga
- Gibson. Ronald F, 1994. *Principles Of Compocite Material Mechanics*, Mc Graw Hill Inc, New York.
- Harper, C.A. 1996. *Handbook of plastiks, elastomers and composities*. New York : Mcgraw Hill Companies. Inc
- Jane, J. 1995. Starch properties, modifications, and applications. Dalam: *Degradable Polymers, Recycling, and plastic waste management*. (Ann-christine, A. dan Samuel J.H., eds), New York: Marcel Dekker. Pp 71-76.
- Julianti, Elisa, dan Mimi Nurminah. 2006. *Buku Ajar Teknologi Pengemasan*. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatra Utara.
- Khalid, M, dkk. Comparative study of polypropylene composites reinforced with oil palm empty fruit bunch fiber and oil palm derived cellulose. *Material & design*, 29 (1) (2008), hal 173-178.
- Konta, J. 1995. *Clay ang Man: Clay Row Materials in The Service of Man*. *Appl. Clay Sci*. Krochta. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality.*; CRC Press: New York.
- Kusnandar, Feri. 2010. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Lagaly, G. *Colloid Clay Science*, 2006. dalam: *Handbook of Clay Science, Development in Clay Science*, vol.1. Eds.
- Bergaya, F., Theng, B.K.G., and Lagaly, G., Elsevier. Netherlands.
- Liu, C.-F., Ren, J.-L., Xu, F., Liu, J.-J., Sun, J.-X., and Sun, R.-C. (2006) 'Isolation and Characterization of Cellulose Obtained from Ultrasonic Irradiated Sugarcane Bagasse'. *J. Agric. Food Chem*. Vol. 54, pp. 5742-5748
- Murray, H. H. 2000. *Traditional and New Applications for Kaolin, Smectite, and Polygonskita: A general Overview*. *Appl. Clay Sci*. 34 : 39-49 Murray, H. H., 2004. *Structural Variations in Some Kaolinites in Relation to Dehydrated halloysite*. *American Mineralogist*, 39, 97-108.
- Murray, H. H. 2007. *Applied Clay Mineralogy*. Durham : Duke University Press. Nugroho. 2012. *Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Clay*. Skripsi jurusan teknik kimia. Depok: UI
- Onggo, H., Indarti, L., dan Martosudirjo, S. (1988) 'Suhu Optimal Pengarangan dan Pembakaran Sekam Padi', *Telaah*, Vol. XI (1 dan 2), hal. 34-41. Ray, B. 1996. *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press, Inc. New York. 57
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2007. *Spektroskopi*. Yogyakarta : Liberty Yogyakarta Tjitrosoepomo, Gembung. 2010. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatipitha)*. Yogyakarta : UGM press
- Sinaga, L.L.; Rejekina, M.S.S.; dan Sinaga, M.S. Karakteristik Edible Film Dari Ekstrak Kacang Kedelai Dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol Sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknik Usu*, 2013, Vol. 2, No. 4.
- Stevens, Malcolm D. 2007. *Kimia Polimer : Alih Bahasa* : Dr. Ir. Iis Supyan, M. Eng. Jakarta :
- Pradnya Paramita Sudirman, dkk. 2012. Analisis sifat kekuatan tarik, derajat kristalinitas dan strukturmikro komposit polipropilena-pasir. BATAN. Serpong Tangerang. Sunardi. 2010. *The Study of FTIR, XRD and SEM of Natural Kaolin From Tatakan, South Kalimantan After Purification Process by Sedimentation Methods*. Universitas Lambung Mangkurat

- Syuhada, dkk. 2008. Modifikasi Bentonit (Clay) menjadi Organoclay dengan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* Uddin, Faheem. 2008. *Clays, Nanoclays, and Monmorillonite Minerals*. The Minerals, Metals & Materials Society and ASM International. 10.1007/s11661-008-9603-5
- Umeda, J., I. Hisashi, et al. (2009). 'Polysaccharide Hydrolysis and Metallic Impurities Removal Behavior of Rice Husks in Citric Acid Leaching Treatment'. *Transactions of JWRI*, Vol 38 (2), pp. 13-18.
- Winarno. *Kimia Pangan dan Gizi*.; Gramedia: Jakarta 1984.
- Xhantos. 2010. *Functional Filler for Plastics*. USA: university Height Newark
- Zulisma Anita dan Hamidah Harahap. 2013. Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Menikalnya. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol.2 No.2.