

Tersedia secara online di

Jurnal Tadris IPA IndonesiaBeranda jurnal: <https://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii>

Artikel

Pengembangan *Biodegradable Plastic* Berbasis Singkong Genderuwo Berpenguat Nanoselulosa Kulit Durian dengan Ekstrak Kayu Secang Sebagai AntimikrobaNurul Huda Ramadhan^{1*}, Zahrotul Munawaroh², Andri Purna Irawan³, Titah Sayekti⁴^{1,2,3,4} Jurusan Tadris IPA, IAIN Ponorogo, Ponorogo*Corresponding Address: hudather22@gmail.com**Info Artikel**

Riwayat artikel:
Received: 19 Juli 2023
Accepted: 2 November 2023
Published: 30 November 2023

Kata kunci:

Biodegradable;
Biodegradable plastic;
Plastik;
Sescalan

ABSTRAK

Plastik merupakan salah satu limbah yang sulit ditangani karena sifatnya yang *non biodegradable*. Singkong genderuwo merupakan potensi daerah Bojonegoro yang belum banyak dikembangkan. Pati dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan plastik. Untuk memperkuat ditambahkan nanoselulosa kulit durian yang juga merupakan limbah yang masih jarang dimanfaatkan. Dalam rangka meningkatkan fungsi sebagai kemasan aktif, digunakan ekstrak kulit secang sebagai antibakteria. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan nanoselulosa kulit durian dan ekstrak kayu secang terhadap kualitas biodegradabilitas, kekuatan, efektifitas antibakteria dan karakteristik plastik berbahan pati singkong genderuwo. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan mengamati parameter uji terhadap 3 variasi formula: F1 plastik dengan penambahan nanoselulosa dan ekstrak, F2 plastik dengan penambahan ekstrak dan F3 plastik dengan penambahan nanoselulosa. Penambahan nanoselulosa berpengaruh terhadap kekuatan dan karakteristik plastik berbasis pati singkong genderuwo, akan tetapi tidak mempengaruhi biodegradabilitasnya. Penambahan ekstrak kayu secang yang terkonfirmasi melalui penapisan mengandung senyawa flavonoid, fenol, alkaloid dan terpenoid memberikan efek antimikroba sehingga sampel makanan bisa bertahan lebih lama. Diantara tiga formula, formula 1 memberikan performa yang cukup baik dari parameter yang diujikan diantaranya kekuatan tarik beban 7 kg, biodegradabilitas pada pengamatan 7 hari 25,65%, ketebalan 0,033 cm, transparansi 4.369, kelarutan 12,85%, dan trasmisi uap air 23×10^{-4} . Dari ketiga formula F1 memberikan performa plastik yang paling baik. *Biodegradable plastic* SESCALAN berpotensi untuk diimplikasikan dalam dunia pendidikan maupun kegiatan kemasyarakatan.

© 2023 Nurul Huda Ramadhan, Zahrotul Munawaroh, Andri Purna Irawan, Titah Sayekti

PENDAHULUAN

Bidang kehidupan saat ini tidak terlepas dari adanya penggunaan plastik. Beragam hasil dan alat-alat yang berasal dari bahan yang digunakan yaitu memiliki nilai ekonomis yang tinggi, tidak mudah pecah, ringan dan elastis. Inaplas (2011), menyatakan tingkat penggunaan plastik per kapita di Indonesia sekitar 10 kg/kapita setiap tahunnya dengan potensi peningkatan permintaan kurang lebih 4.600.000 ton per tahun dengan pertumbuhan kurang lebih 5% per

tahun (Damayanti, 2012). Penerapan pemakaian plastik untuk kemasan atau alat-alat lain telah banyak menyebabkan pencemaran. Sampah plastik tidak dapat teruraikan secara baik oleh, matahari, mikroba maupun cuaca hujan yang hidup di tanah sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan seperti tanah yang tercemar (Hasan, 2006). Hal tersebut terjadi karena kandungan plastik yang dipakai berasal dari gas alam, minyak bumi dan batu bara. Ancaman lain yang terjadi sekarang ini, bahan dasar yang digunakan tersebut mulai mengalami pengurangan serta tidak dapat diperbarui (Darni, 2008). Oleh karena itu, ide untuk menghasilkan plastik ramah lingkungan dengan bahan yang dapat diperbaharui masih perlu terus dikembangkan.

Kabupaten Bojonegoro memiliki jenis singkong yang oleh penduduk lokal dinamakan singkong genderuwo yang dalam pemanfaatannya kurang optimal. Singkong genderuwo merupakan salah satu umbi-umbian yang mengandung racun HCN dimana tidak aman untuk dikonsumsi. Umbinya mudah teroksidasi, tidak tahan perendaman dan berwarna kekuningan. Sifat-sifat tersebut mengakibatkan umbi singkong genderuwo tidak diminati oleh masyarakat. Akan tetapi, sebagaimana layaknya umbi, singkong genderuwo memiliki kandungan pati yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar pembuatan *biodegradable plastic*. Salah satu jenis bahan hasil tanaman yang berpotensi sebagai bahan baku *biodegradable plastic* (bioplastik) adalah pati tapioka (Firdaus dan Anwar, 2004). Hal ini dikarenakan singkong genderuwo juga dimanfaatkan sebagai keripik singkong yang dimana keripik tersebut belum tentu aman untuk dikonsumsi sehingga perlunya alternatif lain seperti pembuatan *biodegradable plastic*.

Ponorogo memiliki salah satu produk hasil kekayaan alam unggulan yakni durian. Salah satu wilayah di Kabupaten Ponorogo yakni Kecamatan Ngebel merupakan penghasil durian yang cukup potensial. Umumnya pemanfaatan durian di wilayah Kabupaten Ponorogo adalah pada daging buahnya untuk dikonsumsi langsung atau diolah menjadi berbagai macam makanan dan minuman. Bambang Subagyo (2020) mengungkapkan dari 700 kg rata-rata produksi durian, didapatkan 62,4% limbah kulit durian sebesar 62,4%. Tentu keberadaan limbah tersebut membawa dampak buruk bagi lingkungan sekitar jika tidak dikelola dengan baik, seperti menimbulkan bau tidak sedap dan menjadikan lingkungan terlihat kumuh (Masrifah, dkk., 2021). Kulit durian mengandung pati, pektin, minyak atsiri, flavonoid, saponin, unsur selulosa, serta senyawa etanol (Isa, 2011). Kandungan selulosa tersebut berpotensi untuk diproses menjadi nanoselulosa yang merupakan bagian dari nanoteknologi yang sedang banyak dikembangkan.

Untuk mengatasi masalah yang terjadi pada tanah dan lingkungan sekitar, hal yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan alternatif dengan memakai bahan *biodegradable plastic* (bioplastik) yaitu plastik yang dapat teruraikan oleh mikroba menjadi senyawa sederhana yang ramah lingkungan. Pemakaian dengan mengembangkan bahan bioplastik memakai bahan alam yang terbarui (*renewable resources*) yang diharapkan untuk menanggulangi adanya pencemaran tanah (Hardaning, 2001 dalam Darni, 2010). *Biodegradable plastic* menggunakan beberapa bahan yaitu senyawa polimer yang ada di tumbuhan contohnya selulosa, lignin dan pati serta kandungan pada hewan contohnya kitin, kitosan, kasein dan sebagainya (Averous, 2004). Darni dan Herti (2010) mengungkapkan penggunaan pati untuk membuat bioplastik memiliki kekurangan antara lain bioplastik didapatkan tidak tahan air dan rendah kekuatan. Solusi untuk hal ini, maka untuk memproduksi plastik dibutuhkan tambahan biopolimer bahan-bahan lain untuk meningkatkan sifat plastis dan mekanis pada plastik yang diproduksi (Ban, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi terbaik penggunaan pati singkong genderuwo yang diperkuat nanoselulosa kulit durian sebagai bahan *biodegradable plastic*. Sebagai inovasi tambahan digunakan ekstrak kayu secang yang diharapkan dapat memberikan fungsi antimikroba pada *biodegradable plastic*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Data diperoleh dengan melakukan serangkaian uji pada sampel yang dihasilkan dari serangkaian prosedur

kerja. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan bantuan tabulasi data. Hasil analisis diperkuat dengan kajian literatur untuk mendapatkan gambaran hasil yang menyeluruh. Analisis data didasarkan pada uji 3 formula sebagai berikut:

Tabel 1. Formula Pembuatan *Biodegradable Plastic*

F ke-	Pati 5 gr	Cuka 5 ml	Gliserin 1,5 ml	Ekstrak secang	Nanoselulosa
F1	√	√	√	√	√
F2	√	√	√	√	-
F3	√	√	√	-	√

Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain, Cetakan plastik berupa nampan, waterbath, gelas beker, spektrofotometri, pengaduk, blender, saringan, ayakan 100 mesh, dinamometer, mikrometer sekrup, timbangan digital, dan pisau. Sedangkan bahan-bahan yang diperlukan yaitu pati singkong genderuwo, nanoselulosa kulit durian, ekstrak secang, air, aquades, cuka makan, gliserin food grade, silica gel, garam, etanol, H₂SO₄ 50%, H₂O₂ 20%,

Metode Pembuatan

1. Pembuatan Pati Singkong Genderuwo

Singkong dikupas kemudian dipotong kecil-kecil setelah itu direndam selama 3 hari dengan mengganti air setiap harinya. Selanjutnya, singkong diblender dengan air kemudian disaring setelah itu didekantasi selama 3 hari untuk diambil patinya. Kemudian di air diganti dengan yang baru lalu direndam lagi selama 1 hari. Tahap terakhir pati dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari selama 1 hari.

2. Pembuatan Nanoselulosa Kulit Durian

Nanoselulosa diproses dengan metode hidrolisis asam. Kulit durian kering dihaluskan lalu diayak dengan ayakan 100 mesh kemudian didelignifikasi menggunakan NaOH 10% selama 24 jam. Selanjutnya di *bleaching* menggunakan H₂O₂ selama 24 jam setelah itu dicuci menggunakan aquades hingga pH 7. Selanjutnya dilakukan pemisahan cairan dengan endapan nanoselulosa dengan menggunakan *centrifuge* kecepatan 3000 rpm selama 10 menit.

3. Pembuatan Ekstrak Secang

Ekstraksi kayu secang dilakukan dengan metode digesti. Kayu secang direndam dengan aquades dengan perbandingan 1:5. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 70⁰ C pada *waterbath* selama 4 jam. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kain, cairan hasil penyaringan kain disaring kembali dengan kertas saring.

4. Pembuatan Biodegradable Plastik

Pembuatan plastic dilakukan dengan mencampurkan 10 gr tepung pati singkong genderuwo, 5 ml cuka makan, dan 1,5 ml gliserin *food grade*. Selanjutnya campuran tersebut digunakan untuk memproduksi plastik dengan 3 formula: F1 menggunakan ekstrak dan nanoselulosa kulit durian F2 menggunakan ekstrak tanpa nano selulosa kulit durian dan F3 menggunakan nanoselulosa kulit durian tanpa ekstrak kulit secang. Campuran selanjutnya dimasak pada suhu 70⁰ C hingga mendapatkan konsistensi yang diinginkan selanjutnya dicetak dan keringkan. Selanjutnya, produk *biodegradable plastic* diberikan nama brand: SESCOALAN.

Metode Pengujian

1. Uji Kekuatan

Uji kekuatan dilakukan dengan menggantungkan beban dengan berat yang semakin meningkat sampai dengan beban yang mengakibatkan plastik patah atau sobek.

2. Uji Biodegradabilitas

Uji biodegradable dilakukan dengan terlebih dahulu menimbang berat masing-masing sampel uji. Selanjutnya sampel uji ditanam dalam tanah selama 7 hari. Setelah 7 hari dilakukan pengambilan sampel dan penimbangan kembali. Selanjutnya dilakukan penghitungan prosentase biodegradabilitas.

$$\frac{\text{Berat awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

3. Uji Efektivitas Antimikroba

Uji efektifitas antimikroba dilakukan dengan memasukkan nasi pada masing-masing sampel plastik kemudian diamati tanda-tanda kerusakan akibat aktivitas mikroba pada nasi.

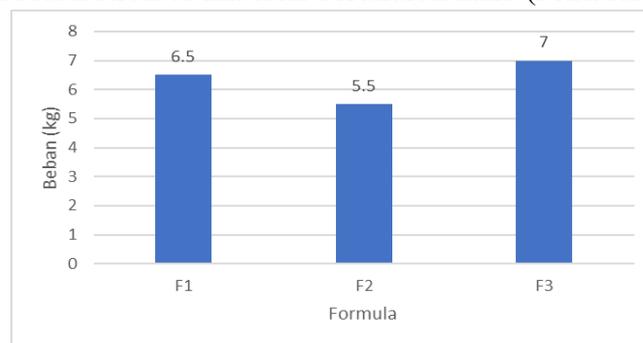
4. Uji Karakteristik

Uji karakteristik yang meliputi uji ketebalan, uji kelarutan, uji transparansi dan uji transmisi uap air. Uji ketebalan dilakukan dengan mengukur ketebalan plastik pada 5 titik yang berbeda dengan menggunakan mikrometer sekrup. Uji kelarutan dilakukan dengan menimbang terlebih dahulu sample plastik, selanjutnya direndam dengan aquades selama 24 jam. Setelah waktu terminasi, sampel plastik kembali ditimbang untuk melihat banyaknya bagian yang terlarut dalam air. Uji transparansi dilakukan dengan mengukur transmitan sampel plastic menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang. Uji transmisi uap air dilakukan dengan menaruh silica gel ke gelas kemudian ditutupi dengan plastik yang ditaruh dalam larutan garam dan ditunggu selama 6 jam. Dilakukan penimbangan berat awal dan akhir silica gel untuk menentukan banyaknya air yang dapat memasuki sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan SESCALAN

Pengujian kekuatan dilakukan untuk mengetahui kemampuan kuat tarik dan tegangan maksimum SESCALAN. Hasil uji kekuatan yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa formula 3 yang diformulasikan dengan penambahan nanoselulosa kulit durian tanpa penambahan ekstrak merupakan formula yang dapat menahan beban paling berat yakni 7 kg (Gambar 1). Sedangkan formula F2 yang tidak ditambahkan hanya mampu menahan beban yang lebih rendah yakni 5,5 kg beban. Hasil ini senada dengan penelitian Iriani (2015) bahwa penambahan nanoselulosa serat nanas pada edible film berbahan PVA dapat meningkatkan kuat tarik dan elongasi Hasil eksperimen menunjukkan bahwa nanoselulosa memberikan dampak kekuatan pada plastik berbahan dasar pati singkong genderuwo. Nanoselulosa memberi peningkatan nilai kuat tarik sifat tanpa adanya cacat (dislocation, flaw, kink, defect) dan tidak adanya perbedaan struktur material berukuran nano (Fitriasari et al., 2019).

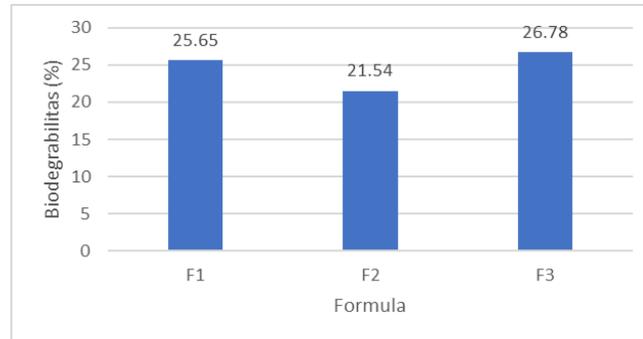


Gambar 1. Diagram Perbandingan Kekuatan Beban pada *Biodegradable Plastic*

Plastik pada umumnya membutuhkan waktu urai ratusan tahun. Oleh karena itu, dalam pengembangan plastik *biodegradable*, maka kemampuan keteruraian plastik dalam waktu yang lebih singkat menjadi aspek yang perlu ditinjau. Berdasarkan hasil uji biodegradabilitas, SESCALAN telah menunjukkan tanda keteruraian dalam waktu 7 hari pengamatan. Plastik dengan penambahan nanoselulosa kulit durian, tidak menunjukkan adanya perbedaan persentase keteruraian yang cukup jauh dengan plastik tanpa nanoselulosa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa relatif tidak berdampak pada sifat biodegradabilitas SESCALAN. Hal ini disebabkan, nanoselulosa adalah bagian dari serat tumbuhan yang bersifat organik. Oleh karena itu cukup mudah terurai di dalam tanah.

Biodegradabilitas masih dibawah standar yang diharapkan. Hal ini dikarenakan waktu pengamatan yang relatif singkat. Hasil penelitian Safitri *et al* (2016), biodegradabilitas plastik berbahan sagu paling cepat 14 hari dan paling lama 56 hari.

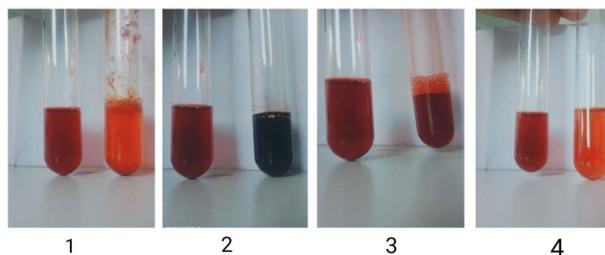
Biodegradabilitas SESCOALAN



Gambar 2. Diagram Biodegradabilitas *Biodegradable Plastic* dalam 3 Variasi Formula

Proses biodegradabilitas berkaitan erat dengan aktivitas mikroba tanah yang melakukan degradasi struktur dari suatu komponen organik. Aktivitas hidup mikroba dapat berpengaruh pada zat-zat tertentu yang hadir dalam lingkungan tersebut. Salah satunya senyawa bioaktif tertentu yang dapat berperan sebagai antimikroba. Pada formula SESCOALAN dengan penambahan ekstrak, memiliki nilai biodegradabilitas paling rendah. Hal ini berkaitan dengan aktivitas ekstrak kayu secang yang bersifat antimikroba sehingga memunculkan efek penghambatan diarea plastik. Akan tetapi apabila ditinjau kembali angka biodegradabilitas SESCOALAN dengan penambahan ekstrak pun tidak terlalu jauh dengan tanpa penambahan ekstrak. Hal ini sejalan dengan penelitian Safitri *et al* (2016), plastik berbahan dasar sagu dengan penambahan ekstrak kayu manis memiliki angka biodegradabilitas paling rendah (Gambar 2).

Efektifitas Antimikroba pada SESCOALAN



Gambar 3. Hasil Uji Kandungan Flavonoid (1), Hasil Uji Kandungan Fenolik (2), Hasil Uji Kandungan Saponin (3), Hasil Uji Kandungan Alkaloid (4)

Tabel 1. Hasil Uji Senyawa Aktif pada Ekstrak Kayu Secang

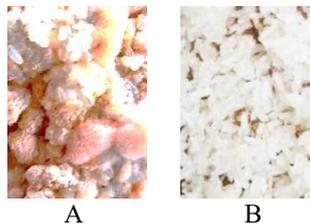
Jenis Senyawa	Pelakuan	Hasil	Keterangan
Flavonoid	HCl + serbuk Mg	Berwarna orange	+
Fenol	$FeCl_3$ 5%	Ungu Kebiruan	+
Saponin	Pengocokan	Busa stabil	+

Alkaloid	Pereaksi dragendorf	Berwarna coklat	+
----------	---------------------	-----------------	---

Salah satu tantangan dalam produksi pangan adalah menurunnya kualitas pangan seiring dengan lama waktu penyimpanan dan proses distribusi. Sehingga dewasa ini proses pengemasan makanan sangat diperlukan dalam menunjang umur simpan produk. Oleh karenanya, saat ini tidak hanya dibutuhkan desain kemasan yang memiliki standar kekuatan, akan tetapi juga diperlukan kemasan pangan yang memiliki sifat aktif seperti antibakteri untuk menjamin keamanan pangan dan meningkatkan umur simpan (Mandala, et al., 2020). Dalam penelitian ini dilakukan penambahan ekstrak kulit kayu secang dimaksudkan untuk memunculkan fungsi antimikroba. Untuk mengkonfirmasi kandungan senyawa bioaktif pada ekstrak kulit kayu secang dilakukan penapisan dengan hasil ekstrak air kayu secang yang ditambahkan pada plasti positif mengandung beberapa senyawa aktif diantaranya: flavonoid, fenol, saponin dan alkaloid (Gambar 3, Tabel 1). Berbagai referensi ilmiah, menyatakan bahwa senyawa bioaktif tersebut berperan sebagai antimikroba. Salah satunya hasil penelitian Hafni *et al* (2018) kandungan senyawa aktif flavonoid, fenol, saponin pada ekstrak daun mengkudu menunjukkan aktivitas antimikroba.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Perubahan Sampel Makanan dalam Kemasan Biodegradable Plastic Tanpa dan dengan Ekstrak Kayu Secang

Hari ke-	Kondisi Sampel tanpa ekstrak kayu secang	Kondisi Sampel dengan ekstrak kayu secang
1	Belum ada perubahan	Belum ada perubahan
2	Belum ada perubahan	Belum ada perubahan
3	Muncul bercak jamur	Belum ada perubahan
4	-	Mengering



Gambar 4. A. Kondisi Nasi Hari Ketiga pada Kemasan Tanpa Ekstak Kayu Secang, B. Kondisi Nasi Pada Kemasan dengan Ekstrak Kayu Secang.

Berdasarkan hasil uji, plastik tanpa ekstrak mengalami menunjukkan tanda kerusakan oleh faktor mikrobiologis pada hari ketiga. Sedangkan pada plastik dengan penambahan ekstrak terjadi tanda kerusakan karakteristik fisik pada hari ke 4 (Tabel 2). Dengan ditamhkannya ekstrak kayu secang yang telah terkonfirmasi mengandung beberapa senyawa bioaktif kedalam plastic, diharapkan dapat memberikan nilai fungsi yang lebih baik pada plastic. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan sampel nasi yang dibungkus dengan plastic dengan penambahan ekstrak, menunjukkan tanda efektivitas dengan masih bertahannya kondisi nasi ketika nasi dalam plastic tanpa ekstrak telah menunjukkan kerusakan oleh cemar jamur. Dengan demikian, pemberian ekstrak cukup efektif sebagai kemasan dengan tambahan fungsi antimikroba.

Karakteristik *SESCALAN*

Berdasarkan hasil uji karakteristik pada aspek ketebalan yang didapatkan diketahui bahwa F2 atau formulasi *SESCALAN* yang mengandung nanoselulosa namun tidak mengandung ekstrak kayu secang memiliki ketebalan tertinggi yakni 0,037 cm. Disusul dengan F1 yaitu formulasi lengkap memiliki ketebalan 0,034 cm dan formulasi tanpa nanoselulosa memiliki ketebalan terendah yakni 0,032 cm. Dari data tersebut diketahui

formulasi dengan penambahan nanoselulosa cenderung memiliki ketebalan yang lebih tinggi dari pada ketebalan formulasi tanpa nanoselulosa. Dengan demikian data tersebut menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa mempengaruhi tingkat ketebalan *biodegradable plastic*. Namun penambahan tingkat ketebalan tidak terlalu signifikan hanya berkisar 0,002 cm saja. Perbedaan ketebalan yang terjadi pada formulasi dengan nanoselulosa tersebut terjadi disebabkan adanya penambahan nanoselulosa. Sehingga, pada formulasi *biodegradable plastic* dengan takaran volume maupun massa bahan lain yang sama, dengan adanya penambahan nanoselulosa total padatan dan penyusun polimer mengalami sedikit peningkatan (Sunardi, 2020).

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik

Karakteristik	F1	F2	F3
Ketebalan (cm)	0,033	0,034	0,037
Transparansi (mm ⁻¹)	4.396	4.843	4.468
Kelarutan (gr)	12,85%	27,02%	14,03%
Transmisi Uap Air	23x10 ⁻⁴	54x10 ⁻⁴	26x10 ⁻⁴

Pada uji transparansi didapatkan SESCALAN dengan formulasi lengkap (dengan penambahan nanoselulosa dan ekstrak kayu secang) memiliki nilai transparansi yang tertinggi yakni 4,843 mm⁻¹. Sedangkan untuk formulasi tanpa ekstrak kayu secang (F3) memiliki tingkat transparansi paling rendah yakni 4,467 mm⁻¹. Tingkat transparansi tersebut tidak jauh berbeda dengan transparansi F2 (tanpa nano). Sehingga dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa penambahan nanoselulosa dan ekstrak kayu secang sama-sama mempengaruhi peningkatan nilai transparansi pada *biodegradable plastic* SESCALAN. *Biodegradable plastic* yang memiliki tingkat transparansi tinggi memiliki kemampuan lebih baik untuk mengabsorpsi sinar UV yang dapat bermanfaat untuk mencegah percepatan proses oksidasi (Sunardi, 2020).

Berdasarkan uji kelarutan terhadap *biodegradable plastic* SESCALAN, diketahui bahwa F2 atau formulasi tanpa penambahan nanoselulosa memiliki kelarutan tertinggi hingga 27,02%. Hal ini membuktikan bahwa *biodegradable plastic* yang terbuat dari tanpa adanya penambahan nanoselulosa memiliki kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan formulasi lainnya. Atau dapat diketahui bahwa adanya nanoselulosa ini mempengaruhi terhadap rendahnya nilai kelarutan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Widyaningsih, 2012), yang mengatakan bahwa semakin tinggi suatu konsentrasi nanoselulosa yang ditambahkan pada formulasi bioplastik, maka titik maksimum bioplastik memiliki kemampuan untuk menahan air semakin besar, memiliki konsentrasi, kekentalan dan sifat penghalang yang lebih tinggi (Syahnya dan Wida., 2021).

Ditinjau dari segi kekuatan, uji kuat tarik tertinggi terletak pada F3 atau formula yang hanya menggunakan nanoselulosa tanpa ekstrak kayu secang yaitu mampu menahan beban sebesar 7 kg. Hal tersebut membuktikan bahwa dengan adanya nanoselulosa dalam suatu formula bahan pembuatan plastik berpengaruh dalam meningkatkan kekuatan atau kemampuan plastik dalam menahan beban daripada yang tidak menggunakan nanoselulosa. Hal tersebut sesuai dengan teori bahwa nanoselulosa memberi peningkatan nilai kuat tarik (*dislocation, flaw, kink, defect*) dan tidak adanya perbedaan struktur material berukuran nano (Fitriasari et al., 2019). Sedangkan adanya penambahan ekstrak kayu secang ini memberikan efek tekstur yang sedikit rapuh sehingga tidak sekuat formulasi dengan tanpa ekstrak.

Berdasarkan hasil uji transmisi uap air, didapatkan hasil bahwa F2 atau formulasi tanpa penambahan nanoselulosa memiliki tingkat transmisi yang lebih tinggi dari pada formulasi lain dengan kandungan nanoselulosa. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa menurunkan tingkat laju transmisi uap air pada *biodegradable plastic* SESCALAN. Adanya penambahan nanoselulosa dapat memperkecil rongga sel pada *biodegradable plastic* sehingga plastik yang dihasilkan memiliki kerapatan yang tinggi dan mampu menahan uap air secara lebih optimal (Sunardi, 2020). Penurunan nilai uji transmisi uap air pada *biodegradable plastic*

ini sejalan dengan peningkatan kekuatan dari plastik. Formulasi plastik yang memiliki kekuatan lebih tinggi memiliki nilai laju transmisi lebih rendah.

Karakteristik dari *biodegradable plastic* SESCALAN berdasarkan berbagai uji di atas menunjukkan bahwa produk ini layak untuk dikembangkan. Diantaranya dikarenakan memiliki sifat kuat, karakteristik yang baik, memiliki sifat mudah terdegradasi dan sifat aktif antimikroba. Bahan pembuatan *biodegradable plastic* SESCALAN juga terdiri dari bahan-bahan yang digunakan ramah lingkungan dan *food grade*. Pengembangan tersebut merupakan salah satu respon terhadap pentingnya implementasi SDGs (*Sustainable Development Programs*) atau program pembangunan berkelanjutan. Dengan penggunaan *biodegradable plastic* SESCALAN ini akan dapat meningkatkan kelestarian lingkungan.

Biodegradable plastic SESCALAN berpotensi untuk diimplikasikan dalam dunia pendidikan. Kurikulum K13 yang menuntut hasil karya siswa sebagai bentuk penanaman jiwa kreatif, inovatif dan solutif. Maka *Biodegradable plastic* SESCALAN dapat dijadikan model untuk memberikan inspirasi kepada siswa dalam membuat suatu terobosan inovasi produk ramah lingkungan. Kegiatan proyek ini dapat berperan dalam peningkatan baik sisi kognitif, afektif dan psikomotor siswa. Untuk sisi kognitif, siswa dalam proyek ini akan belajar bukans saja terkait ekosistem dan lingkungan akan tetapi juga wawasan mengenai potensi lokal daerah. Dari sisi afektif, siswa dilatih untuk peka terhadap permasalahan lingkungan yang ada disekitarnya, dan menjadi bagian dari penyelesaian permasalahan tersebut. Sedangkan dari sisi psikomotor siswa akan memiliki keterampilan untuk membuat produk *biodegradable plastic* atau pun yang sejenisnya.

Selain dunia pendidikan, *Biodegradable plastic* SESCALAN berpotensi untuk disosialisasikan dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat khususnya masyarakat Kabupaten Bojonegoro. Bahan dasar *Biodegradable plastic* SESCALAN dalah singkong genduruwi yang merupakan potensi lokal daerah Bojonegoro. Sehingga sangat tepat apabila masyarakat Bojonegoro diajak untuk mengetahui pemanfaatan potensi lokal daerah yang selama ini belum banyak dikembangkan tersebut. Harapannya, kegiatan sosialisai ini dapat memberikan inspirasi upaya pemanfaatan potensi lokal sejenis. Disamping itu, juga memberikan wawasan kepada masyarakat mengenai dampak lingkungan dan solusi dari pemggunaan kantong plastik konvensional.

KESIMPULAN

Penambahan nanoselulosa berpengaruh terhadap kekuatan dan karakteristik plastic berbasis pati singkong genduruwo, akan tetapi tidak mempengaruhi biodegradabilitas. Penambahan ekstrak kayu secang yang terkonfirmasi melalui penapisan mengandung senyawa flavonoid, fenol, alkaloid dan terpenoid memberikan efek antimikroba sehingga sampel makanan bisa bertahan lebih lama. Diantara tiga formula, formula 1 memberikan peformulasi yang cukup baik dari parameter yang diujikan. Untuk penelitian berikutnya, hasil penelitian dapat memberikan gambaran untuk pengembangan produk dengan bahan yang sama untuk *edible coating*. *Biodegradable plastic* SESCALAN memiliki potensi implikasi terhadap pendidikan pada kurikulum K13 dan juga implikasi pada kegiatan pengabdian pada masyarakat melalui sosialisasi pemanfaatan singkong genduruwo sebagai bahan dasar *biodegradable plastic*.

REFERENSI

- Acharya, V. V., Hasan, I., & Saunders, A. (2006). Should banks be diversified? Evidence from individual bank loan portfolios. *The Journal of Business*, 79(3), 1355-1412.
- Amanati, L. (2021). Ekstraksi Pektin dari Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) untuk Industri Makanan. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 5(2), 33-36.

- Anariawati. (2009). Studi Eksperiment Pembuatan Instan Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) terhadap *Staphylococcus Aureus* dan *Shigella Dysentriae* serta Bioautografinya [Skripsi]. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.Surakarta.
- Anita, Z., Akbar, F., & Harahap, H. (2013). Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 37-41.
- Averous, L., and N. Boquillon. (2004). "Biocomposites Based On Plasticized Starch: Thermal And Mechanical Behaviours." *Carbohydrate polymers* 56(2): 111-122.
- Damayanti, Dyah Shinta; Nur Ngazizah, dan Eko Setyadi Kurniawan. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (lks) dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing Untuk Mengoptimalkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Listrik Dinamis SMA Negeri 3 Purworejo Kelas X Tahun Pelajaran 2012/2013. *RADIASI: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 3(1): 58-62.
- Darni, Y., Chici, A., & Ismiyati, S. D. (2008). Sintesa bioplastik dari pati pisang dan gelatin dengan plasticizer gliserol. *Dalam Seminar Nasional Sains dan Teknologi II*.
- Darni, Yuli, and Herti Utami. (2009). "Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobitas bioplastik dari pati sorgum." *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan* 7(2).
- Dermawan, K., Lestari, R. A. S., & Kasmiyatun, M. (2020). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Biji Nangka dengan Penambahan Polyvinyl Alcohol (PVA) dan Sorbitol. *CHEMTAG Journal of Chemical Engineering*, 1(1), 18-23.
- Fazri, M. (2009). Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) terhadap *Helicobacter Pylori* Secara In Vitro.[Skripsi]. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.Surakarta.
- Firdaus, Feris, and Chairil Anwar. (2004). "Potensi limbah padat-cair industri tepung tapioka sebagai bahan baku film plastik biodegradabel." *Jurnal Fakultas Hukum UII* 1(2): 89017.
- Fitriasari, E. T., Kistanto, N., Yuwanto, Y., & Yuwono, T. (2019). Policy Strategy Beyond Eco Tourism Development. *Economics Development Analysis Journal*, 8(3), 264-278.
- Gibbs, Daniel J., et al. (2011). "Homeostatic response to hypoxia is regulated by the N-end rule pathway in plants." *Nature*. 479 (7373): 415-418.
- Halimah, H., Suci, D. M., & Wijayanti, I. (2019). Studi potensi penggunaan daun mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) sebagai bahan antibakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(1), 58-64.
- Iriani, E. S., Wahyuningsih, K., Sunarti, T. C., & Permana, A. W. (2015). Sintesis nanoselulosa dari serat nanas dan aplikasinya sebagai nanofiller pada film berbasis polivinil alkohol. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(1), 11.
- Maier, Timm, Simon Jenni, dan Nenad Ban. (2006). Architecture of mammalian fatty acid synthase at 4.5 Å resolution. *Science* 311 (5765): 1258-1262.
- Mandala, W. C. R., Saepudin, E., & Nizado, N. M. (2020). Effect of Addition of Antibacterial Compound From Kelor Leaves Extract (*Moringa oleifera Lam*) to Foodborne Pathogen Bacteria Activity on Crosslinked Bioplastik Poly(vinyl alcohol)/starch. *AIP Conference Proceedings 2242, proceeding of the ISCPMS 2019*
- Masrifah, Masrifah, Nasrun Balulu, dan Haryanti Nengkeula. (2021). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis Multimodus Representasi Pada Konsep Momentum Dan Impuls Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*. 2(2), 18-23.
- Mufida, Subehan, dan Yusmita, R. (2012). Karakterisasidan Uji Coba Anti Osteoporosis dan Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan*). *Prosiding InSINas*.

- Nurhabibah, S. A., & Kusumaningrum, W. B. (2021). Karakterisasi Bioplastik Dari K-Karagenan *Eucheuma Cottonii* Terplastisasi Berpenguat Nanoselulosa. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 43(2), 82-94.
- Safitri, I., Riza, M., & Syaubari, S. (2016). Uji mekanik plastik biodegradable dari pati sagu dan grafting poly (nipam)-kitosan dengan penambahan minyak kayu manis (*cinnamomum burmannii*) sebagai antioksidan. *Jurnal Litbang Industri*, 6(2), 107-116.
- Sunardi, S., Trianda, N. F., & Irawati, U. (2020). Pengaruh Nanoselulosa dari Pelepah Nipah sebagai Filler terhadap Sifat Bioplastik Polivinil Alkohol.