

Peningkatan Kualitas *Edible Film* Menggunakan Pati Uwi (*Dioscorea Alata L.*) Hasil Modifikasi

Edible Film Quality Improvement Using Modified Yam Starch (Dioscorea alata L.)

U Ulyarti^{1,3*}, Indriyani¹, S. Nursela¹, I. Rahmayani¹, Nazarudin^{2,3}

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi

³Pusat Unggulan IPTEK Bio-Geo Material, Universitas Jambi, Jambi

*Korespondensi dengan penulis (ulyarti@unja.ac.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 13 November 2020 dan dinyatakan diterima tanggal 24 Februari 2023. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/teknopangan. eISSN 2597-9892. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Abstrak

Edible film dari pati uwi masih memiliki kualitas yang rendah ditunjukkan dengan nilai WVTR yang tinggi dan kekuatan mekanik yang rendah. Penurunan WVTR dan peningkatan sifat mekanisnya dapat dilakukan dengan penambahan pati modifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rasio volume pasta pati terhadap volume etanol yang menghasilkan pati uwi modifikasi dan untuk memperbaiki kualitas *edible film* dari pati uwi menggunakan penambahan pati uwi modifikasi. Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu modifikasi pati uwi menggunakan metode presipitasi dan pembuatan *edible film* menggunakan beberapa taraf konsentrasi pati uwi modifikasi. Penelitian tahap pertama didesain untuk menghasilkan pati modifikasi dengan menggunakan perlakuan rasio volume pasta pati terhadap volume etanol. Terdapat 5 taraf perlakuan rasio yang digunakan yaitu 1:5, 1:7,5, 1:10, 1:12,5 dan 1:15. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio volume pasta pati terhadap etanol yang berbeda menghasilkan pati modifikasi dengan ukuran yang berbeda-beda. Rasio volume etanol 1:5 menghasilkan granula pati dengan morfologi yang paling rusak dan ukuran partikel paling kecil yaitu 1,135x1,767 μm hingga 17,601x20,359 μm dan rendemen pati modifikasi 80,5%. Penambahan pati uwi modifikasi hasil proses modifikasi pati menggunakan rasio volume pasta terhadap volume reagen non solven 1:5, sebanyak 25% berhasil memperbaiki kualitas *edible film* dari pati uwi alami dengan menurunkan nilai laju transmisi uap air dan meningkatkan kuat tekan.

Kata kunci: *edible film*, pati uwi, presipitasi, rasio volume.

Abstract

Yam starch-based edible films have low quality due to their high water vapour transmission rate and low strength. To decrease the rate and increase the strength, modified starch may be added to film forming solution. This study aimed to obtain the volume ratio of solvent which produce modified starch and to improve the quality of yam starch based-edible film using addition of modified starch. This research were conducted in two steps, namely : modification of yam starch by precipitation method and the production of yam starch based-edible films with addition of several levels of modified yam starch. The modification of starch was designed using five levels starch volume ratio of starch to the volume of ethanol: 1:5, 1:7,5, 1:10, 1:12,5 and 1:15. The results showed that the ratio of solvents 1:5 produced modified purple yam starch with the most destructed starch granule and the smallest particle size of 1,135x1,767 up to 17,601x20,359 μm with starch yield of 80,5%. The addition of modified yam starch for 25% improved the quality of native yam starch based-edible films by lowering water vapour transmission rates and increasing tensile strength.

Keywords : *edible film*, yam starch, precipitation, volume ratio.

Pendahuluan

Umbi uwi (*Dioscorea spp.*) merupakan salah satu jenis umbi yang banyak tumbuh di Indonesia. Tanaman ini merupakan jenis tanaman perdu yang merambat. Kulit umbi berwarna coklat sampai kehitaman dengan daging berwarna putih, krem atau keunguan (Hapsari, 2014). Umbi uwi masih belum dikembangkan secara luas oleh masyarakat di Indonesia pengolahannya hanya secara tradisional seperti dikukus, digoreng, dibakar dan dibuat keripik. Kandungan gizi yang terdapat di uwi yaitu karbohidrat (81,6-87,6%), air (75%), protein (6,7%), lemak (0,2%) serat kasar (9,37%) (Sakhtidevi dan Mohan, 2013). Umumnya, umbi uwi memiliki kandungan pati tinggi yaitu sebesar 25%. Uwi memiliki pati dengan kadar amilosa tinggi yaitu 26.98-31.02% (Zhu, 2015) sehingga pati uwi dapat dijadikan bahan baku pembuatan *edible film* (Panjaitan *et al.*, 2019).

Edible film dari pati uwi memiliki kelemahan yaitu bersifat rapuh dan mudah sobek karena sifatnya sebagai penghalang uap air yang rendah (Sari, 2018), serta kuat tekan dan laju transmisi uap air yang belum memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) (Maryana, 2018). Untuk meningkatkan dan memperbaiki sifat ataupun karakteristik fisik maupun fungsional dari *edible film* pati uwi dapat dilakukan dengan menggunakan pati komposit, yaitu pati alami dan pati modifikasi dengan ukuran paling kecil. Pati modifikasi dapat digunakan untuk mendapatkan sifat-sifat yang dikehendaki atau sesuai dengan kebutuhan (Kamsiati *et al.*, 2017).

Edible film dengan penambahan pati jagung modifikasi sebanyak 15% membuat laju transmisi uap air mengalami penurunan dari 217,81(gm/m².jam) menjadi 196,38 (gm/m².jam) (Farrag *et al.*, 2018). Hasil yang sama juga terjadi pada *edible film* dengan penambahan pati kacang polong. Penambahan pati berukuran nano sebanyak 15% pada pembuatan *film* dari pati beras menunjukkan peningkatan pada kekuatan mekanik, sifat *film* dalam menghalangi air dan sifatnya tahan terhadap panas (Pitaloka *et al.*, 2021).

Beberapa metode modifikasi menghasilkan pati termodifikasi dengan ukuran partikel yang lebih kecil, yaitu hidrolisis asam, enzimatis dan perlakuan mekanis (Rembuan *et al.*, 2015). Partikel berukuran nano dari pati dapat dihasilkan melalui perlakuan mekanis, salah satunya dengan metode presipitasi menggunakan pelarut organik seperti etanol, butanol, dan aseton (Kurniati *et al.*, 2019). Metode presipitasi ini dilakukan dengan prinsip perlakuan pemanasan dari proses gelatinisasi pati dan penambahan etanol secara perlahan, serta pengadukan secara cepat menggunakan *magnetic stirrer* menyebabkan pati teretrogradasi dengan cepat dan membentuk partikel pati yang tidak larut air. Pada penelitian ini pelarut organik yang digunakan yaitu etanol, karena bersifat polar, tidak berbahaya, harganya murah, mudah didapatkan dan dapat mengikat air dengan baik. Metode modifikasi pati dengan cara presipitasi ini memiliki kelebihan dibandingkan metode modifikasi menggunakan asam atau modifikasi lainnya, karena tidak menggunakan bahan kimia berbahaya seperti asam kuat yang tidak aman jika dikonsumsi, tidak membutuhkan peralatan canggih dan metode ini juga tidak rumit, walaupun waktu prosesnya sedikit lebih panjang (Winarti *et al.*, 2011). Keunggulan lain dari metode presipitasi ini yaitu dapat memperkecil ukuran partikel pati. Semakin kecil ukuran partikel pati, maka apabila diaplikasikan pada produk hasilnya akan lebih baik. Penambahan pati berukuran kecil sampai 20% berfungsi sebagai bahan penguat karet alam dan meningkatkan sifat mekanisnya (Angelier *et al.*, 2005).

Pada metode presipitasi, faktor yang berpengaruh pada bentuk dan ukuran pati adalah rasio pelarut. Penelitian Qin *et al.* (2016) yang memodifikasi pati singkong dengan perbandingan rasio pelarut (1:10) pada suhu 100°C selama 30 menit mengubah ukuran partikel pati alami 4-35µm menjadi 30-110 nm. Chin *et al.* (2011) juga memodifikasi pati sagu dengan perbandingan pasta pati dan rasio pelarut (1:20) mengubah partikel pati dengan ukuran pati alami 15-65µm menjadi 300-400 nm.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rasio volume pasta pati terhadap volume etanol yang dapat menghasilkan pati modifikasi dengan ukuran paling kecil, serta untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati modifikasi terhadap karakteristik *edible film*.

Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pati uwi yang didapatkan dari hasil ekstraksi umbi uwi segar, gliserol, akuades dan etanol absolut serta etanol teknis 96%. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis antara lain $Mg(NO_3)_2$, NaCl dan $CaCl_2$. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, saringan, ayakan 200 mesh, loyang, sudip, oven listrik, gelas ukur, petri *dish*, gelas piala, batang pengaduk, *magnetic stirrer*, sentrifuse, dan plastik klip serta alat analisa berupa *scanning electron microscope* (SEM), termometer, tabung tertutup, desikator, dan vorteks.

Metode

Penelitian dilakukan dalam 2 tahap yaitu tahap modifikasi pati dan tahap pembuatan *edible film*. Pada tahap pertama dilakukan percobaan modifikasi pati menggunakan perlakuan rasio volume pasta pati terhadap volume etanol yang terdiri dari 5 taraf rasio yaitu volume pasta : volume etanol = 1:5; 1:7,5; 1:10; 1:12,5 dan 1:15. Pada tahap kedua, percobaan aplikasi pati uwi modifikasi untuk pembuatan *edible film*. Pada tahap ini perlakuan yang digunakan yaitu konsentrasi pati uwi modifikasi dengan 5 taraf perlakuan: 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

Modifikasi Pati

Modifikasi pati dilakukan dengan metode presipitasi yang mengacu pada metode Qin *et al.* (2015) termodifikasi. Pati ditimbang sebanyak 1 gram dan ditambahkan akuades hingga mencapai volume 100 mL. Campuran kemudian dipanaskan diatas *hot plate* pada suhu 90°C selama 30 menit sambil terus diaduk menggunakan batang pengaduk. Selanjutnya, larutan segera didinginkan dan ditambahkan etanol dengan perlakuan rasio 1:5, 1:7,5, 1:10, 1:12,5 dan 1:15 mL sedikit demi sedikit sambil terus diaduk. Larutan kemudian didiamkan selama 8 jam pada suhu ruang sambil terus diaduk secara konstan. Larutan disentrifugasi pada 2.500 rpm selama 15 menit. Endapan dicuci dengan etanol absolut sebanyak 3 kali. Endapan dikeringkan dengan proses pengeringan tanpa panas (kering udara dingin) hingga diperoleh pati termodifikasi.

Pembuatan Edible Film

Tahapan proses pembuatan *edible film* mengacu pada metode Gonzales *et al.* (2015) termodifikasi. Pati uwi sebanyak 4 g dilarutkan dalam akuades 143,55 g dan diaduk selama 10 menit. Larutan dipanaskan diatas *hot plate* menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu gelatinisasi (80°C). Larutan gliserol ditambahkan dengan konsentrasi 2% (3 g) pada menit ke-10. Selanjutnya, larutan tersebut ditambah dengan pati modifikasi sesuai perlakuan dan dihomogenisasi. Larutan *film* kemudian dicetak menggunakan petri *dish* dengan diameter 9,2 cm dan tinggi 1,7 cm sebanyak 25 gram dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam. *Edible film* yang sudah kering kemudian disimpan dalam desikator dengan RH 52% dibuat dengan menggunakan $Mg(NO_3)_2$ jenuh sebelum dianalisis.

Rendemen Pati Modifikasi

Pengukuran rendemen pati singkong mengacu pada metode Sutra *et al.* (2020). Rendemen dihitung berdasarkan perbandingan berat akhir yang diperoleh setelah dimodifikasi terhadap berat pati yang digunakan sebelum dimodifikasi yang dinyatakan dalam persen.

Morfologi dan Ukuran Granula Pati

Pengamatan morfologi dan ukuran granula pati dilakukan dengan acuan metode Juhana (2018) termodifikasi. *Image* pati uwi alami dan modifikasi diambil menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM) (model JEOL JSM 6510 LA) yang sebelumnya telah didispersi menggunakan alkohol. Sampel diletakkan pada stab aluminium menggunakan pita perekat dua sisi dan dilapisi dengan bubuk emas untuk menghindari pengisian di bawah sinar elektron. Setelah alkohol menguap, granula pati diamati pada perbesaran 250 dan 1000. Ukuran pati ditentukan dengan mengukur ukuran *image* SEM pada *software photoshop*.

Ketebalan Film

Pengukuran ketebalan *film* dilakukan dengan acuan metode Warkoyo *et al.* (2014) termodifikasi. Ketebalan *film* diukur menggunakan mikrometer skrup pada 5 tempat yang berbeda dan dipilih secara acak. Rata-rata kelima nilai tersebut kemudian dilaporkan sebagai ketebalan *film*.

Kelarutan

Kertas saring yang sudah dikeringkan ditimbang beratnya. Sampel *film* dipotong 2x2 cm, dimasukkan kedalam 50 ml air yang mengandung akuades dan direndam selama 24 jam sambil diaduk secara periodik. Larutan kemudian disaring dan kertas saring dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. Banyaknya *film* yang tidak larut kemudian ditimbang. Persentase kelarutan dapat dihitung menggunakan rumus sebagaimana yang dilakukan oleh Susilowati dan Lestari (2019).

Transparansi

Pengukuran transparansi dilakukan dengan acuan metode Pineroz-Hernandez (2017). *Film* dipotong persegi dengan ukuran 50x10mm kemudian ditempatkan dalam sel spektrofotometer. Persentase transmisi diukur dengan UV-Vis spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm. Transparansi *edible film* dapat diketahui dengan menghitung perbandingan log T dan ketebalan *film*.

Water Vapour Transmission Rate (WVTR)

Sebuah tabung reaksi yang berisi CaCl₂ ditutup menggunakan *film*. Berat tabung kemudian ditimbang. Tabung ditempatkan didalam desikator yang disaturasi dengan menggunakan NaCl jenuh (RH 75%). Perubahan berat tabung kemudian dicatat dan diplot sebagai fungsi dari waktu. WVTR dihitung menggunakan rumus sebagaimana yang dilakukan oleh Pineroz-Hernandez (2017).

Pengolahan dan Analisis Data

Data ketebalan, kelarutan, transparansi, WVTR, dan kuat tekan dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5% dan dilanjutkan dengan Uji Wilayah Ganda Duncan.

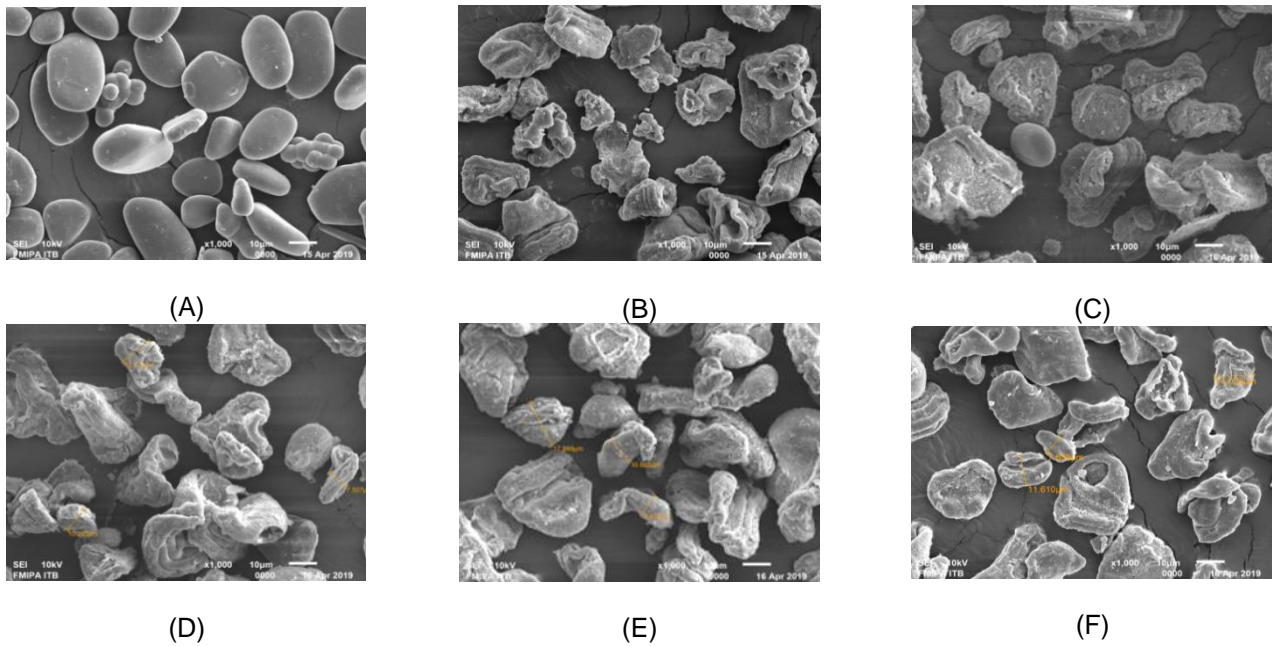
Hasil dan Pembahasan

Rendemen Pati Modifikasi

Rendemen pati modifikasi yang didapat dalam penelitian ini cukup besar berkisar antara 76-80,5%. Hasil ini lebih rendah dari hasil modifikasi pati sagu dan pati tapioka menggunakan metode modifikasi yang sama dengan rendemen berkisar antara 92,84-94,54% untuk pati sagu dan 85,38-87,17% untuk tapioka (Wulandari, 2013). Besarnya rendemen yang dihasilkan menunjukkan tidak terjadi kerusakan lebih lanjut pada rantai amilosa dan amilopektin selama proses gelatinisasi sehingga rendemen yang dihasilkan lebih besar. Pada saat gelatinisasi pati, air masuk ke daerah amorf pada granula pati dan berikatan dengan amilosa dan amilopektin, akan tetapi ikatan dengan amilosa jauh lebih besar dibandingkan dengan amilopektin. Hal ini disebabkan karena amilosa lebih bersifat hidrofilik. Saat suhu gelatinisasi tercapai, granula pati akan terus menyerap air dan membengkak. Granula pati tidak dapat menahan banyaknya air hingga akhirnya pecah. Pada saat granula pati pecah, molekul granula berupa amilosa dan amilopektin larut kedalam air dan dapat mengalami kerusakan lebih lanjut oleh pemanasan sehingga tidak dapat diendapkan selama proses presipitasi.

Morfologi Granula Pati

Ukuran granula pati yang dihasilkan dalam modifikasi pati ini didapat dengan mengukur dimensi dari granula pati yang ditampilkan pada gambar hasil analisa SEM. Morfologi SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan ukuran granula pati diukur menggunakan aplikasi *imageJ* versi 1.5.2. (Gambar 1). Pada Gambar 1, dapat dilihat perbedaan bentuk granula pati uwi alami dan pati uwi yang telah dimodifikasi menggunakan metode presipitasi. Granula pati masih terlihat utuh dengan bentuk oval pada pati alami. Hal ini menunjukkan bahwa granula pada pati uwi alami belum mengalami kerusakan struktur granula. Selain itu, granula pati alami masih memiliki permukaan yang halus dan utuh (Faridah, 2011). Hasil pengukuran granula pati uwi alami menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan perbesaran 1000x, granula pati memiliki ukuran antara 17-33µm. *Range* ukuran granula pati uwi berkisar antara 12-37µm (Minakawa *et al.*, 2019).



Gambar 1. Hasil *Scanning Electron Microscope* : (A) Pati alami uwi (B) Pati hasil modifikasi dengan rasio 1:5 (C) Pati hasil modifikasi dengan rasio 1:7,5 (D) Pati hasil modifikasi dengan rasio 1:10 (E) Pati hasil modifikasi 1:12,5 (F) Pati hasil modifikasi dengan rasio 1:15

Metode presipitasi ini dilakukan dengan prinsip perlakuan pemanasan dari proses gelatinisasi pati dan penambahan etanol secara perlahan, serta pengadukan secara cepat menggunakan *magnetic stirrer* menyebabkan pati teretrogradasi dengan cepat dan membentuk partikel pati yang tidak larut air sehingga menghasilkan ukuran partikel pati yang lebih kecil (Ulyarti *et al.*, 2022). Proses gelatinisasi tersebut akan menyebabkan granula pati membengkak sehingga ketika dilakukan pemanasan yang lebih lama lagi granula pati tersebut akan pecah menjadi partikel yang lebih kecil. Adanya perlakuan panas dan mekanis selama proses presipitasi dapat menyebabkan pembentukan partikel yang lebih kecil ketika pati terdegradasi. Perlakuan mekanis ini menyebabkan terjadinya pemotongan ikatan-ikatan antar molekul amilosa dan amilopektin ketika pati teretrogradasi sehingga bentuk dan ukuran partikel pati ini tidak kembali seperti kondisi semula (Wulandari, 2013).

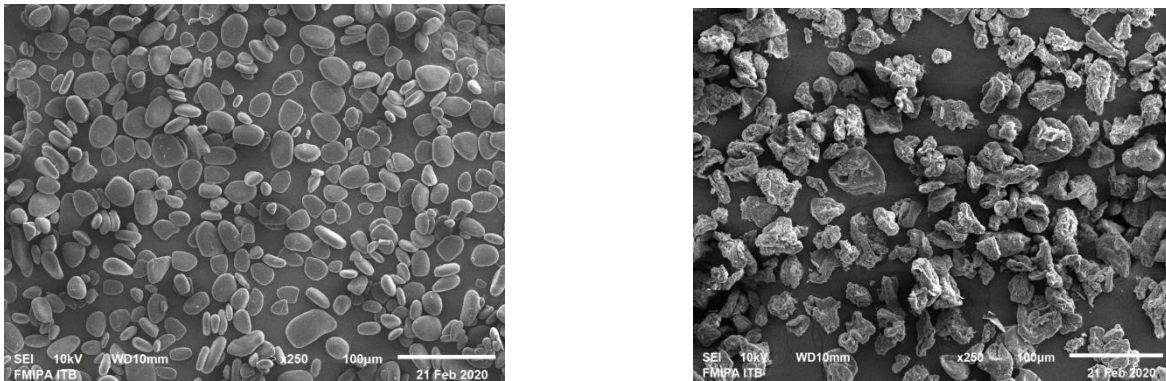
Hasil pada Gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan rasio pelarut 1:5 sampai dengan 1:15 telah merusak struktur granula melalui proses gelatinisasi yang menghasilkan pengecilan ukuran diameter granula pada salah satu sisi poligonal saja dan menghasilkan granula dengan permukaan seperti terkikis dan melipat. Perlakuan rasio volume 1:5 menghasilkan ukuran paling kecil yaitu $1,135 \times 1,767 \mu\text{m}$ sampai dengan $17,601 \times 20,359 \mu\text{m}$. Perlakuan rasio volume 1:7,5 granula pati alami masih terlihat akibat proses gelatinisasi yang belum menyeluruh. Seiring dengan bertambahnya volume etanol maka granula pati dengan ukuran besar sudah mulai terlihat. Hal ini dapat terlihat pada gambar dan juga pengukuran menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dengan perlakuan rasio volume 1:7,5 sampai dengan 1:15 ukuran granula besar sudah mulai terlihat dengan jumlah yang banyak, akan tetapi dapat juga dijumpai adanya granula berukuran sangat kecil masih menempel pada granula termodifikasi yang mungkin berasal dari pengikisan granula selama proses gelatinisasi. Seiring dengan penambahan etanol yang semakin banyak, maka akan memperlama proses pengadukan cepat sehingga dapat merusak partikel kecil. Diduga partikel kecil ini terdegradasi lebih lanjut dan larut dalam air sehingga tidak dapat diendapkan. Modifikasi pati singkong dengan perbandingan rasio pelarut (1:10) pada suhu 100°C selama 30 menit mengubah ukuran partikel pati dari $4\text{-}35 \mu\text{m}$ menjadi $30\text{-}110 \text{nm}$ (Qin *et al.*, 2016). Hasil berbeda ditunjukkan pada modifikasi pati sagu dengan perbandingan pasta pati dan rasio pelarut (1:20) mengubah ukuran granula pati dari $15\text{-}65 \mu\text{m}$ menjadi $300\text{-}400 \text{nm}$ (Chin *et al.*, 2011). Semakin sedikit etanol yang digunakan maka partikel pati yang berukuran kecil semakin banyak. Semakin besar ukuran granula maka semakin banyak didapatkan amilopektin dengan rantai cabang yang panjang dan kurang beraturan sehingga mengurangi kristalinitas pati pada bagian tepi granula (Cai *et al.*, 2013).

Karakteristik Pati Modifikasi

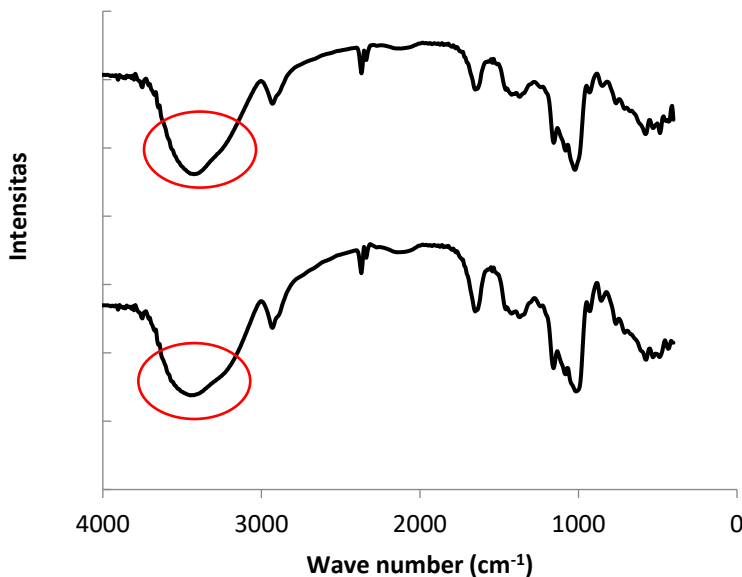
Pengaruh konsentrasi pati uwi modifikasi terhadap karakteristik *edible film* dapat dilihat pada ukuran pati yang lebih kecil dari ukuran awal sebelum dimodifikasi yaitu sebesar $14,58 - 28,71 \mu\text{m}$. Namun, seperti yang tampak pada SEM *image*, terlihat bahwa sebagian besar pati masih berukuran besar dengan morfologi yang berbeda (Gambar 2).

Proses modifikasi pati menghasilkan intensitas penyerapan pada bilangan gelombang $3600 - 3400 \text{ cm}^{-1}$ (OH-*stretching*) lebih banyak daripada pati alami seperti yang terlihat pada spektra FTIR (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa pati modifikasi memiliki gugus OH yang lebih banyak. Sebagaimana diketahui bahwa serapan gugus hidroksil bebas (yang tidak berikatan hidrogen) sangat kuat terjadi pada $3700 - 3584 \text{ cm}^{-1}$, namun dalam penelitian ini serapan

OH-*stretching* terjadi pada bilangan gelombang yang lebih rendah (3425 cm^{-1}). Pergeseran ini menunjukkan adanya interaksi yang terjadi pada gugus OH pati. Interaksi yang dimaksud mungkin berupa ikatan inter molekuler dan intra molekuler pada molekul pati. Spektrum yang lebar pada biasanya menunjukkan adanya interaksi gugus fungsi, biasanya berupa interaksi melalui ikatan hidrogen. Pati uwi dan pati uwi modifikasi, spektrum OH-*stretch* yang lebar mungkin menunjukkan terbentuknya interaksi melalui ikatan hidrogen antara molekul-molekul pati.



Gambar 2. SEM Image Pati Uwi Alami (kiri) dan Pati Uwi Modifikasi (kanan)



Gambar 3. Spektra FTIR Pati Uwi Alami (bawah) dan Pati Uwi Modifikasi (atas)

Karakteristik Edible Film

Ketebalan merupakan salah satu parameter penting pada *edible film*, karena dapat berpengaruh pada pengaplikasiannya terhadap suatu produk, selain itu juga dapat mempengaruhi parameter lainnya, seperti transparansi, laju transmisi uap air (WVTR), kelarutan dan kuat tekan (Maryana, 2018). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi pati uwi modifikasi tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap ketebalan *film* (Tabel 1), namun dari regresi linier dapat dilihat bahwa terdapat korelasi linier antara konsentrasi pati uwi modifikasi dan ketebalan *edible film* (Gambar 4). Peningkatan konsentrasi pati uwi modifikasi cenderung meningkatkan ketebalan *edible film* (Gambar 4). Ketebalan *edible film* menggunakan pati uwi pada konsentrasi 2% sebesar 0,117mm, mirip dengan ketebalan *edible film* hasil penelitian ini dengan penambahan pati uwi modifikasi hingga 20% (Maryana, 2018). Nilai ini sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dari *Japanese Industrial Standard* (JIS) (1997) dalam Abdurrahman (2018) bahwa *edible film* dapat dikategorikan sebagai bahan pengemas apabila memiliki ketebalan maksimal 0,25mm.

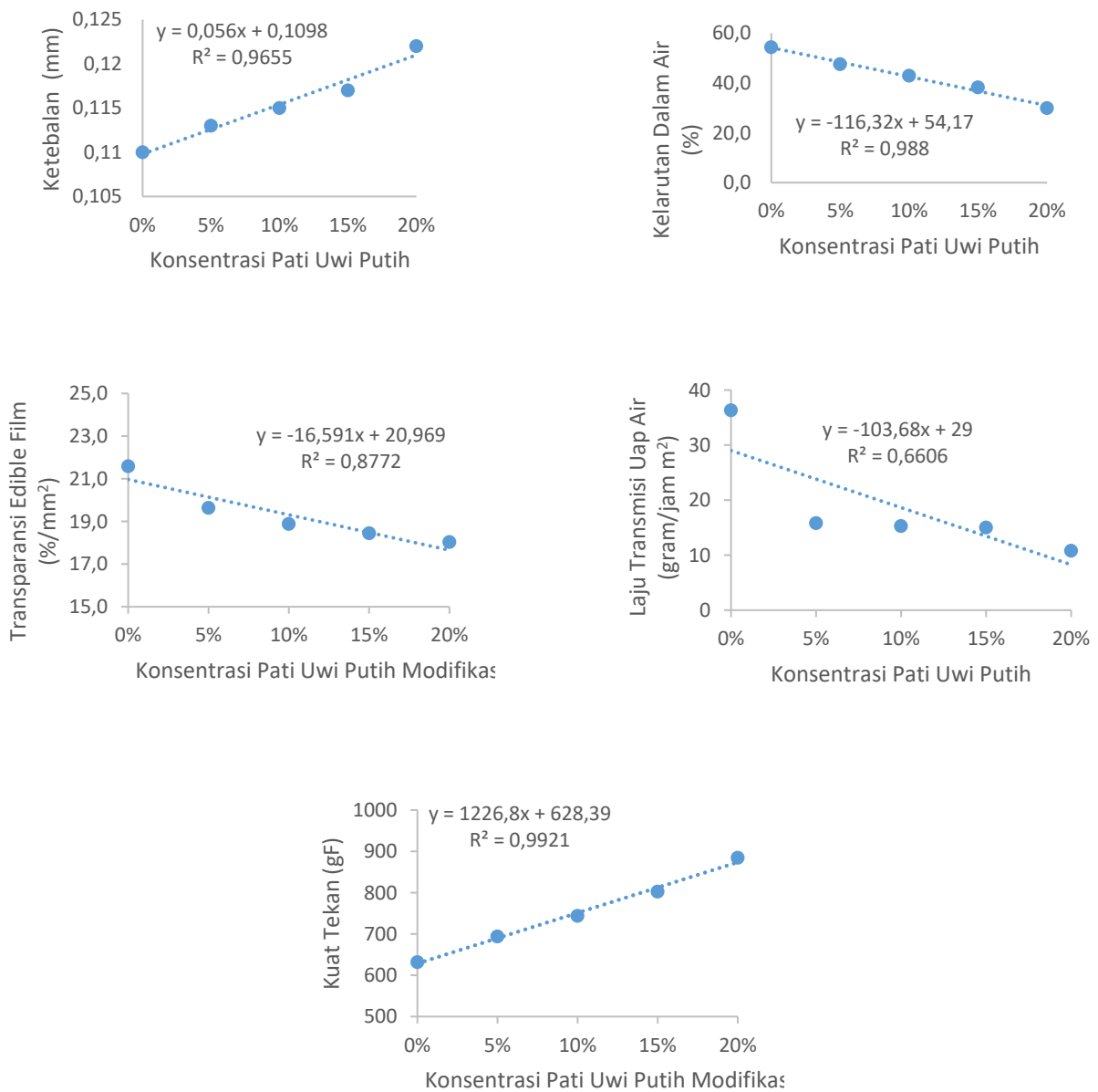
Kelarutan dalam air merupakan sifat fisik dari *edible film* yang menunjukkan persentase berat *edible film* yang terlarut setelah direndam dalam air selama 24 jam. *Edible film* dengan daya larut yang tinggi sangat baik digunakan pada produk pangan siap makan karena mudah larut pada saat dikonsumsi (Jatmiko, 2019). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi pati uwi modifikasi tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kelarutan *edible film* (Tabel 1). Namun, terdapat korelasi linier antara konsentrasi pati uwi modifikasi dengan kelarutan *edible film* (Gambar 4). Semakin tinggi konsentrasi pati uwi modifikasi cenderung menurunkan kelarutan *edible film*. Penambahan pati modifikasi kedalam *edible film* dapat meningkatkan stabilitas *film* di dalam air sehingga menyebabkan *film* tidak mudah larut dalam air (Jania *et al.*, 2012). Hal ini dapat disebabkan karena pati modifikasi lebih bersifat hidrofobik sehingga dapat menyebabkan kelarutan *edible film* menjadi menurun (Murdianto *et al.*, 2005). Modifikasi pati metode

presipitasi merusak daerah amorf pada granula pati dan menyisakan granula dengan struktur kristalin. Daerah amorf tersebut merupakan daerah yang lebih hidrofilik dibanding daerah kristalin sehingga berkurangnya daerah amorf pati menurunkan kemampuan pati modifikasi untuk mengikat air. *Edible film* yang memiliki nilai kelarutan yang rendah merupakan salah satu persyaratan penting *edible film* sebagai kemasan pangan yang bersentuhan dengan air dan bertindak sebagai pelindung produk pangan (Jatmiko, 2019).

Tabel 1. Karakteristik *Edible Film* dari Pati Uwi dengan Penambahan Beberapa Level Konsentrasi Pati Uwi Modifikasi

Karakteristik <i>edible film</i>	Konsentrasi Pati Uwi Modifikasi				
	0%	5%	10%	15%	20%
Ketebalan	0,11±0,00	0,11±0,00	0,12±0,00	0,12±0,00	0,12±0,01
Kelarutan	54,29±2,87	47,50±6,69	42,85±7,38	38,19±4,61	29,86±16,26
Transparansi	21,58±0,41	19,63±1,38	18,88±0,49	18,44±0,46	18,03±1,47
WVTR	36,32±1,36	15,79±3,10	15,26±0,61	15,00±1,01	10,79±0,53
Kuat Tekan	631,63±3,66	693,83±1,21	743,60±0,78	802,08±3,45	884,20±2,77

Data ditampilkan sebagai nilai rerata ± standar deviasi



Gambar 4. Korelasi Antara Konsentrasi Pati Uwi Modifikasi dan Karakteristik *Edible Film*

Transparansi menggambarkan banyaknya cahaya yang dapat melewati *edible film*. Uji transparansi *edible film* ditentukan dari besar cahaya yang diteruskan oleh *edible film* tersebut atau disebut transmitansi. Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase nilai transparansi menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi pati modifikasi. Walaupun penurunan ini tidak signifikan secara statistik, namun terdapat korelasi negatif antara konsentrasi pati uwi modifikasi dengan transparansi *edible film* (Gambar 4). Penambahan pati modifikasi menyebabkan nilai transparansi *edible film* menurun. Ketika cahaya melewati *film*, cahaya tersebut tidak dapat menembus celah atau ruang-ruang kosong pada *edible film* karena ruang kosong pada *edible film* tadi telah diisi oleh granula pati modifikasi sehingga akan menghasilkan *edible film* dengan nilai transparansi yang rendah (Shi *et al.*, 2013).

Water vapour transmission rate (WVTR) atau laju transmisi uap air merupakan parameter yang sangat penting dalam menilai kualitas *edible film*. *Edible film* yang baik adalah *edible film* yang memiliki nilai WVTR seminimal mungkin (Amaliya dan Putri, 2014). WVTR menunjukkan kecepatan uap air melewati film (per gram per detik) persatuan luas *edible film*. Nilai WVTR akan menunjukkan kemampuan *film* dalam menghambat uap air. Hasil pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pati modifikasi pada *edible film* maka semakin rendah nilai WVTR, walaupun secara statistik melalui hasil ANOVA konsentrasi pati uwi modifikasi tidak berpengaruh terhadap WVTR *edible film*. Penggunaan pati modifikasi ini mengakibatkan struktur *film* semakin rapat sehingga uap air yang berada diluar akan lebih sulit untuk menembus permukaan *edible film*. Penurunan ini sejalan dengan pembuatan *edible film* dengan penambahan pati jagung nanopartikel sebanyak 15% menghasilkan nilai WVTR menurun dari 217,81 g/m².jam menjadi 196,38 g/m².jam (Farrag *et al.*, 2018). *Edible film* yang baik harus tidak mudah dilewati oleh uap air atau memiliki nilai WVTR yang rendah. WVTR juga dipengaruhi oleh ketebalan film yang diuji. Semakin tebal film maka nilai WVTR akan semakin rendah (Moulia, 2018).

Kuat tekan merupakan salah satu sifat mekanik *edible film* yang penting, karena terkait dengan kemampuan *edible film* untuk melindungi produk yang dilapisinya. *Edible film* dengan nilai kuat tekan yang tinggi diperlukan pada penggunaan sebagai kemasan produk pangan yang bertujuan untuk melindungi bahan pangan selama penanganan, transportasi dan pemasaran (Mulyadi *et al.*, 2017). Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pati uwi modifikasi meningkatkan kuat tekan *edible film* walaupun pengaruh ini tidak signifikan menurut ANOVA. Berdasarkan nilai koefisien regresinya, terdapat korelasi positif antara konsentrasi pati uwi modifikasi dan kuat tekan *edible film* (Gambar 4). Penambahan 10% mikrokristalin selulosa menghasilkan *edible film* dengan peningkatan kuat tekan dari 3,23 MPa menjadi 4,41 Mpa (Gonzalez *et al.*, 2015). Peningkatan kuat tekan *edible film* disebabkan karena adanya interaksi antara pati modifikasi dengan matriks pati alami.

Kesimpulan

Morfologi dan ukuran granula pati dapat dimodifikasi menggunakan metode presipitasi. Rasio volume pati dan volume reagen non *solvent* adalah dua faktor yang mempengaruhi morfologi dan ukuran partikel pati hasil modifikasi. Semakin rendah rasio volume pati dan volume reagen non *solvent* akan menghasilkan granula yang semakin rusak dan ukuran partikel pati yang semakin kecil. Secara statistik, konsentrasi pati uwi modifikasi tidak berpengaruh terhadap sifat fisik, mekanis dan *barrier edible film*, namun diketahui bahwa terdapat kecenderungan penggunaan pati uwi putih modifikasi dalam *film forming solution* dapat memperbaiki karakteristik *edible film*.

Daftar Pustaka

- Amnesta R, Ulyarti U, Suseno R, Nazarudin N. 202x. Modifikasi Pati Ubi Kelapa Kuning Metode Presipitasi Menggunakan Beberapa Tingkat Suhu Serta Aplikasinya Untuk *Edible Film*. Agritech (dalam proses publikasi)
- Andrade-Pizarro RD, Skurtys O, Osorio-Lira F. 2015. Effect of cellulose nanofibers concentration on mechanical, optical, and barrier properties of gelatine-based edible films. DYNA 82(191) pp 219-226. <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v82n191.45296>
- Antonioniou, J., Liu, F., Majeed, H. and Zhong, F. 2015. Characterization of Tara Gum Edible Films Incorporated with Bulk Chitosan and Chitosan Nanoparticles: A Comparative Study. Food Hydrocolloids. 44:309-319.
- Chin, S., F., Pang, S., C. and Tay, S., H. 2011. Size Controlled Synthesis of Starch Nanoparticles By A Simple Nanoprecipitation Method. Carbohydrate Polymers. Vol 86: 1817-1819.
- Farrag, Y., Malmir, S., Montero, B., Rico, M., Rodriguez-Llamazares, S., Barral, L. and Bouza, R. 2018. Starch Edible Films Loaded With Donut-Shaped Starch Microparticles. LWT – Food Science and Technology. Vol 98: 62-68.
- Gonzalez, K., Retegi, A., Gonzalez, A., Eceiza, A. and Gabilondo, N. 2014. Starch and Cellulose Nanocrystals Together Into Thermoplastic Starch Bionanocomposites. Carbohydrate Polymers. Vol 117:83-90.
- Hapsari, R., T. 2014. Prospek Uwi Sebagai Pangan Fungsional Dan Bahan Diversifikasi Pangan. Jurnal Buletin Palawija. Vol 27: 26-38.
- Juna, S., Hayden, S., Damm, M., Kappe, C., O. and Huber, A. 2014. Microwave Mediated Preparation of Nanoparticles From Wx Corn Starch Employing Nanoprecipitation. Starch. Vol 66: 316-325.
- Kamsiati, E., H. Herawati, dan E. Y. Purwani. 2017. Potensi pengembangan plastik biodegradable berbasis pati sagu dan ubikayu di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian. 36(2): 67-76.
- Kaewpool, P. 2010. Preparation and Application of Nanocrystal for Reinforcing in Rice Starch Film. Thesis. Packaging Technology. Prince of Songkla University.
- Kim, J. -Y. And Lim S. -T. 2010. Complex Formation Between Amylomaize Dextrin and N-Butanol By Phase Separation System. Carbohydrate Polymers. Vol 82: 264-269.
- Kurniati, M., C. Winarti, F. A. Syamani, dan I. Puspita. 2019. Nanohidrogel tapioka menggunakan epiklorohidrin sebagai

- agen pengikat silang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. **29**(2): 213-221.
- Maryana, E. 2018. Pengaruh Konsentrasi Pati Uwi Ungu dan Putih (*Dioscorea alata*) Terhadap Karakteristik Fisik Edible Film. Skripsi. Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jambi. Jambi.
- Minakawa, A. F., P. C. Faria-Tischer, dan S. Mali. 2019. Simple ultrasound method to obtain starch micro-and nanoparticles from cassava, corn and yam starches. *Food Chemistry*. 283: 11-18.
- Mulyadi, A. F., M. H. Pulungandan N. Qayyum. 2017. Pembuatan edible film maizena dan uji aktifitas antibakteri (kajian konsentrasi gliserol dan ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica L.*)). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. **5**(3): 149-158.
- Nadia, L. dan Hartati, A. 2011. Potensi Umbi Uwi Ungu sebagai Bahan Pangan dan Khasiatnya sebagai Bahan Fungsional. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Njie, D., N., Rumsey, T., R. and Singh, R., P. 1998. Thermal Properties of Cassava, Yam and Plantain. *Jurnal Of Food Engineering*. Vol 37:63-76.
- Orsuwan, A. and Sothornvit, R. 2017. Development And Characterization of Banana Flour Film Incorporated with Montmorillonite and Banana Starch Nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*. Vol 174: 235-242.
- Panjaitan, N., U. Ulyarti, M. Mursyid, dan N. Nazarudin. 2019. Modifikasi pati uwi kuning (*Dioscorea alata*) menggunakan metode presipitasi serta aplikasinya untuk edible film. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. **23**(2): 196-204.
- Pineros-Hernandez D, Medina-Jaramillo, C, Lopez-Cordoba A, Goyanes S. 2017. Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging. *Food hydrocolloids* 63:488-495
- Pitaloka, N., D. A. B. Wibisono, dan K. N. Wahyusi. 2021. Karakterisasi edible film dari berbagai macam pati biji beras dengan penambahan kitosan. *Jurnal Teknik Kimia*. **16**(1): 1-9.
- Qin, Y., Liu, C., Jiang, S., Xiong, L., & Sun, Q. (2016). Characterization of starch nanoparticles prepared by nanoprecipitation: influence of amylose content and starch type. *Industrial Crops and Products*, *87*, 182-190.
- Rembulan, G. D., T. C. Sunarti, dan A. Meryandini. 2015. Penambahan Bakteri Asam Laktat Terenkapsulasi untuk Menekan Pertumbuhan Bakteri Patogen pada Proses Produksi Tapioka. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. **26**(1): 34-43.
- Ribba, L., Garcia, N., L., D' Accorso, N. and Goyanes, S. 2017. Disadvantages of Starch-Based Materials, Feasible Alternatives in Order to Overcome These Limitations. Didalam: *Starch-Based Materials in Food Packaging*. Academic Press. United Kingdom.
- Rugchati, O., & Thanacharoenchanapas, K. (2015). Application of biodegradable film from yam (*Dioscorea alata*) starch in Thailand for Agricultural activity. *International Journal of Environmental and Rural Development*, *6*:28-33.
- Saari, H., Fuentes, C., Sjoo, M., Rayner, M., & Wahlgren, M. (2016). Production of starch nanoparticles by dissolution and non-solvent precipitation for use in food grade pickering emulsion. *Carbohydrate Polymers*, dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.10.003.
- Sauyana, Y. 2014. Produksi Pati Asetat Dengan Menggunakan Pati Sagu Nanokristalin. Skripsi. Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Susilowati, E., dan A. E. Lestari. 2019. Pembuatan dan karakterisasi edible film kitosan pati biji alpukat (KIT-PBA). *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. **4**(3): 197-204.
- Sutra, L. U., L. Hermalena, dan R. A. Salihat. 2020. Karakteristik edible film dari pati jahe gajah (*Zingiber officinale*) dengan perbandingan gelatin kulit ikan tuna. *Journal of Sciencetech Research and Development*. **2**(2): 034-045.
- Ulyarti, Lavlinesia, Fortuna D, Surhaini. (2016). The study of physical properties of *Dioscorea alata*'s starch from jambi Province. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. *6*:456-459
- Ulyarti, Maryana, E., Rahmayani, I., Nazarudin, N., Susilawati, & Doyan, A. (2019). The characteristic of yam (*Dioscorea alata*) starch edible film. *JPPIPA*, Vol 5 No 1. doi.10.29303/jppipa.v5il.174 .
- Ulyarti, U., M. Mursyid, N. Nazarudin, dan J. A. Situmorang. 2022. Pengaruh Konsentrasi Pati dan Jenis Pelarut Pada Modifikasi Pati Menggunakan Metode Presipitasi Terhadap Sifat Fisik Pati Uwi Putih (*Dioscorea Alata*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. **26**(1): 17-26.
- Wanasundera, J., P., D. and Ravindran, G. 1994. Nutritional Assessment of Yam (*Dioscorea alata*) tubers. *Plants Foods for Human Nutrition*. Vol 46: 33-39.
- Winarti, C., Sunarti, T., C. Dan Richana, N. 2011. Produksi dan Aplikasi Pati Nanopartikel. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. Vol 7 (2): 104-114.
- Xie, F., Pollet, E. J. Halley, P. and Averous, L. 2013. Starch-based nano- biocomposite. *Progress in Polymer Science*. Vol 38: 1590-1628.
- Zhang, S. and Zhao, H. 2017. Preparation and Properties of Zein–Rutin Composite Nanoparticle/Corn Starch Films. *Carbohydrate Polymers*. Vol 169:385-392.
- Zhu, F. 2015. Isolation, composition, structure, properties, modifications, and uses of yam starch. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. **14**(4): 357-386.