Modifikasi Pati Aren dengan *Crosslinking Agent* STPP (*Sodium Tri Poly Phospate*) dan Penambahan Poli Vinil Alkohol terhadap Karakteristik Bioplastik

Sari Purnavita^{1*}, Nevira Khaliqa Rastono²

^{1,2}Program Studi Teknik Kimia Politeknik Katolik Mangunwijaya, Semarang, Indonesia

(*sariurnavita@yahoo.com)

Abstrak – Modifikasi pati adalah metode yang dilakukan untuk mengatasi kelemahan pati alami diantaranya sifat hidrofilik (ketahanan air yang rendah). Modifikasi pati secara *crosslinking* dilakukan untuk mendapatkan *swelling power* rendah, kekuatan regang rendah, dan suhu granula pati untuk pecah lebih rendah. Pada penelitian ini telah dilakukan modifikasi pati aren secara *crosslinking* menggunakan STPP (*Sodium Tripoly Phospate*) dengan prinsip mengganti gugus hidroksil pati dengan gugus fosfat yang berikatan silang. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan metode Rancangan Acak Lengkap dua variabel, yaitu berat PVA (0; 1; 2; 2,5 gram) dan presentase STPP (1%; 3%; 4%; dan 5%) terhadap sifat ketahanan air (*uji swelling*) dan ketahanan degradasi bioplastik. Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan kerja yaitu (1)pembuatan modifikasi pati aren; (2)pembuatan bioplastik, dan (3)analisa bioplastik. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pati aren termodifikasi *crosslinking* STPP memberikan hasil ketahanan bioplastik yang lebih baik dibandingkan dengan pati aren alami (*native starch*). Dari berbagai perlakuan sampel, disimpulkan bahwa pati termodifikasi STPP menurunkan nilai *swelling* (penyerapan) bioplastik, dengan hasil terbaik pada penambahan 5% STPP dan 2 gram PVA sebesar 40%.

Kata kunci: bioplastik; ikatan silang; pati modifikasi; STTP

I. PENDAHULUAN

Sebagian besar plastik yang diproduksi saat ini berasal dari bahan baku minyak bumi yang sulit untuk terurai secara alami sehingga keberadaan limbah plastik menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan pengembangan plastik ramah lingkungan berbasis bahan alam seperti pati, selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan, yang disebut dengan bioplastik. Bioplastik memiliki keunggulan dibandingkan dengan plastik konvensional yaitu dalam hal kemudahan untuk diuraikan. Tanaman aren merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki kandungan pati di dalam batang pohonnya. Menurut Manatar, dkk (2012), pati yang terkandung di dalam tepung aren kering sebesar 12,9% – 31,3%. Pati aren penggunaannya belum sepopuler tepung lainnya yaitu sebatas sebagai bahan substitusi jenis tepung lain. Pati aren sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi bioplastik.

Bahan pati alami sebagai bahan baku bioplastik masih memiliki beberapa kelemahan diantaranya sifat mekanik yang rendah, tidak tahan terhadap suhu tinggi, sifat alir yang sangat rendah dan bersifat hidrofilik (Mbey dan Sandrine, 2012) sehingga perlu dilakukan proses modifikasi pati untuk menghasilkan bioplastik dengan sifat ketahanan air yang baik. Faktor lain yang dapat meningkatkan ketahanan bioplastik terhadap air adalah penambahan polimer sintetik dengan jenis yang ramah lingkungan seperti poli vinil alkohol (PVA). Pada penelitian ini dilakukan pembuatan bioplastik dari bahan baku modifikasi pati aren dengan STPP dan penambahan poli vinil alkohol.

II. STUDI LITERATUR

A. Modifikasi Pati

Karakteristik pati alami memiliki kelemahan seperti tidak larut dalam air dingin, pasta yang dihasilkan cukup keras dan mempunyai kestabilan yang rendah. Modifikasi pati dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Metode fisika meliputi adanya perlakuan pemanasan dan perlakuan suhu. Modifikasi secara kimia yaitu penambahan asam, oksidasi, starchesters, kationik dan *crosslinking*. Salah satu dari metode *crosslinking* yaitu menggunakan STTP (*Sodium tripolyphospate*) dengan rumus $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. Prinsip modifikasi pati secara kimia

menggunakan STTP menghasilkan ikatan antara pati dengan *phospat diester* atau ikatan silang antar gugus hidroksil yang menyebabkan ikatan pati menjadi kuat, tahan terhadap pemanasan dan asam sehingga dapat menurunkan pembengkakan granula dan meningkatkan stabilitas (Retnaningtyas dan Widya, 2014). Penggunaan metode *crosslinking* memiliki keuntungan dapat menghasilkan pati dengan *swelling power* yang kecil, memperkuat granula pati dan menjadikan pati lebih tahan terhadap medium asam dan panas

Modifikasi pati adalah metode (*treatment*) yang dilakukan untuk mendapatkan sifat *swelling power* yang rendah, kekuatan regang yang rendah, granula pati yang lebih mudah pecah, waktu dan suhu granula pati untuk pecah lebih rendah, serta waktu dan suhu gelatinisasi yang lebih tinggi pada pati (Teja, dkk 2008); (Zuhra, dkk 2016). Modifikasi pati dengan metode *crosslinking* pada prinsipnya adalah mengganti gugus hidroksil pada pati dengan gugus eter, gugus ester, atau gugus fosfat (Teja, dkk 2008); (Maharani, dkk 2017). Modifikasi pati *crosslinking* dengan menggunakan STTP, yaitu menggantikan gugus hidroksil pati dengan gugus fosfat dari STTP (Novitasari, dkk 2016).

B. Sodium Tri Polyphospat (STTP)

Sodium tri polyphosphate adalah senyawa polifosfat dari natrium dengan rumus $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. STTP berbentuk bubuk atau granula berwarna putih dan tidak berbau. Kelarutan STTP dalam air sebesar 14,5 gram per 100 ml pada suhu 25°C, memiliki pH sebesar 9,8 pada suhu 20°C. Pada proses modifikasi pati sering digunakan sodium *tri polyphospat* sebagai *crosslinking agent*.

C. Poli Vinil Alkohol (PVA)

Poli vinil alkohol adalah salah satu dari sedikit polimer yang bersifat dapat larut dalam air. PVA berfungsi sebagai bahan adesif (perekat), *protective colloid* bagi proses emulsi polimerisasi serat, bahan pembuat polivinil butiral, serta sebagai pelapis kertas. Polivinil alkohol dalam jumlah yang kecil dimanfaatkan sebagai *emulsifier* kosmetik, lapisan film pelindung, perekat tanah untuk menghindari erosi. PVA film memiliki *tensile strength* yang tinggi dan tahan terhadap abrasi. Film PVA memiliki tegangan permukaan rendah sehingga mampu menjadi agen emulsifikasi dan *protective colloid*. Derajat hidrolisis berpengaruh terhadap kelarutan PVA dalam air. Semakin tinggi derajat hidrolisis PVA maka kelarutan dalam air semakin rendah. PVA dengan derajat hidrolisis 98,5% atau lebih dapat dilarutkan dalam air pada suhu 70°C.

III. METODOLOGI

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan metode Rancangan Acak Lengkap dua variabel dengan dua kali pengulangan. Variabel bebas yang digunakan adalah berat PVA (0; 1; 2; 2,5 gram) dan persentase STTP (1%; 3%; 4%; dan 5%).

Bahan baku yang digunakan adalah pati aren dari sentra industri Limbangan Boja Semarang, Sodium Tri Polyphospat (STTP), PVA dan gliserol diperoleh dari laboratorium Kimia Organik Program Studi D3 Teknik Kimia Polteka Mangunwijaya. Alat yang digunakan adalah *beaker glass*, gelas ukur, erlenmeyer, kain saring, nampan, baskom, tabung reaksi, *hot plate*, alat pengaduk, timbangan, nampan ukuran 17 X 30 cm dan oven.

A. Pembuatan pati modifikasi

Langkah awal dalam tahap ini adalah membuat larutan STTP 1%, 3%, 4% dan 5%. Selanjutnya merendam masing masing 60 gram pati aren ke dalam larutan selama 75 menit. Kemudian menyaring pati dan mencuci residu menggunakan aquadest 100 ml sebanyak 2 kali. Langkah terakhir mengeringkan residu (pati modifikasi) menggunakan oven pada suhu 60°C selama 6 jam

B. Pembuatan bioplastik pati aren

Pada tahap ini, diawali dengan melarutkan PVA (Poli vinil alkohol) dengan aquades pada suhu 80°C. Setelah larut, kemudian larutan PVA ditambahkan pada pati yang termodifikasi. Selanjutnya diaduk dan ditambahkan aquades dan gliserol. Pemanasan dengan *Hot Plate Magnetic Stirrer* pada suhu 50°C, kecepatan

250 rpm sampai mengental. Campuran sebanyak 30 ml dituang ke dalam nampan ukuran 30 x 17 cm, didiamkan pada suhu ruangan sampai kering dan bisa dikelupas.

C. Analisa ketahanan terhadap Air

Mempersiapkan sampel plastik dengan ukuran 3 x 3 cm lalu timbang. Selanjutnya memasukkan aquades sebanyak 30 ml air ke dalam cawan porselen. Kemudian plastik direndam ke dalam aquadest selama tiga menit, selanjutnya ditimbang. Lakukan penimbangan sampai berat sampel konstan.

$$\text{Rasio swelling (\%)} = \frac{w_1 - w_0}{w_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

W1 = berat hidrogel saat mengembang (*swollen*)

W0 = berat hidrogel kering (*dry*) sebelum *swelling*

IV. HASIL DAN DISKUSI

A. Modifikasi Pati Aren

Pada proses memodifikasi pati dilakukan melalui beberapa tahap yaitu merendam pati, menyaring pati, mengeringkan pati, menghaluskan pati dan mengayak pati. Perendaman pati dengan larutan STPP pada konsentrasi yang berbeda (1%, 3%, 4% dan 5%) dengan waktu perendaman selama 75 menit. Perendaman menggunakan STPP berfungsi membentuk ikatan antara pati dengan phospat diester atau ikatan silang antar gugus hidroksil (Retnaningtyas dkk, 2014). Pati hasil modifikasi memiliki warna yang agak gelap daripada pati sebelum dimodifikasi.

Gambar 1. Perbedaan warna pati hasil modifikasi dengan pati murni

B. Ketahanan Terhadap Air

Pembuatan bioplastik dari pati aren termodifikasi pati dengan metode *crosslinking* dengan STTP dan penambahan PVA bertujuan untuk meningkatkan nilai ketahanan air bioplastik atau menurunkan nilai *swelling power*.

Gambar 2. Pengaruh pati modifikasi STPP terhadap rasio *swelling* bioplastik

Pada Gambar 2, terlihat bahwa hasil penyerapan air (*swelling*) pati aren alami (*native starch*) memiliki nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil penyerapan air (*swelling*) pati aren termodifikasi. Pati termodifikasi cenderung memiliki ketahanan air yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pati alami tanpa modifikasi. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Maharani, dkk (2017) dalam penelitian modifikasi pati ubi jalar oranye menggunakan STPP dan juga sesuai dengan Zuhra, dkk (2016) tentang modifikasi pati sukun dengan trinitratrimetaphosphat. Penurunan nilai penyerapan air dimungkinkan terjadi karena adanya penggantian gugus hidroksil pati dengan gugus fosfat yang membentuk ikatan silang dengan molekul amilosa dan amilopektin dalam pati yang menyebabkan struktur kristalin. Dengan demikian dapat menyebabkan air kesulitan untuk masuk dan pati menjadi kehilangan ruang dalam mengalami pembengkakan (*swollen*). Hasil penurunan *swelling power* juga berlaku dalam penurunan laju uap air sebagaimana dalam penelitian Maharani, dkk (2017).

Swelling power adalah kemampuan yang dimiliki oleh pati untuk mengembang ketika bertemu dengan air (Haryati dkk, 2014) hal ini dimungkinkan karena molekul pati memiliki kemampuan untuk mengikat air dengan pembentukan ikatan hidrogen. Nilai *swelling power* yang meningkat, mengindikasikan semakin banyak air yang terserap masuk ke dalam molekul pati sehingga ketahanan pati terhadap air rendah, sebaliknya semakin kecil nilai *swelling power* maka semakin tinggi nilai ketahanan air bioplastik.

Selain pati termodifikasi STPP yang mempengaruhi ketahanan air bioplastik, jumlah penambahan polivinil alkohol (PVA) turut mempengaruhi hasil penyerapan air (*swelling*). Poli vinil alkohol adalah senyawa golongan polialkohol yang memiliki gugus hidroksil, dan memiliki sifat hidrofilik (Julian dan Eko, 2016). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak PVA yang ditambahkan memberikan nilai penyerapan air yang semakin kecil. Hasil ini sesuai pula dengan penelitian (Purnavita dan Viviana, 2021) bahwa penambahan PVA maksimal 2 gram memberikan hasil ketahanan air yang lebih baik bila dibandingkan dengan tanpa penambahan PVA pada bioplastik pati jagung. PVA memiliki kemampuan untuk mengembang (*swelling*) jika dilarutkan dengan air pada suhu 80°C (Purnavita dan Viviana, 2021). *Swelling power* PVA akan menurun apabila dilarutkan pada suhu diatas 40°C (Erizal dan Rahayu, 2009). Ketahanan bioplastik terbaik pada penambahan 5% STPP dan 2 gram PVA. Metode *crosslinking* dapat menghasilkan pati dengan *swelling power* yang kecil sehingga kemampuan menyerap air dan mengembang pati lebih rendah, sehingga kekuatan granula pati bertambah (Raina, dkk 2006); (Teja, dkk, 2008); (Zuhra, dkk 2016).

C. Density

Berat jenis (*density*) plastik dipengaruhi oleh jenis pati yang termodifikasi menggunakan STPP. Plastik yg dihasilkan dari jenis pati termodifikasi memiliki *density* lebih besar dari plastik *biodegradable* menggunakan jenis pati tanpa modifikasi. Hal ini dikarenakan ikatan silang antar molekul pati dengan STTP menyebabkan berat molekul pati bertambah dan mempengaruhi berat molekul plastik yang dihasilkan. *Density* terbesar dimiliki variabel dengan komposisi 5 gram pati modifikasi 1% dengan penambahan 2,5 gram PVA dan 0,5 ml gliserol, yaitu sebesar 1,171 gram/cm³.

Gambar 3. Nilai *density* bioplastik pati aren termodifikasi

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengolahan pati aren menjadi pati termodifikasi *crosslinking* STPP memberikan hasil ketahanan bioplastik yang lebih baik dibandingkan dengan pati aren alami (*native starch*). Dari berbagai perlakuan sampel, disimpulkan bahwa pati termodifikasi STPP dan penambahan PVA mampu menurunkan nilai *swelling* (penyerapan) bioplastik dengan hasil terbaik pada penambahan 5% STPP dan 2 gram PVA sebesar 45%, dan ketahanan air 55%. *Density* terbesar dimiliki variabel dengan komposisi 5 gram pati modifikasi 1% dengan penambahan 2,5 gram PVA dan 0,5 ml gliserol, yaitu sebesar 1,171 gram/cm³.

DAFTAR PUSTAKA

- Erizal, Rahayu. (2009). Thermo-Responsive Hydrogel of Poli Vinyl Alcohol (PVA) – Con Isopropyl Acrylamide (Nipaam) Prepared by Radiation as A Matrix Pumping/On-Off System. *Indo. J. Chem* 9 (1): 19 – 27
- Haryanti, P, Retno S, dan Rumpoko W. (2014). Pengaruh Suhu Dan Lama Pemanasan Suspensi Pati Serta Konsentrasi Butanol Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati Tinggi Amilosa Dari Tapioka. *AGRITECH*, 34(3): 308 – 315
- Julian, J dan Eko, S. (2016). Pengaruh Komposisi PVA/Kitosan terhadap Perilaku Membran Komposit PVA/Kitosan/Grafin Oksida yang Terikat Silang Asam Sulfat, *J. Sains Dan Seni ITS* 5(1): C37-43 DOI:10.12962/j23373520.v5i1.15932
- Maharani, Y, Faizah H, Rahmayuni. (2017). Pengaruh Perlakuan Sodium Tripolyphosphate (STPP) Pada Pati Sagu Termodifikasi Terhadap Ketebalan, Transparansi dan Laju Perpindahan Uap Air *Edible Film*. *JOM FAPERTA*, 4(2): 1- 10
- Manatar, J.E, Julius P, Max R.J. (2012). Analisis Kandungan Pati Dalam Batang Tanaman Aren (*Arenga Pinnata*. *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(2): 89-92
- Mbey, J A dan Sandrine H. (2012). Cassava starch–kaolinite composite film. Effect of clay content and clay modification on film properties. *Carbohydrate Polymers* 88(1):213–222
- Novitasari, S, I Wayan R W, A. A. I Sri W. (2016). Pengaruh Penambahan Sodium Tripolifosfat (STPP) Terhadap Karakteristik Pati *Sente (Alocasia Macrorrhiza (L.) Schoot)* Yang Dimodifikasi Dengan Metode *Cross-Linking*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(2) :103 – 111
- Purnavita, S, Viviana C D. (2021). Kajian Ketahanan Bioplastik Pati Jagung Dengan Variasi Berat Dan Suhu Pelarutan Polivinil Alkohol. *CHEMTAG*, 2(1): 14 – 22
- Rahim A., Alam, N., Haryadi dan Santoso, U. (2012). Pengaruh konsentrasi pati aren dan minyak sawit terhadap sifat fisik dan mekanik edible film. *J. Agroland*, 17(1): 38–46

- Raina, C., Singh, S., Bawa, A., and Saxena, D. (2006). Some characteristics of acetylated, crosslinked and dual modified Indian rice starches: *European Food Research and Technology*, v. 223, p. 561-570.
- Retnaningtyas, D.A., dan Widya, D. (2014). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman Dan Konsentrasi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4): 68 – 77
- Teja A, Ignatius S P, Aning A, Laurentia E. K. (2008). Karakteristik Pati Sagu Dengan Metode Modifikasi Asetilasi Dan CrossLinking. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 7(3): 836-843
- Zuhra, CF, Mimping G, Marpongahtun, Ayu S. (2016) Modifikasi Pati Sukun Dengan Metode Ikat Silang Menggunakan Trinatrium Trimetafosfat. *Chimica et Natura Acta*, 4(3): 142-146