



## Perbandingan Kinerja Flokulasi Bioflokulan dari Pati Talas (*Colocasia Esculenta L. Schoott*) Termodifikasi dengan Pati Singkong (*Manihot Utilissima*) Termodifikasi Menggunakan Metode Pencangkokan (*Grafting*)

Resqi Dwi Oktaviani, Novitasari, Mujtahid Kaavessina\*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta 57126

\*Email : [mkaavessina@gmail.com](mailto:mkaavessina@gmail.com)

### Abstract

Flocculation is one of processes to obtain clean water. Starch-graft-polyacrylamide (St-g-PAM) is a copolymer flocculant. This flocculant is synthesized by the "grafting to" method. This study aims to determine the effects of initiator concentration ratio, the terminator concentration and the termination time towards the obtained flocculant performance. Polymerization was carried out in a glass reactor equipped with a stirrer and isothermal conditions. The resulting products were analyzed by FT-IR. The analysis shows the existence bonds of starch and acrylamide. The presence of these groups proves that St-g-PAM was formed. The effect of initiator concentration ratio showed that the performance bioflocculant from mocaf more effective than bioflocculant from modified taro starch, with the higher change value is 76,19 %. Meanwhile, the effect of the terminator concentration and the termination time showed that the performance bioflocculant from modified taro starch more effective than mocaf, the higher change values are 68,57% and 71,76%, respectively.

**Keywords:** Starch-graft-Polyacrylamide, grafting to, bioflocculant

### Pendahuluan

Air permukaan merupakan sumber yang potensial untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat karena jumlahnya yang berlimpah. Namun, kualitasnya secara umum lebih rendah dibanding sumber-sumber air lainnya sehingga menuntut pengolahan yang juga lebih lengkap (Stumm & Morgan, 1996).

Untuk mendapatkan air bersih, menggunakan salah satu proses yaitu flokulasi. Flokulasi bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi *turbidity*, warna dan mikroorganism. Flokulan berfungsi sebagai pembentuk partikel yang lebih besar / flok (Singh, 2000).

Polyacrylamide merupakan salah satu polimer sintetik yang sangat efektif sebagai flokulan akan tetapi tidak tahan terhadap gesekan mekanis dan *unbiodegradable*. Starch merupakan salah satu jenis polisakarida (polimer alami) yang terdiri dari beberapa jenis seperti xanthan gum, guar gum, starch, dan sebagainya. Berdasarkan uraian tentang Polyacrylamide dan Starch, memungkinkan untuk digabungkan menjadi suatu material flokulan yang terdegradasi (*biodegradable*) (Rath, 1997).

*Blending* dan kopolimerisasi merupakan metode memodifikasi polimer untuk mendapatkan sifat – sifat baru yang merupakan bagian dari sifat polimer penyusunnya (Kaavessina, 2012).

Sehingga untuk mendapatkan bioflokulan dari starch, digunakan metode kopolimer yang diharapkan meningkatkan daya flokulasi dari starch.

Penelitian sebelumnya telah menggunakan amylopektin dari pati talas sebagai *backbone* karena amylopectinnya memiliki bentuk amorf sehingga sukar larut serta mudah membentuk gumpalan dan lebih efektif sebagai bahan flokulan. Selain itu pati talas juga mengandung amylose yang juga dapat digunakan untuk bahan dasar pembuatan bioflokulan. Namun keefektifan penggunaan bioflokulan dari pati talas ini belum diketahui. Pada penelitian ini digunakan pati talas termodifikasi serta pati singkong termodifikasi sebagai polimer *backbone* dan acrylamide sebagai *graft*-nya untuk pembuatan flokulan dengan metode pencangkokan/kopolimerisasi larutan.

### Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini : Acrylamide (*graft*), Starch (*Backbone*): talas termodifikasi dan singkong termodifikasi,  $K_2S_2O_8$  dan TMEDA (Inisiator), Nitrogen (*Purger*), Aquadest (Pelarut), Metanol (Presipitan), *Hydroquinon* (Terminator).



### Sintesa nt-PAM

Pertama dengan membuat larutan *acrylamide* dalam reaktor polimerisasi yang diikuti proses *purging* dengan mengalirkan Nitrogen dan pengadukan pada kecepatan konstan. Selanjutnya menginjeksikan larutan  $K_2S_2O_8$  dan TMEDA. Reaksi polimerisasi berlangsung selama 30 menit pada temperatur  $30^\circ C$ .

### Sintesa Starch-g-Polyacrylamide

Pertama dengan membuat larutan *starch* dan mengaduk dengan kecepatan konstan sampai temperatur mencapai  $70^\circ C$  sehingga terjadi perubahan warna. Kemudian didinginkan pada suhu  $30^\circ C$ . Larutan nt-PAM dimasukkan ke dalam reaktor gelas yang berisi larutan *starch* dan dilanjutkan proses polimerisasi dengan melakukan pengadukan pada kecepatan 250 rpm dan reaksi berjalan isothermal pada suhu  $50^\circ C$  selama 1,5 jam. Polimer yang dihasilkan dibuat menjadi *slurry* homogen dengan menambahkan aquadest dan dipresipitasi dengan aseton dan metanol sehingga terbentuk St-g-PAM yang berupa padatan putih. Selanjutnya produk dikeringkan dibawah sinar matahari untuk menguapkan sisa – sisa larutan sampai didapatkan berat yang konstan.

### Uji Flokulasi

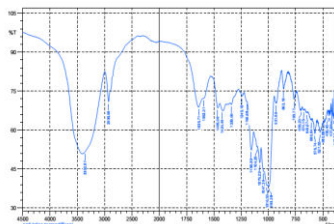
Pengujian efektivitas flokulasi dilakukan dengan cara melarutkan bioflokulan 10 mg dalam 20 ml aquadest. Dari larutan tersebut, diambil masing-masing sebanyak 2 ml, 4 ml dan 6 ml sebagai variasi dosis. Larutan bioflokulan dimasukkan dalam air sampel 500 ml, dan dilakukan pengadukan selama 2 menit pada 120 rpm, dan 10 menit pada 50 rpm, setelah itu didiamkan selama 1 jam, dan diukur nilai kekeruhannya menggunakan turbidimeter.

### Hasil dan Pembahasan

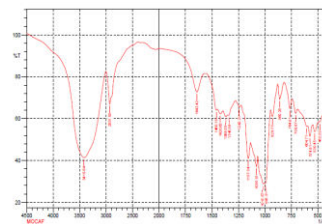
Pada penelitian ini *Starch-g-Polyacrylamide* (St-g-PAM) disintesis dengan metode *grafting to*. Sintesis *non-terminated Polyacrylamide* (nt-PAM) dilakukan melalui teknik polimerisasi larutan dengan melakukan variasi pada konsentrasi inisiator, konsentrasi terminator, dan waktu terminasi.

### Karakterisasi St-g-PAM

Karakterisasi produk dilakukan untuk membuktikan bahwa telah terbentuk St-g-PAM. Hasil analisis FTIR dari *starch* ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2



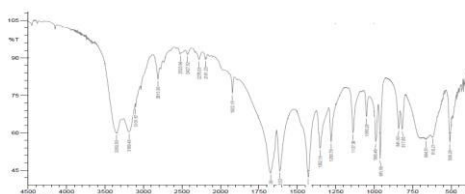
Gambar 1. Spektrum IR untuk Starch Talas Termodifikasi



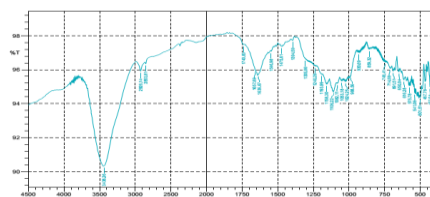
Gambar 2. Spektrum IR untuk Starch Singkong Termodifikasi

Interpretasi dari Gambar 1 adalah dua *peak* pada  $1079,22\text{ cm}^{-1}$  dan  $1158,30\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-O, pada *peak*  $3362,07\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus -OH, pada tiga *peak*  $1424,49\text{ cm}^{-1}$ ;  $1465,96\text{ cm}^{-1}$  dan  $2930,96\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-H, pada tiga *peak*  $1245,1\text{ cm}^{-1}$ ,  $1138,66\text{ cm}^{-1}$  dan  $1196,88\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-N. Hasil interpretasi gugus-gugus sesuai dengan gugus yang dimiliki *starch*.

Interpretasi dari gambar 2 adalah satu *peak* pada  $1643,42\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C=O, pada *peak*  $3419,94\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus -OH, pada empat *peak*  $1340,58\text{ cm}^{-1}$ ,  $1368,55\text{ cm}^{-1}$ ,  $1420,63\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1460,18\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-H, pada dua *peak*  $1242,21\text{ cm}^{-1}$  dan  $1340,58\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-N. Hasil interpretasi gugus-gugus sesuai dengan gugus yang dimiliki *starch*.



Gambar 3. Spektrum IR untuk Acrylamide



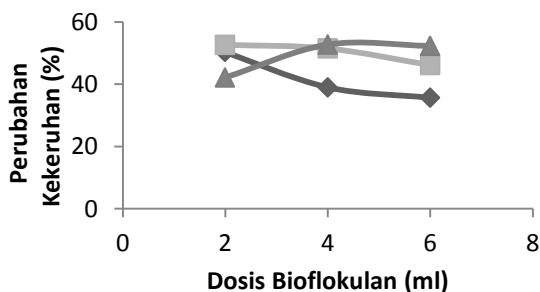
Gambar 4. Spektrum IR untuk Starch-graft Polyacrylamide

Dan hasil analisis FTIR dari *acrylamide* ditunjukkan pada Gambar 3. Interpretasi dari gambar tersebut menunjukkan pada *peak*  $1280,79\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-O, pada tiga *peak*  $841\text{ cm}^{-1}$ ;  $961,56\text{ cm}^{-1}$  dan  $990,49\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-H, pada *peak*  $1280,79\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-N, pada dua *peak*  $2523,96\text{ cm}^{-1}$  dan  $3350,50\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus O-H, pada dua *peak*  $1613,52\text{ cm}^{-1}$  dan  $1672,36\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C=C, pada *peak*  $2191,12\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C=C. Hasil intepretasi ini sesuai dengan karakteristik untuk *acrylamide*.

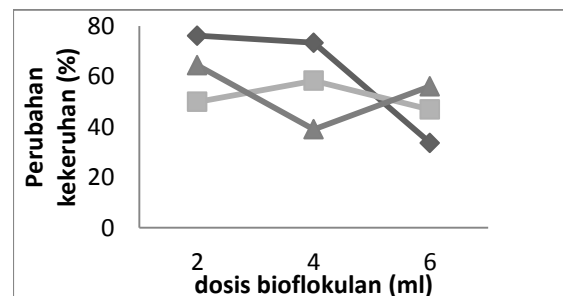
Hasil analisis FTIR St-g-PAM dengan sintesis nt-PAM menggunakan metode *grafting to* menunjukkan adanya gugus-gugus yang dimiliki oleh *starch* talas termodifikasi dan *acrylamide*. Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil analisis FTIR untuk St-g-PAM dengan sintesis nt-PAM menggunakan metode *grafting to* terdapat gugus-gugus dari *starch* yaitu pada *peak*  $1158,30\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-O, pada *peak*  $3438,26\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus -OH, pada tiga *peak*  $1394,59\text{ cm}^{-1}$ ,  $2926,14\text{ cm}^{-1}$ , dan  $2853,81\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-H, pada dua *peak*  $1193,99\text{ cm}^{-1}$  dan  $1240,28\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus C-N. Adanya gugus-gugus tersebut membuktikan bahwa St-g-PAM telah terbentuk.

### Pengaruh Konsentrasi Inisiator

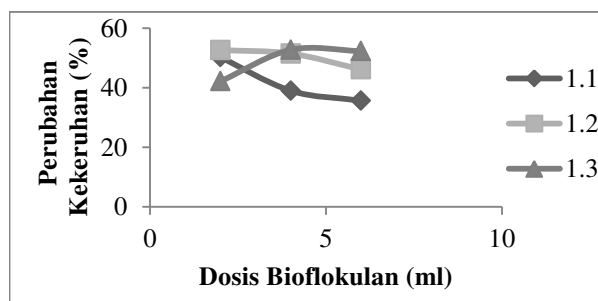
Dari Gambar 5 dan Gambar 6, titik 1.1, 1.2, dan 1.3, masing-masing secara berurutan menunjukkan konsentrasi inisiator pada 0,05 M, 0,1 M, dan 0,2 M. Dari kedua grafik didapat pada pati talas termodifikasi semakin besar konsentrasi inisiator maka efektivitas bioflokulan cenderung mengalami kenaikan, hal ini terlihat bahwa % perubahan kekeruhan mengalami kenaikan. Sedangkan pada pati singkong termodifikasi semakin besar konsentrasi inisiator maka efektivitas bioflokulan cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan kadar amilosa dan amilopektin yang di kandung talas termodifikasi dan singkong termodifikasi. Talas termodifikasi memiliki kadar amilosa dan amilopektin lebih besar dari singkong termodifikasi yaitu 21,44%, dan 78,56 % sedangkan untuk singkong termodifikasi memiliki kadar amilosa dan amilopektin sebesar 27.38% dan 72.62%.



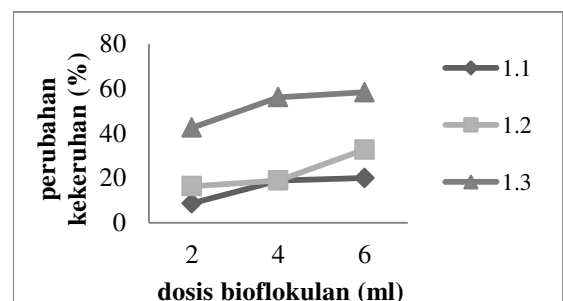
**Gambar 5.** Grafik Hubungan Dosis Bioflokulan (ml) vs Perubahan Kekeruhan (%) pada Berbagai Konsentrasi Inisiator pada Talas Termodifikasi



**Gambar 6.** Grafik Hubungan Dosis Bioflokulan (ml) vs Perubahan Kekeruhan (%) pada Berbagai Konsentrasi Inisiator pada Singkong Termodifikasi



**Gambar 7.** Grafik Hubungan Dosis Bioflokulan (ml) vs Perubahan Kekeruhan (%) pada Berbagai Konsentrasi Terminator pada Talas Termodifikasi



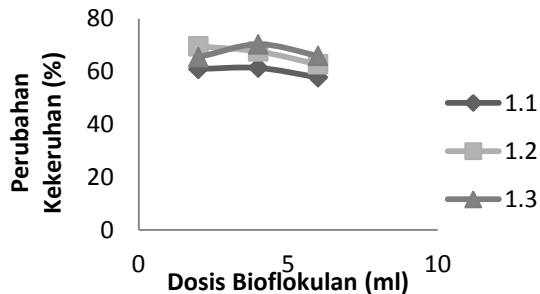
**Gambar 8.** Grafik Hubungan Dosis Bioflokulan (ml) vs Perubahan Kekeruhan (%) pada Berbagai Konsentrasi Terminator pada Singkong

### Pengaruh Konsentrasi Terminator

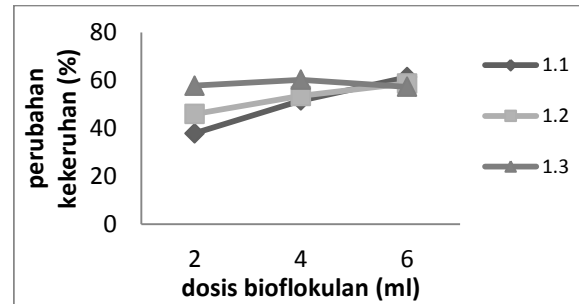
Dari Gambar 7 dan Gambar 8 pada titik 1.1, 1.2, dan 1.3, masing-masing secara berurutan menunjukkan konsentrasi terminator pada  $1,5 \cdot 10^{-3}\text{ M}$ ,  $2 \cdot 10^{-3}\text{ M}$ , dan  $3 \cdot 10^{-3}\text{ M}$ . Dari kedua grafik didapat semakin besar konsentrasi terminator maka efektivitas bioflokulan cenderung mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi terminator dapat mengakibatkan degradasi molekul-molekul rantai polyacrylamide, sehingga rantai

acrilamide tumbuh pada starch yang terbentuk cenderung berukuran kecil namun banyak, rantai yang banyak inilah yang menyebabkan pembentukan flok semakin cepat. (Caulfield, dkk, 2002).

Pada Gambar 7 dan Gambar 8 titik optimum terdapat pada terminasi dengan konsentrasi  $3.10^{-3}$  M. Dan diperoleh hasil perubahan kekeruhan 68,57% pada dosis optimum 4 ml bioflokulan pada air sampel untuk talas termodifikasi. Sedangkan untuk singkong termodifikasi diperoleh hasil perubahan kekeruhan 58,3% pada dosis optimum 6 ml bioflokulan pada air sampel.



**Gambar9.** Grafik Hubungan DosisBioflokulan (ml) vs Perubahan Kekeruhan (%) pada Berbagai Waktu Terminasi pada Talas Termodifikasi



**Gambar10.** Grafik Hubungan DosisBioflokulan (ml) vs Perubahan Kekeruhan (%) pada Berbagai Waktu Terminasi pada Singkong Termodifikasi

### Pengaruh Waktu Terminasi

Dari Gambar 9 titik 1.1, 1.2, 1.3, masing-masing secara berurutan menunjukkan waktu terminasi pada 5 menit, 10 menit, dan 30 menit. Dari grafik didapat semakin lama waktu terminasi maka efektivitas bioflokulan cenderung mengalami penurunan. Sedangkan pada gambar 10 titik 3.1, 3.2, 3.3 menunjukkan semakin lama waktu terminasi, efektivitas bioflokulan mengalami kenaikan. Penambahan waktu pada terminasi mengakibatkan perpotongan rantai *acrilamide* sehingga rantai *acrylamide* yang terbentuk pada *starch* lebih banyak. Rantai yang banyak inilah yang menyebabkan pengikatan partikel semakin efektif, sehingga pembentukan flok lebih cepat terjadi.

Pada talas termodifikasi nilai maksimal perubahan kekeruhan air sampel didapat pada waktu terminasi 30 menit dan dosis bioflokulan 4 ml, yaitu sebesar 71,76 %. Sedangkan pada singkong termodifikasi nilai maksimal perubahan kekeruhan air sampel didapat pada waktu terminasi 5 menit dan dosis bioflokulan 6 ml dengan perubahan sebesar 61,29 %.

### Kesimpulan

Dari hasil uji FTIR terbukti bahwa *Starch-g-polyacrylamide* dapat disintesa dengan metode *grafting to*. Pada metode *grafting to* diperoleh hasil : Semakin besar konsentrasi inisiator menyebabkan kenaikan efektivitas pada bioflokulan dari pati talas termodifikasi, sedangkan pada bioflokulan dari singkong termodifikasi semakin besar konsentrasi inisiator menyebabkan penurunan efektivitas. Semakin besar konsentrasi terminator cenderung menyebabkan kenaikan efektivitas bioflokulan. Semakin lama waktu terminasi menyebabkan kenaikan efektivitas bioflokulan, lalu pada titik tertentu mengalami penurunan. Dari hasil pengujian perubahan kekeruhan, bioflokulan dari pati talas termodifikasi memiliki kinerja flokulasi lebih baik dibanding bioflokulan dari pati singkong termodifikasi.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Bapak Mujtahid Kaavessina selaku pembimbing penelitian

### Daftar Pustaka

- Belitz, H.D. and W. Grosch. Food Chemistry. Berlin: Verlag Springer, 1999.  
Caulfield M.J. Some Aspects of the Properties and Degradation of Polyacrylamide, University of Melbourne, Victoria 2002.  
Fares, M. Graft Copolymerization onto Starch and Optimization of Starch Graft with N-tert-Butylacrylamide Copolymer and its Hydrogels Journal of Polymer Research 2003.  
Kaavessina, M., et al.. Crystallization behavior of poly(lactic acid)/elastomer blends. Journal of Polymer Research 2012; 19(2):1-12.



- Pomeranz, Y. *Functional Properties of Food Components*. San Diego : Academic Press Inc. 1991.
- Qudsieh Isam, Y. M. Master's Thesis, University of Putra Malaysia 1999.
- Rath, S.K., and Singh, R.P. Flocculation Characteristic of Grafted and Ungrafted Starch, Amylose, and Amylopectin. *Journal of Polymer Science* 1997; 66: 721-1729.
- R. P. Singh, T. Tripathy. Novel biodegradable flocculants based on polysaccharides. *Journal of Materials Science* 2000.
- Tahid. *Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier No II Th VIII*, Bandung : Warta Kimia Analitis, 1994.
- Tripathy, T., Singh, R.P.. Characterization of Polyacrylamide Grafted Sodium Alginate: a Novel Polymeric Flocculant, *Journal of Applied Polymer Science* 2001; 81: 3269-3308
- Tripathy, T., et al.. Novel Flocculating Agent Based on Sodium Alginate and Acrylamide, *European Polymer Journal* 1999; 35: 2057-2072
- Wester HJ, Herz M, Weber W, Heiss P, senekowitsch-Schmidtke R, Schwaiger M, Stöcklin G.. Synthesis and radiopharmacology of O-(2-[<sup>18</sup>F]fluoroethyl)-L-tyrosine for tumor imaging. *J Nucl Med*. 1999; 40:205-212





**Lembar Tanya Jawab**  
**Moderator :Yuliusman (Universitas Indonesia Depok)**  
**Notulen :Susanti Rina (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Hans (Unpar)  
Pertanyaan :
  1. Fungsi pati singkong dimodifikasi terlebih dahulu ?
  2. Air untuk uji flokulasi?
  3. Apakah air yang digunakan asal keruh atau bagaimana?Jawaban :
  1. Penelitian sebelumnya, pati singkong non termodifikasi kurang menyerap.
  2. Air sungai
  3. Sebelumnya air sungai diuji turbiditynya
  
2. Penanya : Mukhtar (Unpar)  
Pertanyaan :
  1. pH air dicek atau tidak?
  2. Dosis flokulan?Jawaban :
  1. Belum di uji di laboratorium
  2. Dosis flokulan 10 mg dalam 20 ml aquades, dosis pengujian 2 ml, 4ml, dan 6 ml
  3. Bioflokulan
  
3. Penanya : Zainus S (BATAN Serpong)  
Pertanyaan :
  1. Kesimpulan berdasarkan hasil FTIR maksudnya apa?
  2. Saran : air sungai juga harus dianalisa sebelumnya!Jawaban : Dengan mengetahui gugus-gugus yang ada dalam flokulan maka dapat diprediksi senyawa anion/kation yang akan ditarik pada proses flokulasi.

