



Sintesis *Poly (Sodium Acrylate-co-Acrylamide)* sebagai Flokulan Anionik pada Proses Pemurnian Nira

Eva OktaviaNingrum^{*}, Nurun Nadzifah, Aulia Defriana, Agung Subyakto, Daril Ridho Zuchrillah

Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

^{*}E-mail: eva-oktavia@chem-eng.its.ac.id

Abstract

The problems in Indonesia related to the sugar industry is that sugar consumption is greater than its production which causes the inability of the sugar industry to meet the demands of all consumers. One of the problems that occur is due to the large number of imported raw materials including flocculants, which in this case is anionic polyacrylamide flocculants. Anionic polyacrylamide (APAM) was first developed in the world through an alkali hydrolysis process. So far, APAM synthesis technology has undergone a lot of development. In this study, synthesis poly (sodium acrylate-co-acrylamide) was performed as flocculant which will be used in the sugar refining process. The synthesis steps between acrylic acid and sodium carbonate. And then synthesis with acrylamide and add some of ammonium persulfate. This study was conducted in various concentrations of acrylic acid and acrylamide, i.e., 0: 100, 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20, 100: 0. The resulting flocculants was tested in sugar canein in order to determine the effect of the flocculantsaddition. The result of FTIR test showed that the polymerization process between acrylic acid and acrylamide has been succeeded. After analysis, the most effective flocculants obtained at concentration acrylade: acrylamide of 50:50.

Keywords: acrylic acid, acrylamide, anionic polyacrylamide

Pendahuluan

Angka permintaan gula setiap tahunnya semakin meningkat. Adanya permintaan yang cukup tinggi tersebut ternyata belum dapat dipenuhi oleh industri gula di Indonesia. Permasalahan di industri gula meliputi permasalahan bahan baku dan produksi. Permasalahan bahan baku ini yaitu rendahnya produktivitas lahan dan rendemen gula di sebagian pabrik gula milik PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) atau PT. Rajawali Nusantara Indonesia (PTRNI) dibandingkan dengan pabrik gula swasta, bahan baku *raw sugar* untuk industri rafinasi masih seluruhnya diimpor, dan pengembangan industri *raw sugar* untuk memasok bahan baku industri gula rafinasi dalam negeri belum juga terwujud. Sedangkan permasalahan produksi yaitu mutu gula putih produksi dalam negeri masih belum memadai (Yuaniasti, 2014). Standar kualitas produk di industri gula sangat dipengaruhi oleh proses pemurnian. Pada proses pemurnian ini diharapkan setiap hasil nira yang telah diproses mempunyai nilai *turbidity* (kekeruhan) yang rendah. Parameter-parameter lain yang diperhatikan dalam proses pemurnian ini adalah tingkat pengendapan padatan (*settling rate*) dan volume endapan yang terbentuk (Thai, 2012).

Sebelum diolah, nira pada industri gula dalam kondisi asam yang mempunyai pH 5,2 – 5,5 yang akan mudah mengalami inversi sukrosa yang dapat membuat kadar sukrosa dalam nira tebu turun. Oleh karena itu, perlu ditambahkan susu kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Namun penambahan susu kapur tidak cukup untuk membuat kotoran bukan gula dapat mengendap karena kotoran tersebut memiliki sifat koloidal. Saat ini, untuk menghilangkan sifat koloidal dari nira dilakukan dengan mengalirkan gas SO_2 (proses sulfitasi) kedalam nira yang sudah ditambahkan susu kapur. Penambahan gas SO_2 berfungsi sebagai pemucatan (*bleaching*). Menurut SNI kandungan SO_2 (sulfit) tidak boleh melebihi 2 mg/kg gula untuk mutu satu dan 5 mg/kg gula untuk mutu dua. Saat ini, SO_2 sudah tidak direkomendasi sebagai pemucat bahan makanan karena akan membahayakan kesehatan manusia. Oleh karena itu, terdapat alternatif pengganti yaitu dengan cara menambahkan asam fosfat 80 mg/L kemudian ditambahkan larutan flokulan dengan dosis sesuai peubah yang dijalankan. Pemberian flokulan dengan dosis 0 sampai dengan 40 mg/L bertujuan untuk membantu memperbesar flok (Suci, 2010).

Nira adalah larutan sukrosa yang mengandung pengotor yang larut dan tidak larut. Pengotor yang dapat larut terdiri dari sekitar 10% dari total padatan terlarut dan mencakup komponen organik dan anorganik. Sekitar 33% bersifat anorganik, terutama K_2SO_4 dengan jumlah garam lain yang lebih sedikit, termasuk Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , PO_4^{3-} ,





C1. glukosa dan fruktosa mencakup 33% dan sisanya merupakan campuran kompleks protein nabati, polisakarida, asam amino, asam organik, dan lain-lain. Pengotor yang tidak dapat larut adalah variabel dalam jumlah dan jenis, tergantung pada varietas tebu, kondisi iklim, dan praktik lapangan dan pabrik. Biasanya kotoran tersebut merupakan sejumlah kecil butiran pati dan beberapa serat tanaman dan tanah lapang. Setelah ekstraksi, nira segera dipanaskan hingga $76\pm 1^\circ\text{C}$ untuk mencegah degradasi bakteri sukrosa dan untuk mengendapkan protein nabati. Keasaman kemudian diatur pada pH 7,5-8,0 dengan penambahan kapur yang telah sebagian atau seluruhnya dilarutkan dalam nira. Penambahan ini bertujuan untuk mengendapkan fosfat sebagai garam kalsium sehingga nira membawa suspensi yang terdiri dari yang tidak larut bersama dengan protein dan fosfat yang diendapkan. Setelah pH diatur, nira dipanaskan, flokulan ditambahkan dan padatan tak larut dipisahkan dari nira dengan sedimentasi gravitasi. Kemudian nira dipekatkan dengan penguapan untuk menghasilkan kristal sukrosa (Crees, 1991).

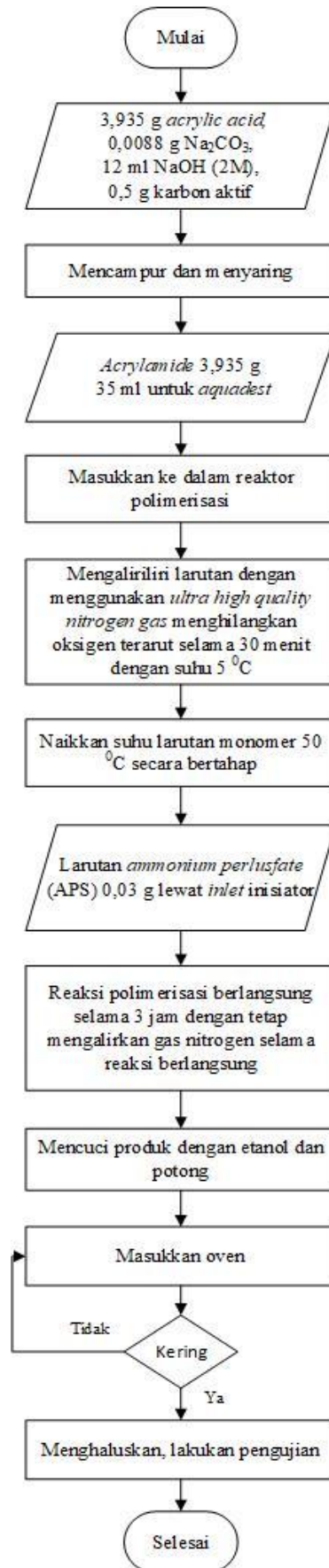
Flokulan adalah polimer dengan berat molekul tinggi yang dapat dibagi menjadi tiga bentuk, yaitu non ionik, kationik, dan anionik. Sifat monomer awal akan mengontrol sifat produk akhir flokulan seperti reaktivitas, sifat hidrofobik atau hidrofilik, ikatan-ikatan hidrogen, dan lainnya. Sifat keasaman media yang digunakan juga akan mempengaruhi pembentukan molekul flokulan dan mempengaruhi reaktivitas. Mekanisme flokulasi larutan tergantung pada jenis flokulan yang digunakan. Polimer anionik dan non ionik menyebabkan flokulasi dengan prinsip menetralkan muatan. Mekanisme tersebut berarti bahwa partikel koloid adalah elektronegatif (Teh, 2014). Sejauh ini flokulan yang paling umum digunakan pada industri gula adalah polimer yang berasal dari *acrylamide* dan natrium akrilat. Flokulasi paling efisien dilakukan dengan penambahan polielektrolit anionik berdasarkan pada kopolimer *acrylamide* dan natrium akrilat (Rabiee, 2010).

Anionic polyacrylamide (APAM) adalah sejenis *polyacrylamide* dan menunjukkan elektronegatif yang mengandung gugus fungsi asam sulfonat, asam fosfat atau asam karboksilat. APAM dengan berat molekul tinggi dan sifat kelarutan yang baik telah banyak digunakan dalam pengolahan air karena kinerja flokulasi yang baik (Zheng, 2014). Kemajuan dalam teknologi sintesis APAM dimulai pada tahun 1893, Moureu melakukan sintesis dengan menggunakan *acryloyl chloride* dan *ammonia* pada suhu rendah. Pada tahun 1954, Amerika memimpin dalam membuat industri produksi *polyacrylamide*. Namun pada tahun 1960, APAM pertama kali di dunia dikembangkan melalui proses hidrolisis alkali. Sampai saat ini, teknologi sintesis APAM telah mengalami banyak pengembangan. Terdapat 6 metode berbeda dalam sintesis APAM, yaitu proses *homopolymerization posthydrolysis*, proses *homopolymerization cohydrolysis*, pendekatan kopolimerisasi (*copolymerization approach*), polimerisasi emulsi invers (*inverse emulsion polymerization*), polimerisasi pengendapan (*precipitation polymerization*), dan polimerisasi radiasi (*radiation polymerization*) (Zheng, 2013).

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan meliputi *acrylic acid*, *acrylamide*, *aquadest*, *ammonium persulfate* ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$) sebagai inisiator, karbon aktif, gas nitrogen, *sodium carbonate* (Na_2CO_3), dan natrium hidroksida (NaOH). Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi reaktor polimerisasi, *magnetic stirrer*, *water bath*, tabung nitrogen, nitrogen inlet, gas outlet, stirrer, temperature controller, inlet inisiator, statif dan klem holder.

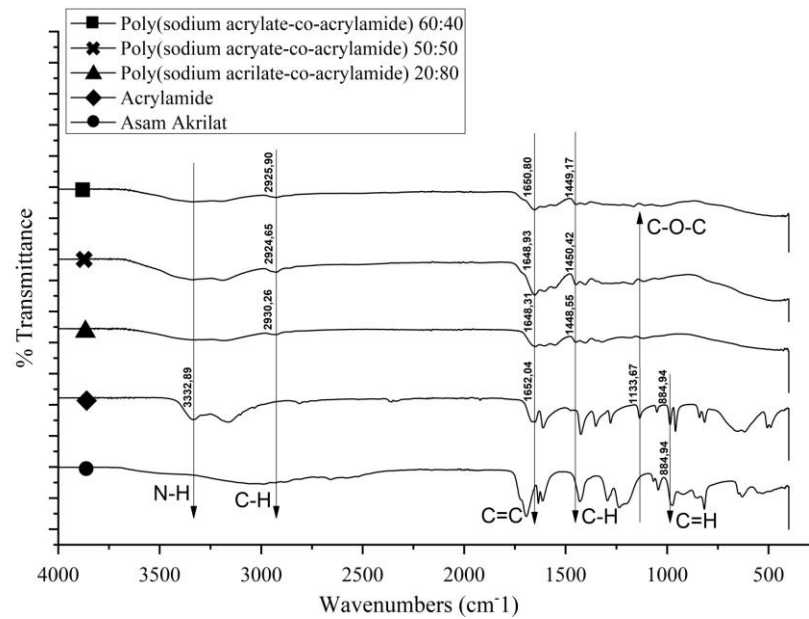
Sintesis *poly (sodium acrylate-co-acrylamide)* menggunakan metode sintesis kopolimerisasi dengan perbandingan konsentrasi *acrylic acid* dan *acrylamide* 20:80, 50:50, dan 60:40 dilakukan dengan metode berikut:



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan poly (sodium acrylate-co-acrylamide)

Hasil dan Pembahasan

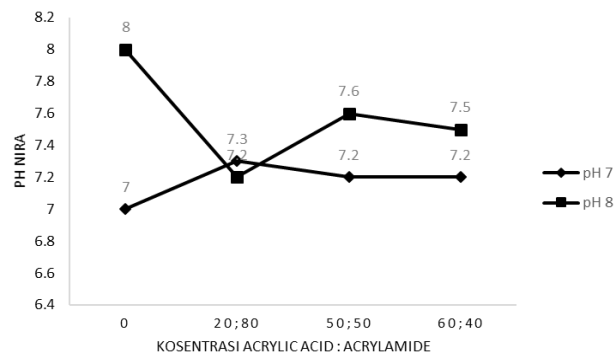
1. Analisis FTIR (*Fourier Transform Infra Red Spectroscopy*)



Gambar 2. Hasil dari FTIR *poly (sodium acrylate-co-acrylamide)*

- Hasil Uji FTIR *Acrylic Acid*
Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa *acrylic acid* memiliki ikatan C=H pada panjang gelombang 884,94 cm⁻¹.
- Hasil Uji FTIR *Acrylamide*
Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa *acrylamide* memiliki ikatan N-H, C=C, C-O-C, dan C=H. Pada panjang gelombang 3332,89 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan N-H. Ikatan C=C ditunjukkan pada panjang gelombang 1652,04 cm⁻¹. Sedangkan ikatan C-O-C ditunjukkan pada panjang gelombang 1133,67 cm⁻¹. Pada panjang gelombang 884,94 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C=H.
- Hasil Uji FTIR *Poly (sodium acrylate-co-acrylamide)*

Gambar 1 terlihat secara keseluruhan dari perbandingan hasil analisis FTIR *poly (sodium acrylate-co-acrylamide)* menunjukkan bahwa reaksi polimerisasi *acrylic acid* dan *acrylamide* telah berhasil dilakukan dimana tidak menunjukkan adanya gugus alkena (C=H) yang terdapat pada *acrylic acid* dan *acrylamide*.

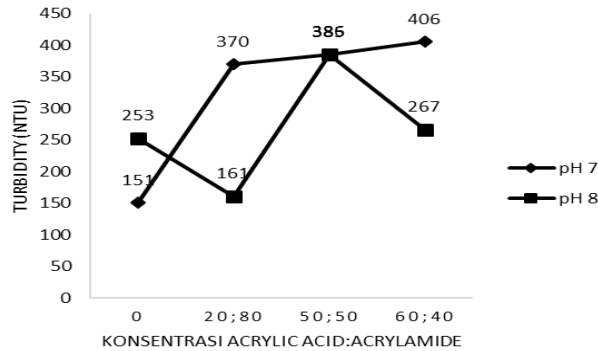


2. Analisis pH

Gambar 3. Pengaruh perbandingan konsentrasi *acrylic acid* dan *acrylamide* terhadap pH larutan nira

Dalam proses flokulasi sangat penting untuk mengontrol pH karena koagulasi terjadi dalam kisaran pH yang spesifik tiap flokulan. Untuk pengujian flokulasi terhadap nira mentah dengan menggunakan *poly (sodium acrylate-co-acrylamide)* menggunakan pH awal 7 dan 8 agar diketahui kondisi pH yang optimum untuk proses flokulasi

tersebut. Dari hasil analisis pH pada sampel nira mentah yang dilakukan, didapatkan hasil pada Gambar 3. Sampel awal nira mentah yang tidak ditambahi polimer flokulan mempunyai nilai pH sebesar 7. Pada penambahan flokulan dengan perbandingan polimer 20:80 menunjukkan peningkatan pH menjadi 7,3 dengan penambahan polimer flokulan dengan perbandingan 50:50 menunjukkan hasil 7,2 dan pada penambahan polimer flokulan dengan perbandingan 60:40 menunjukkan hasil 7,2 sedangkan untuk sampel nira mentah yang mempunyai nilai 8 pada kondisi tidak ditambahkan flokulan mengalami penurunan menjadi 7,2 pada penambahan polimer flokulan perbandingan 20:80, dengan penambahan polimer flokulan dengan perbandingan 50:50 mempunyai nilai pH 7,6, dan pada penambahan polimer flokulan dengan perbandingan 60:40 menunjukkan nilai pH 7,5. Dari Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa penambahan polimer flokulan dengan perbandingan *acrylic acid* dan *acrylamide* yang baik yaitu 50:50 dan 60:40 pada kondisi pH awal nira mentah 7, hal ini dikarenakan kondisi operasional nira mentah

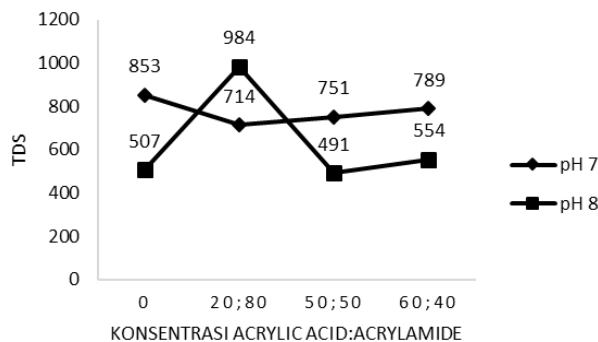


saat pemurnian sekitar 7,2.

3. Analisis Turbidity

Gambar 4. Pengaruh perbandingan konsentrasi *acrylic acid* dan *acrylamide* terhadap turbidity larutan nira

Nilai kekeruhan (*turbidity*) sangat berpengaruh terhadap kualitas gula yang dihasilkan, semakin tinggi nilai kekeruhan, maka akan semakin turun kualitas gula yang dihasilkan. Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa kondisi penambahan polimer flokulan dengan perbandingan konsentrasi *acrylic acid* dengan *acrylamide* 50:50 menghasilkan



nilai *turbidity* yang rendah yaitu sebesar 161 NTU. Kondisi tersebut akan membuat kualitas gula yang dihasilkan lebih baik.

4. Analisis TDS (Total Dissolve Solid)

Gambar 5. Pengaruh perbandingan konsentrasi *acrylic acid* dan *acrylamide* terhadap TDS larutan nira

Dari Gambar 5 dapat terlihat bahwa penambahan polimer flokulan dengan perbandingan *acrylic acid* dan *acrylamide* 50:50 dan pH awal larutan 8 menghasilkan nilai TDS yang rendah. Nilai TDS yang rendah tersebut dapat meningkatkan kualitas gula yang dihasilkan, karena dalam proses pemurnian tersebut diharapkan bisa menghilangkan sebanyak mungkin pengotor – pengotor yang terlarut dalam nira mentah untuk menghasilkan kualitas gula yang baik.

Kesimpulan



Berdasarkan pembahasan analisis FTIR, sintesa kopolimer berhasil dilakukan terlihat dari tidak adanya gugus alkena pada rantai kopolimer. Berdasarkan uji *turbidity* dan TDS, kopolimer yang paling baik untuk digunakan dengan perbandingan konsentrasi *acrylic acid* dengan *acrylamide* 50:50 yang menghasilkan nilai *turbidity* dan TDS yang rendah. Nilai *turbidity* dan TDS yang rendah akan menghasilkan kualitas gula menjadi lebih baik. Untuk nilai pH didapatkan hasil bahwa penambahan polimer flokulan dapat membuat pH nira optimal untuk proses produksi selanjutnya

Daftar Pustaka

- Aguilar, M. Improvement of coagulation–flocculation process. *Chemosphere*. 2005. 47-56.
- Creas, O. I. The flocculation of cane sugar muds with acrylamide- sodium acrylate copolymers. *Journal of Applied Polymer Science*. 1991. Vol. 42, 837-844, 837-844.
- Rabiee, A. (2010). Acrylamide-based anionic polyelectrolytes and their applications: A survey. *Journal of Vinyl & Additive Technology*. 2010. 111-119.
- Suci, D. Phosphat acid and flocculan added in juice sugar crystal process. 2010. 8.
- Thai, C. C. Characterisation of sugarcane juice particles that influence the clarification process. *Sugar Research And Innovation, Centre For Tropical Crops And Biocommodities, Queensland University Of Technology. Brisbane*. 2012. 1-12.
- Yuaniasti, N. S. Evaluasi computer integrated manufacturing (CIM) PT. PG. Candi Baru Sidoarjo. *Jurnal Teknik*. 2014. 1- 4.
- Zheng, H. Synthesis and application of anionic polyacrylamide in water treatment. *Asian Journal of Chemistry*. 2013. Vol. 25, No. 13 , 7071-7074.
- Zheng, H. Synthesis of anion polyacrylamide under UV initiation and its application in removing dioctyl phthalate from water through. 2014.





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Harsa Prawignya (UPN "Veteran" Yogyakarta)
Notulen : Alit Istiani (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Harsa Prawignya (UPN "Veteran" Yogyakarta)

Pertanyaan : Bagaimana hasil *flocculant* yang diharapkan?

Jawaban : Flocculant yang dihasilkan adalah *poly (sodium acrylate-co-acrylamide)*. Harapannya adalah *flocculant* ini mampu bekerja lebih baik dibandingkan dengan *flocculant* APAM yang merupakan *flocculant* komersial yang digunakan dalam proses pemurnian nira.
2. Penanya : Firman Kurniawansyah (Institut Teknologi Sepuluh November)

Pertanyaan : Jenis kopolimerisasi apakah yang terbentuk dalam reaksi polimerisasi ini? Apakah analisis hasil polimerisasi ini hanya dengan FTIR? Bagaimana mengetahui bahwa kopolimerisasi benar-benar telah terjadi?

Jawaban : Proses pembuatan kopolimer ini dilakukan dengan radikal bebas, kemungkinan terbesar terbentuk adalah kopolimer acak. Namun, belum dilakukan analisis untuk mengetahui jenis kopolimer yang terbentuk dalam penelitian ini.

Pada tahap penelitian ini hanya dilakukan analisis FTIR untuk mengetahui bahwa terjadi reaksi antara *acrylate* dan *acrylamide*. Terjadinya reaksi tersebut ditunjukkan dengan tidak adanya gugus alkena C=C pada *poly (sodium acrylate-co-acrylamide)*. Namun, untuk memastikan kopolimerisasi benar-benar terjadi maka selanjutnya akan dilakukan analisis NMR.

