

I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Tebu sebagai bahan baku industri gula merupakan salah satu komoditi perkebunan yang mempunyai peran strategis dalam perekonomian Indonesia. Menurut data dari Badan Statistik Nasional (BSN) pada tahun 2014 luas areal perkebunan tebu di Indonesia mencapai 473 hektar yang tersebar di pulau Jawa, Sumatera, dan Sulawesi. Industri gula berbahan baku tebu merupakan salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat Indonesia. Gula juga merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi sebagian masyarakat, sumber bahan baku bagi berbagai industri makanan dan sumber kalori yang relatif murah, hingga saat ini terdapat 63 pabrik gula dimana 58 pabrik merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dan lima lainnya merupakan perusahaan swasta. Data produksi gula di Indonesia menurut PTPN X hingga bulan Agustus 2015 mencapai 2,82 juta ton. Produksi gula dari tebu menghasilkan hasil samping berupa molase atau tetes tebu. Menurut Hulbert Olbrich (1963), molase adalah limbah akhir yang diperoleh dari proses kristalisasi nira. Jumlah molase yang diperoleh dan kualitas molase memberikan informasi tentang sifat dari nira dan pengolahan gula di pabrik gula seperti metode dan klasifikasi nira, metode kristalisasi yang digunakan selama pemanasan dan pemisahan kristal gula dari kelas *low-grade*. Kandungan gula rata-rata dari tebu

16% sampai 18% dan hanya 13% sampai 14% gula yang dapat diproduksi, sebagian gula akan masuk kedalam molase ketika gula mentah diproduksi (Pieter, 1959).

Jumlah molase yang diekspor dari Indonesia sebesar 939 ribu ton per tahun (BSN, 2014). Pemanfaatan molase di Indonesia sejauh ini dilakukan dalam produksi alkohol, pakan ternak, dan Monosodium Glutamat (MSG). Oleh karena itu diperlukan sebuah pemanfaatan molase lebih lanjut, salah satunya adalah pembuatan kristal fruktosa yang dapat digunakan sebagai pemanis rendah kalori.

Molase mengandung senyawa fenolik yang cukup sulit dihilangkan seperti melanoidin dan asam tannat, dimana senyawa – senyawa tersebut membentuk polimer berwarna coklat akibat reaksi Maillard. (S. Gaspard, et al. 2008). Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan pada permukaan suatu adsorben, misalnya adsorpsi zat padat terhadap gas atau zat cair oleh suatu zat padat. Zat yang teradsorpsi disebut sebagai adsorbat dan zat pengadsorpsi disebut adsorben (Kasmadi, 2002).

Zeolit memiliki kapasitas penjerap (adsorben) yang tinggi. Mekanisme adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi fisika (melibatkan gaya Van der Waals), adsorpsi kimia (melibatkan gaya elektrostatis), ikatan hidrogen dan pembentukan kompleks koordinasi. Daya serap zeolit tergantung dari jumlah pori dan luas permukaan. Molekul – molekul dengan ukuran lebih kecil dari pori yang mampu terserap oleh zeolit. Bentonit adalah sejenis tanah pemucat yang mempunyai daya serap yang aktif baik dalam bentuk alami maupun setelah proses pengaktifan.

Analisis pada molase yang diperdagangkan oleh Chikoune, et.al. (2014) menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) menunjukkan tiga puncak dengan masing – masing waktu retensi sukrosa (8,98 menit), glukosa (10,80 menit) dan fruktosa (13,51 menit). Sukrosa adalah gula utama yang terdapat dalam molase hasil ini mendekati dengan penelitian N. Sh. El-Gendy, et al. (2013) dimana sukrosa merupakan komposisi utama molase sebanyak 63,36 %, glukosa 18,50% dan maltosa 13,14%.

Fruktosa merupakan gula termanis yang dikenal dan berada terikat pada glukosa dalam sukrosa atau gula pasir (deMan, 1997). Kristal fruktosa yang digunakan sebagai pemanis dalam makanan sangat menguntungkan bagi industri makanan karena memiliki tingkat kemanisan 20% lebih tinggi dibandingkan dengan sukrosa. Selain itu, banyak penelitian yang telah dipublikasikan oleh *American Journal of Clinical Nutrition* bahwa seseorang yang lebih banyak mengkonsumsi fruktosa memiliki nilai gula darah yang lebih rendah sehingga dapat digunakan untuk penderita diabetes.

Penggunaan kristal fruktosa meningkat dalam berbagai macam produk industri dan digunakan sangat luas sebagai *dietary sugar* atau gula diet. Fruktosa 1,3 sampai 1,8 kali lebih manis dari sukrosa dan glukosa sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pemanis yang juga diproduksi secara komersial. Fruktosa tidak memerlukan insulin dalam jalur metaboliknya, tidak seperti glukosa, sehingga membantu pola konsumsi penderita diabetes untuk mengontrol kadar gula dalam darah (Kim dalam Silva, 2010).

Kristalisasi adalah proses pembentukan kristal padat dari suatu larutan yang homogen dalam kondisi lewat jenuh. Proses ini adalah salah satu teknik padat – cair yang sangat penting karena menghasilkan produk dengan kemurnian hingga 100%. Salah satu metode kristalisasi adalah dengan penambahan *antisolvent* dan pendinginan.

Keadaan lewat jenuh dapat dihasilkan dengan mengubah sistem kelarutan dengan penambahan *antisolvent*, yaitu larutan yang larut dalam pelarut semula tetapi dapat menurunkan kelarutan zat terlarut didalam campuran pelarut yang baru. Keuntungan dari kristalisasi dengan metode *antisolvent* adalah proses kristalisasi dapat dilakukan pada suhu mendekati suhu ruang sehingga sangat bermanfaat bagi zat – zat yang tidak tahan panas, selain itu membutuhkan energi yang lebih kecil dibandingkan proses penguapan pelarut (Giulietti, et al. 2010).

1.2. Identifikasi Masalah

1. Apakah suhu kristalisasi yang bervariasi berkorelasi dengan kadar air, kemurnian dan titik leleh kristal dan massa kristal gula yang dihasilkan?
2. Apakah konsentrasi etanol yang digunakan berkorelasi dengan kadar air, kemurnian, titik leleh dan massa kristal gula yang dihasilkan?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara suhu kristalisasi yang bervariasi dan konsentrasi etanol dengan kemurnian, titik leleh dan rendemen kristal gula yang dihasilkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan terhadap masyarakat dan pemerintah dalam pemanfaatan molase untuk dibuat produk baru, yaitu kristal fruktosa yang dapat digunakan sebagai alternatif pemanis yang rendah kalori dan aman bagi penderita diabetes.

1.5. Kerangka Pemikiran

Molase merupakan produk sampingan dari proses pembuatan gula. Rum dan ekstraksi alkohol dengan destilasi. Molase mengandung melanoidin yang berwarna coklat kehitaman. Warna coklat kehitaman pada molase merupakan komponen melanoidin. Melanoidin merupakan komponen yang terbentuk dari reaksi *non-enzymatic Maillard* antara gula dan asam amino.

Melanoidin dalam molase akan dihilangkan menggunakan isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi adalah hubungan jumlah substansi yang diserap oleh adsorbent pada kesetimbangan pada suhu konstan.

Proses penyerapan atau adsorpsi oleh suatu adsorben dipengaruhi banyak faktor dan juga memiliki pola isoterm adsorpsi tertentu yang spesifik. Faktor – faktor yang mempengaruhi dalam proses adsorpsi antara lain jenis adsorben, jenis zat yang diserap, luas permukaan adsorben, konsentrasi zat yang diadsorpsi dan suhu. Oleh karena faktor – faktor tersebut maka setiap adsorben yang menyerap suatu zat satu dengan zat lain tidak akan memiliki pola isoterm adsorpsi yang sama (Do, 1998).

Hasil penelitian Widargo (1996) menunjukkan bahwa sistem kolom adsorpsi Bentonit Koleang, Kebon Awi. Tonsil dan arang aktif mampu menghasilkan persen dekolorisasi hingga *breakthrough time* masing-masing sebesar 84. 85. 91 dan 86

persen pada melanoïdin sintesis yang merupakan campuran antara Glukosa; Glisin; Na_2CO_3 (6 : 2.2 : 1.8) dengan perbandingan konsentrasi masing – masing 1:1:0.5 molar.

Molase dari proses pembuatan gula mengandung 16% fruktosa dan 32% sukrosa (Olbrich, 1963). Oleh karena itu, molase dipilih sebagai bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan kristal fruktosa.

Fruktosa adalah suatu ketoheksosa, fruktosa memiliki rasa manis paling tinggi dibandingkan dengan gula lainnya. Menurut Silva (2010), Fruktosa kristal memiliki nilai kemanisan relatif sebesar 117. Fruktosa digunakan sebagai *dietary sugar* dengan tingkat kemanisan 1,3 sampai 1,8 kali lebih manis dari sukrosa dan glukosa, selain itu fruktosa memiliki indeks glikemik terendah diantara gula lainnya yaitu sebesar 14.

Fruktosa memiliki sistem pengendalian air dalam sistem beku yang baik dimana fruktosa dapat mengontrol kelembaban dan pertumbuhan kristal dalam proses pembekuan dengan kata lain meminimalisir pemisahan air atau es dari jaringan makanan seperti eskrim, permen, dan jus. Fruktosa memiliki kelarutan dua kali lebih besar dari sukrosa (White dalam Rippe, 2014).

Kristalisasi merupakan sebuah cara pemurnian yang sangat baik, dimana faktor – faktor yang menyebabkan ketidakmurnian dikeluarkan dari matriks kristal. Kristalisasi sangat berguna dalam pemurnian gula (White dalam Rippe, 2014).

Ketika suatu cairan atau larutan telah jenuh, terdapat termodinamika yang mendorong kristalisasi. Molekul – molekul cenderung membentuk kristal karena pada bentuk kristal, energi sistem mencapai minimum. Selama nukleasi atau

pembentukan inti kristal, molekul dalam wujud cair mengatur diri kembali dan membentuk klaster yang stabil dan mengorganisasikan diri membentuk matriks kristal. Parameter yang mempengaruhi terbentuknya inti kristal diantaranya kondisi lewat dingin larutan, penurunan suhu akan menginduksi pembentukan kristal secara cepat dan sumber inti kristal, viskositas, kecepatan pendinginan, kecepatan agitasi, bahan tambahan, pengotor dan densitas massa kristal. Pada fase pertumbuhan kristal sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dari larutan, suhu, energi yang digunakan (agitasi) dan tambahan kristal eksternal (*seeding agent*) (Giuletti, 2010).

Gula merupakan senyawa yang sangat polar sebagaimana afinitasnya dengan air. Konstanta dielektrik air 78,54 pada 25°C. Larutan sukrosa 50% memiliki konstanta dielektrik 60,19; larutan dekstrosa memiliki konstanta dielektrik 63,39 (Malmberg dan Maryott, 1950). Konstanta dielektrik etanol dan aseton pada 25°C masing-masing adalah 24,55 dan 20,7. Konstanta dielektrik memberikan ukuran yang baik dari polaritas sistem, jelas bahwa larutan air gula jauh lebih polar dibandingkan dengan pelarut organik umum. Kelarutan dari zat terlarut dalam larutan air harus dikurangi dengan penambahan pelarut organik dengan konstanta dielektrik lebih rendah dari air. Faktor lain yang berkontribusi dalam pengendapan dengan pelarut organik adalah redistribusi air dan molekul pelarut organik di sekitar molekul zat terlarut (Arakawa dan Timasheff, 1985).

Silva (2010) mempelajari kristalisasi *antisolvent* dan pendinginan dalam fruktosa dengan memanfaatkan etanol sebagai *antisolvent*. Konsentrasi awal larutan fruktosa yang bervariasi ditambahkan etanol yang dengan perbandingan etanol/air

(E/S) dan laju pendinginan yang berbeda. Tingkat pengadukan yang digunakan 500 rpm dan suhu akhir adalah 30°C untuk semua percobaan. Seperti yang diharapkan, metastabilitas menurun dengan menambahkan kuantitas etanol, lebih dari 93% dari jumlah fruktosa tersedia dari semua percobaan. Kristal yang diperoleh memiliki kebiasaan kubik, dan aglomerasi terjadi di semua percobaan. Ukuran kristal dan kinetika kristalisasi, dihitung dengan metode Nývlt.

Kristalisasi dari larutan fruktosa sulit untuk dilakukan karena kelarutan fruktosa yang besar dalam air, kristalisasi dilakukan dengan menambahkan alkohol dengan berat molekul rendah, seperti etanol ke dalam konsentrat sirup fruktosa untuk menurunkan kelarutan fruktosa dan kekentalan larutan untuk menunjang proses kristalisasi. Kristalisasi dilakukan secara *batch* pada suhu 24°C dalam labu 1 liter tertutup dengan pengadukan. Perbandingan etanol dengan massa air yang digunakan sebesar 1:1. Biji kristal yang dipersiapkan adalah D-fruktosa dengan ukuran 38-45 mikrometer (Johns et al., 1990).

Teknik penambahan bibit kristal dari luar juga dapat digunakan untuk menentukan laju pertumbuhan kristal maksimum yang mungkin terjadi tanpa nukleasi pada batas zona metastabil. Larson dan Garside (1973) menyarankan teknik eksperimental untuk menentukan tingkat pertumbuhan maksimum ini untuk hasil yang rendah (Kelas I) sistem kristalisasi di mana kelewatan jenuhan dapat diukur. Benih kristal, ditempatkan dalam larutan lewat jenuh konsentrasi yang diketahui konsentrasinya dan dibiarkan tumbuh sampai mencapai sekitar dua kali lipat berat.

Konsekuensi praktis yang menjadi hambatan adalah metastabilitas dan waktu induksi. Metastabilitas adalah sebuah keadaan dimana larutan lewat jenuh dalam keadaan jernih yaitu dimana memiliki *driving force* untuk proses kristalisasi tetapi tidak terdapat kristal dalam sistem. Kondisi metastabil mungkin berlangsung akibat waktu induksi, interval waktu antara gangguan kelewat jenuhan dan terbentuknya nukleasi pertama tergantung pada derajat kelewat jenuhannya. Sebagaimana derajat kelewat jenuhan meningkat, waktu induksi lebih kecil.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran, diperoleh hipotesis bahwa suhu kristalisasi dan konsentrasi etanol berkorelasi dengan karakteristik kristal gula yang terbentuk.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2016 hingga bulan Juni 2016, bertempat di Laboratorium Penelitian Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung, Jl. Dr. Setiabudhi No. 193.

