

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

Indonesia merupakan salah satu negara produsen gula pasir di Asia Tenggara dan memiliki kondisi geografis yang cukup berpotensi untuk menghasilkan tanaman tebu. Indonesia dikenal sebagai negara yang berpotensi sebagai produsen gula terbesar di dunia (Winarno dan Birowo, 1988).

Industri gula di Indonesia berdiri sejak jaman penjajahan Belanda. Pada saat itu Indonesia mengalami era kejayaan industri gula pada tahun 1930 sampai 1932, dengan jumlah produksi gula pasir hampir 3 juta ton gula per tahun dengan jumlah pabrik gula (PG) yang beroperasi 179 pabrik. Pabrik-pabrik tersebut menguasai areal tanaman tebu sekitar 196.650 Ha dengan kemampuan ekspor gula pasir antara 1,5 sampai 2,40 juta ton, produktivitas sekitar 14,80% dan rendemen 11% sampai 13,80%. Namun, krisis ekonomi terjadi pada akhir tahun 1930-an dan menyebabkan produksi gula hanya sebesar 500 ribu ton per tahun (Winarno dan Birowo, 1988).

Penurunan produksi gula pasir di Indonesia diakibatkan kondisi perekonomian yang tidak stabil. Produksi total dan produktivitas industri gula yang terus menurun yang tidak seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan gula mengakibatkan ekspor gula berhenti pada tahun 1966. Sejak 1967 Indonesia menjadi negara importir gula dengan impor gula sebesar 33 ribu

ton dan terus meningkat sampai tahun 1972 hingga melebihi 160 ribu ton (Mubyarto, 1984).

Indonesia menjadi negara importir gula hingga saat ini dan ketergantungan impor yang tinggi terjadi karena inefisiensi pada industri gula yang berupa ketidakmampuan industri gula dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan dan permintaan gula masyarakat. Hal ini menjadi kendala utama meskipun berbagai upaya telah ditempuh dan bahkan beban cukai telah dihapuskan seluruhnya pada tahun 1995 di mana cukai seluruhnya ditanggung oleh pemerintah atau pemerintah tidak mengenakan cukai kembali (Kementerian Pertanian, 2012).

Produktivitas dan efisiensi industri gula di Indonesia yang semakin rendah, dapat dilihat dari penurunan jumlah produksi gula yang dihasilkan petani dan pabrik gula yang ada di Indonesia. Kondisi menurunnya produksi gula nasional yang berbanding terbalik dengan konsumsi gula nasional yang terus meningkat, mengakibatkan Indonesia menjadi negara pengimpor gula untuk memenuhi seluruh permintaan gula nasional setiap tahunnya.

Luas areal tebu dari tahun 2005 sampai tahun 2013 semakin meningkat namun pada tahun 2009 dan tahun 2010 mengalami penurunan. Jumlah produksi gula yang dihasilkan dari meningkatnya luas areal tebu tersebut tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumsi domestik gula di Indonesia menjadi permasalahan yang sangat serius. Luas areal tebu dilihat dalam 7 tahun terakhir lebih cenderung mengalami peningkatan, sedangkan rendemen (kadar gula dalam batang tebu) lebih cenderung naik turun hingga tahun 2012. Rendemen gula Indonesia pada tahun 2012 ini mengalami peningkatan sebesar 8,13% yang disampaikan oleh

Kementrian Pertanian Negara RI. Tingginya tingkat konsumsi gula mengakibatkan naiknya impor akan gula di Indonesia (Winarno dan Birowo, 1988).

Proses pengolahan gula terdapat hasil samping yaitu molase dalam jumlah yang besar. Tebu sejumlah 6000 ton dapat menghasilkan molase sebesar 300 ton sampai 360 ton atau 5% sampai 6% dari berat tebu. Banyaknya molase yang tidak dimanfaatkan oleh industri penggunaannya mengakibatkan molase di buang begitu saja yang merupakan limbah (S. Gaspard, et al, 2006).

Keadaan ini dapat mengakibatkan pencemaran pada lingkungan penerima molase tersebut. Jika hal ini dibiarkan terus-menerus, kerusakan dan pencemaran terhadap lingkungan akan semakin mengkhawatirkan. Untuk mengatasi kerusakan lingkungan terutama tanah dan air permukaan dimana molase tersebut di buang, karena mengandung kalsium oksida (CaO) yang dapat mengurangi kadar oksigen (O₂) dalam tanah (Simanjuntak, 2009). Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan kembali molase tersebut. Bila dilihat dari kandungan gula yang cukup tinggi di dalam molase, maka molase tersebut dapat diolah sebagai sumber gula.

Menurut Bappenas dari Kementrian Pertanian Indonesia, (2012) menyatakan bahwa hasil proyeksi konsumsi dan permintaan gula tebu di Indonesia sampai tahun 2019 mendatang terus meningkat dengan meningkatnya jumlah penduduk. Pada tahun 2015 permintaan gula sebesar 1.898.665 ton, sedangkan data proyeksi pada tahun 2019 diprediksi bahwa permintaan gula sebesar 1.925.274 ton.

Molase dikatakan limbah gula karena tidak dapat dimanfaatkan kembali dalam memperoleh gula pasir. Molase berupa cairan kental berwarna coklat hampir kehitaman. Setiap 20 gram molase mengandung gula sebesar 11,1 gram, didalamnya terdapat sukrosa sebesar 5,88 gram, glukosa 2,38 gram dan fruktosa sebanyak 2,56 gram (Agi, 2012). Memperhatikan kandungan gula yang cukup tinggi di dalam molase, untuk saat ini industri yang memproduksi bioetanol menggunakan molase sebagai bahan baku. Selain molase diolah menjadi bioetanol, juga dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan alkohol, MSG dan pembentuk asam sitrat (Irdawati, 2013).

Menurut Simanjuntak, (2009) di beberapa pabrik gula molase di ekspor keluar negeri dengan harga yang relatif murah, dibanyak tempat molase sangat kecil daya gunanya dan sering menjadi masalah pencemaran lingkungan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Menurut Kementrian Pertanian Indonesia, (2012) Indonesia sejak tahun 1967 lebih banyak melakukan ekspor molase sebagai akibat melemahnya kinerja industri gula Indonesia pada masa itu. Ekspor molase Indonesia tertinggi adalah pada tahun 2008 sebesar 0,95 juta ton molase. Adapun perkembangan ekspor molase sejak tahun 1981 hingga 2013 memiliki rata-rata pertumbuhan 12,19 % pertahun. Indonesia mengalami surplus perdagangan molase pada periode 1980 sampai 2013, kecuali pada saat terjadi krisis moneter tahun 1998 sampai tahun 2004. Pada tahun 2013 Indonesia mengalami defisit perdagangan molase.

Pemanfaatan molase menjadi gula cair terdapat kendala yang dihadapi, yaitu warna molase yang coklat pekat. Untuk mengatasi warna ini dilakukan

penjernihan atau penyerapan warna molase sehingga dapat diolah menjadi gula cair. Terdapat metode yang dapat dilakukan pada molase, yaitu menggunakan metode isoterm adsorpsi menggunakan bahan penyerap atau adsorben yaitu karbon aktif biji kelor, zeolit dan bentonit, dengan tujuan molase dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber gula.

Isoterm adsorpsi berdasarkan pada suatu penyerapan adsorbat pada suhu tertentu sehingga adanya perubahan baik secara fisika dan kimia. Berdasarkan ilustrasi dalam percobaan penarikan zat warna suatu cairan, ketika ditambahkan adsorben yang memiliki luas permukaan tertentu pada porosnya maka zat warna tersebut akan tertarik ke permukaan adsorben hal ini disebut dengan terjadinya ikatan gaya tarik menarik. Sehingga diperoleh cairan berwarna lebih jernih dari sebelumnya (B. H. Hameed, 2009).

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diketahui identifikasi masalahnya sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh suhu penyerapan oleh adsorben terhadap warna molase yang dihasilkan ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi bahan adsorben terhadap warna molase yang dihasilkan ?
3. Bagaimana pengaruh jenis adsorben terhadap warna molase yang dihasilkan ?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan Tujuan dari penelitian adalah :

1. Untuk mendapatkan kondisi yang optimum pada penjernihan molase dengan menggunakan isoterm adsorpsi.
2. Untuk mengetahui konsentrasi, ukuran, dan jenis adsorben yang tepat.
3. Untuk mengetahui tingkat kejernihan molase yang dihasilkan setelah adsorpsi yang dijadikan gula cair.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah :

1. Mengoptimalkan pemanfaatan molase menjadi produknya.
2. Mengurangi pencemaran lingkungan akibat kelebihan molase yang tidak termanfaatkan.
3. Meningkatkan daya guna molase yaitu nilai ekonomi dan nilai tambah.

1.5. Kerangka Pemikiran

Menurut Irdawati, (2013) dalam analisisnya menyatakan bahwa molase adalah limbah utama industri pemurnian gula. Industri yang memanfaatkan molase diantaranya adalah industri yang menghasilkan produk hasil penyulingan seperti rum, alkohol, industri fermentasi seperti mononatrium glutamat, asam sitrat, cuka, protein sel tunggal, aseton-butanol dan gum xanthan. Sifat molase tidak mengandung gula yang mengkristal sehingga dapat dimanfaatkan untuk memproduksi etanol melalui proses fermentasi.

Analisis pabrikasi pengolahan gula menyatakan bahwa molase kaya karbohidrat yang mudah dicerna. Molase merupakan sumber energi yang tinggi

karena kadar karbohidratnya tinggi, serta dapat digunakan sebagai pakan secara langsung atau setelah mengalami proses.

Menurut Toharisman dan Santosa, (1999) berdasarkan analisis komponen yang terkandung dalam molase bahwa rata-rata kandungan tertinggi adalah sukrosa sebesar 55%, fruktosa 9% dan glukosa 7%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya potensi molase untuk dapat diolah kembali sebagai sumber pembuatan gula, namun molase memiliki warna coklat kehitaman yaitu melanoidin.

Menurut S. Gaspard, et al, (2006) berdasarkan penelitiannya terhadap *adsorption studies of molasse's* menyatakan bahwa melanoidin yang merupakan polimer coklat yang dibentuk oleh reaksi *Maillard* karbonil amino memiliki sifat antioksidan dan beracun bagi banyak organisme. Menggunakan karbon aktif sebagai solusi yang dapat digunakan untuk adsorpsi polutan dari molase tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif dengan distribusi yang signifikan dari kedua *micropores* dan *mesopores* serta sejumlah besar pori makro yang berperan dalam penyerapan, keadaan ini memiliki efisiensi adsorpsi yang baik untuk melanoidin dan senyawa berwarna dari molase. Melalui proses penjernihan menggunakan metode isoterm adsorpsi karbon aktif biji kelor dan bentonit, menunjukkan bahwa molase yang telah diencerkan sebelumnya dapat dijernihkan kembali dan diolah kembali menjadi gula.

Hasil limbah pengolahan gula bahwa molase merupakan salah satu bahan dasar yang berharga sekali untuk industri fermentasi. Molase adalah sejenis sirup yang merupakan sisa dari pengkristalan gula pasir. Menurut Irdawati, (2013) molase tidak dapat dikristalkan karena mengandung glukosa dan fruktosa yang

sulit untuk dikristalkan, namun masih dapat diolah menjadi gula lainnya seperti gula cair. Seiring dengan perkembangan teknologi dan inovasi baru mengenai pengolahan pangan, molase bisa saja dikristalkan dan disertai dengan pendukung sesuai prinsip dan syarat pengkristalan pada kandungan molase.

Penjernihan molase dapat dilakukan dengan penghilangan zat warna akibat suhu tinggi selama proses pengolahan gula. Metode isoterm adsorpsi digunakan sebagai penyerapan warna dalam molase, dengan ditentukannya adsorben yaitu karbon aktif dari biji kelor, zeolit dan bentonit yang mampu mengoptimalkan penyerapannya. Isoterm adsorpsi menunjukkan distribusi adsorben antara fasa teradsorpsi pada permukaan adsorben dengan fasa ruah saat kesetimbangan pada temperatur tertentu (Castellan, 1982).

Menurut Castellan, (1982) pada studi *Physichal Chemistry* keberhasilan dalam penjernihan molase dilakukan berdasarkan adsorpsi secara kimia. Adsorpsi secara kimia merupakan aktivasi kimia dengan jalan pemanasan pada suhu 400-800⁰C. Adsorpsi secara kimia akan sesuai dengan isoterm adsorpsi Langmuir, karena isoterm adsorpsi Langmuir mengabaikan kemungkinan bahwa mono lapisan awal dapat berlaku sebagai substrat untuk adsorpsi (fisika) selanjutnya. Dalam hal ini, isoterm itu tidak mendatar pada suatu nilai jenuh pada tekanan tinggi, tetapi dapat diharapkan naik secara tak terbatas.

Menurut Sulistiono, (2009) sorpsi adalah proses penyerapan ion oleh partikel penyerap (sorban). Proses sorpsi diantaranya yaitu proses adsorpsi jika ion tersebut tertahan dipermukaan partikel penyerap (sorban). Peristiwa adsorpsi yang terjadi antara karbon aktif biji kelor, zeolit dan bentonit dengan pigmen warna

pada molase dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat serapan, suhu, (derajat keasaman), waktu singgung dan luas permukaan adsorben.

Menurut Sabarudin, (1996) menyatakan bahwa dalam pengaktifan adsorben menggunakan suhu lebih dari 400°C menyebabkan luas permukaan besar karena memiliki struktur pori-pori dengan luas $300\text{ m}^2/\text{gram}$ sampai $3500\text{ m}^2/\text{gram}$. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap. Karbon aktif disusun oleh atom-atom karbon yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi yang hexagonal. Kemampuan karbon aktif mengadsorpsi ditentukan oleh struktur kimianya yaitu atom C, H, dan O yang terikat secara kimia membentuk gugus fungsional.

Aktivasi adsorben yang akan digunakan sangat penting dilakukan untuk mengoptimalkan penyerapan yang diinginkan. Menurut S. Gaspard, et al, (2006) berdasarkan penelitiannya terhadap *adsorption studies of molasse's* menyatakan bahwa jenis adsorben karbon aktif yang digunakannya yaitu PACV *activated carbon powder* memiliki karakteristik sebagai adsorben yang baik terhadap melanoidin. Karakteristik yang baik ini disebabkan sorben telah melalui proses aktivasi melalui pengeringan pada suhu 110°C dalam oven selama 24 jam. Karbon aktif tersebut memiliki luas permukaan $909\text{ m}^2/\text{g}$, volume *micropore* dan *mesopore* $0.21\text{ cm}^3/\text{g}$ dan $0.53\text{ cm}^3/\text{g}$, diameter pori rata-rata 3.2 nm.

Penggunaan karbon aktif dari biji kelor berperan sebagai adsorben. Karena biji kelor dikenal sebagai biomassa penjernih air. Namun penggunaannya sebagai karbon aktif masih dalam kajian dalam penelitian ini. Penelitian ini akan membahas mengenai keberhasilan penjernihan molase yang dapat digunakan

kembali untuk pembuatan gula. Penyerapannya dibantu oleh bentonit atau dikenal dengan *montmorillonit* sebagai katalisator, penyerap dan penyaring yang dapat membantu proses adsorpsi pada molase (Istighfaro, 2010).

Menurut Murtado, (1994) dalam Istighfaro, (2010) kandungan mineral dalam bentonit dapat membantu dalam pertukaran ion karena memiliki sifat anion dan kation serta dapat mempertahankan keadaan ion-ion yang dapat dipertukarkan. Pertukaran ion dapat diikuti dengan penyerapan (*sorption*) dan desorpsi.

Menurut J.S. Anderson, et al, (2002) aktivasi asam pada bentonit akan terjadi pertukaran antara mineral kation dengan ion H^+ . Asam yang ditambahkan dapat mengekstrak alumina dari struktur bentonit sehingga dapat meningkatkan luas permukaan internal bentonit. Luas permukaan bentonit dapat meningkat 4 sampai 5 kali lipat. Bentonit sebelum diaktivasi menggunakan asam memiliki luas permukaan 50 sampai 70 m^2/g , sedangkan bentonit setelah dilakukan aktivasi menggunakan asam memiliki luas permukaan 120 sampai 320 m^2/g .

Menurut Nindi, (2014) berdasarkan pada penelitiannya mengenai Capacity Of Adsorption A Technical Bentonite As An Adsorbent Of heavy Metal Cu (II) With Ions Ca^{2+} Competitors menyatakan bahwa waktu kontak terbaik pada adsorpsi ion Cu (II) oleh bentonit selama 30 menit dengan efisiensi penyerapan 99.093%. Penentuan kemampuan adsorpsi untuk penentuan waktu kontak optimum berdasarkan pada pengujian kadar sisa ion Cu (II) yang tidak teradsorpsi menggunakan alat AAS dengan variasi waktu kontak dan disertai pengadukkan dengan kecepatan 200 rpm (Nindi, 2014).

Biji kelor dikenal sebagai biomasa penjernih air, karena kemampuannya dalam penyerapan senyawa pengotor termasuk warna. Menurut Mumtaz, (2007) menyatakan bahwa biji kelor sebagai karbon aktif mengalami peningkatan kapasitas penyerapan yang signifikan setelah aktivasi fisika dan kimia. Hal ini ditunjukkan dengan bahwa kedekatan antara logam dan sorben dapat meningkat setelah dilakukan aktivasi pada sorben. Aktivasi kimia menggunakan larutan NaCl dan aktivasi fisika yaitu pemanasan menghasilkan daya serap karbon aktif biji kelor sebesar 575 mg/g.

Penyerapan melanoidin pada sirup gula menggunakan adsorben *chitin nanofibers* dapat menyerap 131 mg/g, 331 mg/g dan 353 mg/g kandungan dalam adsorbat, masing-masing pada suhu 20⁰C, 40⁰C dan 60⁰C. Semakin tinggi suhu maka penyerapan melanoidin semakin besar (Rujira, et al, 2011).

Penjernihan menggunakan karbon aktif biji kelor dibantu menggunakan zeolit. Menurut Hamden, 1992 zeolit berperan sebagai bahan penapis molekuler atau adsorben. Hal ini dikarenakan zeolit mempunyai kelebihan yaitu dapat berinteraksi baik secara fisika maupun kimia. Interaksi fisika dapat terjadi karena adanya struktur, bentuk, ukuran rongga dan pori yang spesifik. Interaksi kimia dapat terjadi pada permukaan yang mengandung asam bronsted maupun asam lewis.

Menurut S. Gaspard, et al, (2006) berdasarkan penelitiannya terhadap *adsorption studies of molasse's* juga menyatakan bahwa dalam proses adsorpsi terdapat kesetimbangan antara yang menyerap dan yang diserap, sehingga dalam penelitiannya terhadap MSWD (*Molasses Spent Wash after Anaerobic Digestion*)

dan terhadap melanoidin murni penyerapan zat terlarut oleh sorben ditingkatkan terutama dengan meningkatnya konsentrasi limbah awal dan kejenuhan terjadi pada konsentrasi yang lebih tinggi. Konsentrasi bahan awal sebelum adsorpsi MSWD 51 sampai 134 mg/l dan melanoidin murni 34 sampai 152 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatkan konsentrasi limbah memungkinkan karbon untuk meningkatkan kapasitas kesetimbangan adsorpsi dari 440 sampai 660 mg/g untuk MSWD dan dari 93 sampai 670 mg/g untuk melanoidin murni.

Penelitian di atas juga menjelaskan bahwa suhu efektif pada kesetimbangan penyerapan yang telah dilakukan yaitu antara 25⁰C sampai 35⁰C. Dilaporkan pada adsorpsi MSWD dan melanoidin murni bahwa masing-masing adsorpsi meningkat dengan meningkatnya suhu hingga 35⁰C, hal ini menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi lebih baik dalam penghilangan senyawa organik dengan adsorpsi pada karbon aktif (S. Gaspard, et al, 2006).

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berfikir yang telah diuraikan, konsentrasi adsorben dan suhu penyerapan yang berbeda diduga memberikan korelasi terhadap penjernihan molase pada penyerapan.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

1.7.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Universitas Pasundan. Alamat Jl. Dr. Setiabudhi Nomor 193 Bandung Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

1.7.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian secara umum dalam pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu Penelitian

Kegiatan Waktu	Minggu						
	1	2	3	4	5	6	7
Pengumpulan Data dan Bahan Penelitian							
Pelaksanaan Metode Penelitian							
Pengkajian Hasil Penelitian							
Penarikan Kesimpulan							
Penyusunan Laporan dan Hasil Penelitian							

Keterangan :



: Adanya Kegiatan

