

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsumsi gula di Indonesia terus meningkat secara signifikan dari waktu ke waktu. Pada tahun 2020, konsumsi gula pasir di Indonesia mencapai 2,6 juta ton sedangkan pada tahun 2022 konsumsi gula nasional mengalami peningkatan menjadi sekitar 3,4 juta ton (Kementerian Perindustrian, 2022). Peningkatan kebutuhan gula pasir yang cukup besar setiap tahunnya, mengharuskan para produsen gula melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan pasar (Pragita, 2010). Untuk mengurangi impor gula yang sudah sangat tinggi, para produsen gula juga sudah mulai memanfaatkan salah satu potensi sumber daya alam yang cukup banyak Indonesia yaitu pohon aren. Pohon aren atau pohon enau merupakan salah satu jenis pohon dari keluarga palma yang biasa tumbuh di hutan tropis. Pohon aren ini menghasilkan nira yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula (Lembang, 2006). Air nira yang diperoleh dari pohon aren dapat dimanfaatkan untuk proses pengolahan dan sebagai bahan baku untuk beberapa produk jenis gula yaitu gula batok, gula cair, dan gula aren kristal. Berdasarkan Evalia (2015), permintaan pasar terhadap gula aren kristal cukup tinggi. Hal ini dapat menjadikan peluang bagi pengrajin gula aren untuk memenuhi kebutuhan ekspor maupun dalam negeri. Sahat (2017) melaporkan bahwa kebutuhan gula aren kristal di pasar Eropa sangat tinggi dan selalu mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan akan gula aren kristal dimulai sejak tahun 2013-2014 dengan pertumbuhan yang mencapai 7,6%. Bahkan, terjadi peningkatan kebutuhan gula aren yang sangat besar di Swedia hingga mencapai 40% pada tahun 2015.

Gula aren sudah sejak lama dikenal oleh masyarakat sebagai bahan pemanis makanan dan minuman, maupun dijadikan sebagai bahan substitusi dari gula pasir (gula tebu). Berdasarkan Rachman dan Benny (2005) proses pembuatan gula aren kristal dimulai dari penyadapan nira aren, dilanjutkan dengan proses pemasakan untuk mengurangi kandungan kadar air sehingga berubah menjadi padatan gula aren. Gula aren kristal juga sering disebut dengan gula semut, gula aren kristal memiliki penampakan fisik yaitu berbentuk serbuk kecil, berwarna kuning kecoklatan dan memiliki aroma khas dari nira aren (Badan Penelitian Tanaman Palma, 2010).

Gula aren kristal merupakan hasil pengolahan nira dengan nilai jual paling tinggi dibandingkan beberapa hasil produk gula aren lainnya Joseph dan Layuk (2012). Proses pengolahan lanjutan seperti pemasakan kembali gula cetak untuk mengubah bentuk menjadi granula atau serbuk dapat menjadikan gula semut ini memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi, kemasan yang praktis maupun umur simpan yang lebih lama (Amanah et al., 2013; Fahrizal et al., 2017; Kurniawan et al., 2018; Septiyana et al., 2019). Untuk menghasilkan umur simpan gula aren kristal yang lebih panjang dapat dilakukan dengan mengoptimasi proses pengeringan pada saat proses produksi gula semut. Berdasarkan SNI Gula Palma, kadar air maksimal pada produk gula yaitu sebesar 3%. Apabila melebihi ambang batas tersebut maka gula semut yang dihasilkan sudah dipastikan bahwa memiliki umur simpan yang relatif singkat. Selain itu, gula semut juga memiliki keunggulan lain yaitu dapat dijadikan sebagai pemanis herbal. Hal ini karena indeks glikemik yang cukup rendah pada gula aren yaitu sebesar 35 apabila dibandingkan dengan gula putih yang memiliki indeks glikemik sebesar 58. Menurut Pertiwi, (2015), indeks glikemik yang rendah dibanding gula pasir biasa lebih baik dikonsumsi para penderita diabetes. Beberapa penelitian yang telah diterbitkan membahas mengenai proses pengatur keasaman pada kristalisasi gula aren, namun belum dijelaskan secara rinci. Selain itu, literatur yang ada masih terbatas mengenai ulasan dari bahan pengatur keasaman dan proses kristalisasi pada gula aren. Oleh karena itu, dalam *systematic review* ini dilakukan *review* mengenai bahan pengatur keasaman pada proses kristalisasi gula aren kristal.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Pohon Aren



Gambar 1. Pohon Aren

Sumber: (<http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/>).

Pohon aren (*Arenga pinnata*) merupakan salah satu jenis tanaman palma yang penting keberadaannya setelah pohon kelapa. Tanaman jenis palma ini memiliki banyak sekali manfaat sehingga sering disebut sebagai tanaman serba guna. Pohon aren memiliki karakteristik dengan tinggi mencapai 25 m dan diameter 65 cm. Batang dari pohon aren sangat kokoh dan memiliki daun yang menyerupai pohon kelapa yaitu daun majemuk menyirip dengan panjang kurang lebih 5 m serta panjang tangkai hingga 1.5m. Pohon aren menghasilkan produk nira untuk proses pembuatan gula serta buah kolang-kaling yang umumnya dimanfaatkan untuk berbagai macam olahan makanan dan minuman. Selain diolah untuk bahan konsumsi, bagian daun dari pohon aren juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat bangunan yaitu untuk bahan atap rumah rakyat. Oleh karena itu, pohon aren ini dijuluki dan disebut pohon yang serba guna.

Nira aren sebagai bahan baku pembuatan gula, merupakan hasil sadapan dari pohon aren yang memiliki rasa manis (Baharudin, 2007). Nira merupakan cairan bening yang dihasilkan dari mayang pohon aren yang pucuknya belum terbuka (Santoso, 1993). Umumnya, proses penyadapan nira dilakukan dua kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari setiap tandan dapat disadap selama 10-35 hari dengan produksi maksimal hanya 15 hari (Mashud, 2014).

1.2.2. Gula Aren



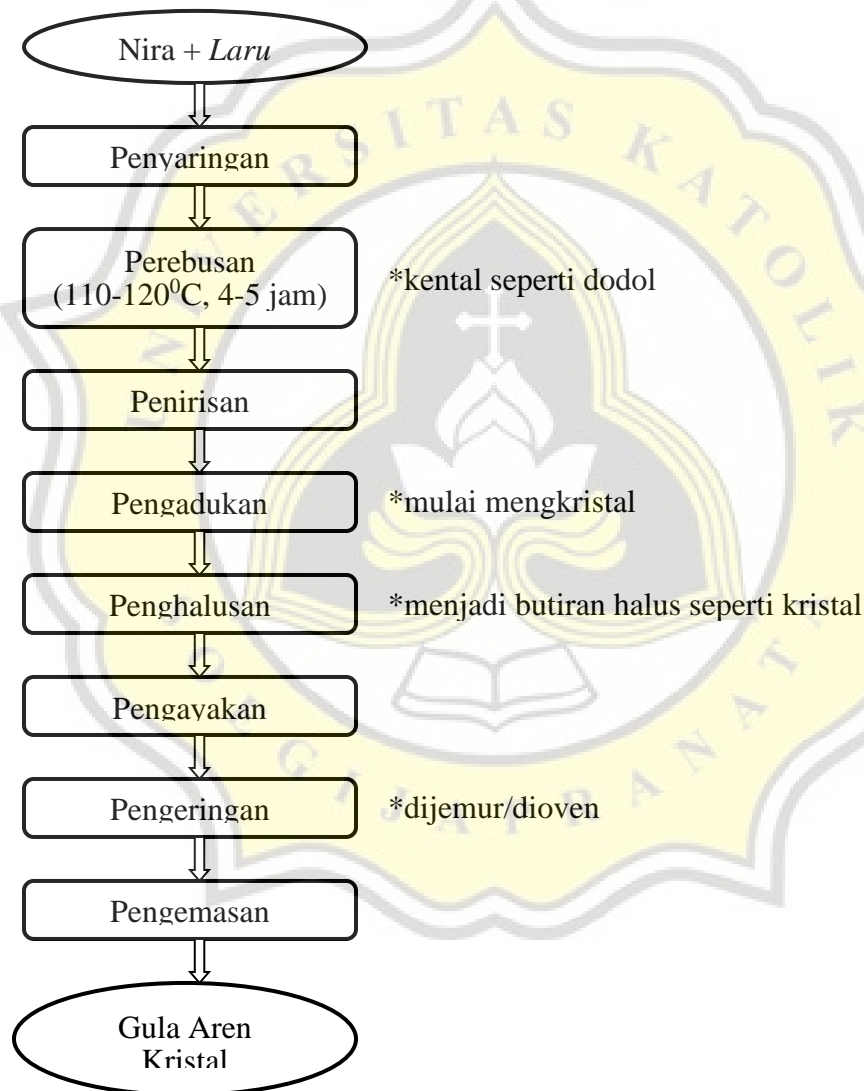
Gambar 2. Gula Aren Kristal

Sumber: (https://dlhk.bantenprov.go.id/upload/article/2019/GULA_SEMUT.pdf).

Gula aren kristal merupakan hasil produk olahan dari nira aren berbentuk serbuk atau kristal serta memiliki aroma dan rasa yang khas (Kurniawan, 2018; Fahrizal, dkk., 2017). Gula aren kristal biasanya digunakan sebagai bumbu masak, pemanis minuman, dan pemanis untuk keperluan industri makanan dan minuman (Mustaufik, dkk., 2006). Untuk saat ini, peminat gula semut terus bertambah khususnya sebagai campuran minuman sehari-hari, seperti minuman kopi, jahe dan lain-lain. Penggunaan gula aren kristal dalam pembuatan minuman dikarenakan kelarutannya yang baik dalam air. Selain itu, kemasan dari gula aren kristal dalam bentuk *sachet* sangat praktis dan dapat bertahan lebih lama. Berdasarkan Sahat (2017), gula semut merupakan salah satu komoditi unggulan dari Indonesia yang diekspor ke banyak negara. Seperti, Arab Saudi, Australia, Singapura, Malaysia, Hongkong, Korea, Jepang, hingga ke pasar Eropa. Berdasarkan Direktorat Dagang Kecil Menengah dan produk Dalam Negeri, permintaan pasar terhadap gula aren kristal dari Indonesia mencapai sekitar 400 ton per bulan. Nira yang digunakan harus memenuhi standar mutu dan harus lebih baik dari nira yang digunakan untuk gula merah. Hal ini karena penggunaan nira yang telah mengalami fermentasi dengan $\text{pH} < 6$ dapat menggagalkan pembentukan kristal gula aren (Kurniawan, 2014). Hal ini sesuai dengan Mustaufik dkk (2006), bahwa kualitas nira yang tidak bagus akan menyebabkan adonan menjadi lebih lembek dan tidak bisa digesek untuk dijadikan gula aren kristal. Meskipun demikian, adonan tersebut masih dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula cetak atau yang sering disebut gula merah. Industri gula aren kristal sangat menarik untuk dikembangkan di Indonesia karena proses pembuatan dari gula aren kristal tidak membutuhkan biaya besar dan teknologi yang tinggi. itu ketersediaan bahan baku yang digunakan untuk pembuatan gula aren kristal ini juga sangat melimpah di Indonesia.

1.2.3. Proses Pengolahan Gula Aren

Gula aren kristal dihasilkan dari proses pemasakan nira aren dicampur dengan *laru*, yang merupakan larutan dari air, kulit manggis, serta kapur sirih. Penambahan *laru* bertujuan untuk menghambat proses fermentasi yang terjadi pada nira menyebabkan perubahan nira menjadi asam. Laru yang ditambahkan dalam proses pembuatan gula aren kristal kurang lebih sebanyak satu sendok makan (10 gram) untuk satu batang bambu penampung hasil nira. Diagram alir proses pembuatan gula aren kristal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pembuatan Gula Aren Kristal

Sumber: (Marosimy Millaty, 2018).

a. Proses Persiapan Bahan Baku



Gambar 4. Nira Aren

Sumber: (<https://mantrapandeglang.pikiran-rakyat.com/kesehatan/>).

Bahan baku utama yang digunakan pada pengolahan gula aren kristal yaitu nira yang berasal dari pohon aren yang didapatkan dari penyadapan bunga jantan pada pohon aren. Nira yang baik untuk diolah menjadi gula aren kristal yaitu nira yang segar, berwarna bening kekuningan dan memiliki aroma harum khas nira aren. Sebelum dilanjutkan ke proses pemasakan, nira aren di dalam bambu penyimpanan disaring terlebih dahulu untuk mengurangi pengotor yang terbawa dari proses pemasakan. Menurut Kurniawan, (2014), kualitas nira yang baik yaitu memiliki pH tidak kurang dari 6. Apabila kurang dari pH 6, akan mengakibatkan gula aren tidak dapat terbentuk kristal pada saat proses kristalisasi karena tekstur yang dihasilkan akan lembek.

Berikut merupakan kandungan nira aren yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nira Aren

No	Komponen	Kandungan (%)
1	Karbohidrat :	11,18
	a. Glukosa	3,70
	b. Fruktosa	7,48
2	Protein	0,28
3	Lemak Kasar	0,01
4	Abu	0,35
	a. Kalsium (Ca)	0,06
	b. Pospor (P_2O_5)	0,07
5	Vitamin C	0,01
6	Air	89,23

Sumber : (Heryani, 2016)

b. Proses Pemanasan



Gambar 5. Proses Pemanasan Nira Aren

Sumber: (<https://www.kompasiana.com/bangpilot/55b1dd82ca23bd5506eb1810/cara-membuat-gula-aren>).

Proses pemanasan dilakukan pada saat nira aren masih segar, karena nira aren masih belum terfermentasi maupun terkontaminasi. Proses pemanasan bertujuan untuk menguapkan air pada nira hingga dihasilkan nira kental hasil pemasakan. Suhu yang digunakan juga tidak boleh terlalu panas dan harus stabil supaya nira tidak cepat gosong. Pada proses pemanasan, suhu yang digunakan yaitu 110-120⁰C untuk mendidihkan nira kemudian suhu diturunkan menjadi 90-70⁰C untuk menghindari kegosongan dan dihasilkannya buih berwarna kuning keemasan.

c. Proses Kristalisasi



Gambar 6. Proses Kristalisasi Nira Aren

Sumber: (<https://www.eviindrawanto.com/2010/09/proses-pembuatan-gula-semut-tradisional/>).

Proses pengolahan gula aren kristal hampir serupa dengan proses pembuatan gula aren cetak. Perbedaan utama dari keduanya yaitu pada proses kristalisasi. Pada pembuatan gula aren cetak, setelah nira dipanaskan hingga mengental kemudian dilanjutkan proses pencetakan. Sedangkan setelah didapatkan nira kental untuk gula aren kristal dilakukan pendinginan (dengan cara didiamkan) dan pengkristalan. Proses kristalisasi ini dilakukan

dengan cara pengadukan yang terus-menerus menggunakan pengaduk kayu dan, dilanjutkan dengan pengadukan menggunakan pengaduk yang terbuat dari tempurung kelapa supaya dihasilkan kristal yang lebih halus dan merata. Semakin lama dan cepat pengadukan, maka proses kristalisasi akan lebih cepat. Faktor lain yang menyebabkan proses kristalisasi berhasil yaitu nilai pH nira. Apabila nira yang digunakan memiliki pH kurang dari 6 maka akan menyebabkan kegagalan pada proses kristalisasi karena kristal pada aren tidak dapat terbentuk. Hal ini disebabkan tekstur nira pada pH asam akan menjadi lembek (Kurniawan, 2014). Setelah proses kristalisasi selesai, dilakukan proses pengayakan dengan ayakan 20 mesh agar butiran yang dihasilkan seragam.

d. Proses Pengeringan



Gambar 7. Proses Pengeringan Gula Aren Kristal
Sumber: (Journal Of Community Development & Empowerment, 2020).

Menurut SNI 01-3742-1995 tentang Gula Palma, kadar air maksimal pada gula aren dalam bentuk granula/butiran yaitu sebesar 3%. Standar mutu ini lah yang menjadikan proses pengeringan sangat berpengaruh terhadap hasil akhir gula aren kristal. Gula aren yang memiliki kadar air tinggi akan menyebabkan umur simpan yang relatif pendek, terjadi penggumpalan (*clumping*). Selain itu, mengurangi penampilan fisik dari gula aren kristal (Ritonga et al., 2020). Oleh karena itu, proses pengeringan dalam pembuatan gula aren berfungsi untuk mengurangi risiko kerusakan fisik dan menguapkan kandungan air pada gula aren.

Gula aren kristal memiliki sifat mudah menyerap air dan higroskopis (Dewi, 2018; Kurniawan et al., 2018; Septiyana et al., 2019; Attahamid et al., 2019). Sifat higroskopis pada gula aren disebabkan oleh kandungan gula pereduksi dengan gugus hidroksil yang dapat menyerap uap air (Mustaufik & Haryanti, 2006). Berdasarkan Amanah et al., (2013), kadar air yang diperoleh pada produk akhir menunjukkan efektivitas proses pengeringan

untuk menguapkan kandungan air masih terdapat pada gula aren kristal hingga kadar air produk akhir tidak lebih dari 3%. Selain menurunkan kadar air, proses pengeringan bertujuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri, menurunkan adanya aktivitas enzim, serta menurunkan laju perubahan sintetik yang terjadi pada produk gula supaya kualitas produk yang dihasilkan lebih baik dan terjaga (Ummah et al., 2016; Sushanti & Sirwanti, 2018; Amanah et al., 2013). Menurut Kurniawan dkk., (2018), peningkatan kadar air pada gula aren kristal juga dapat menurunkan kualitas produk karena produk akan menjadi lembek dan mudah untuk ditumbuhi jamur. Kadar air akan berbanding lurus dengan lama waktu penyimpanan dimana semakin lama durasi penyimpanan maka nilai kadar airnya juga akan meningkat. Sesuai dengan Mustaufik & Haryanti (2006), gula aren kristal akan menyerap uap air yang ada di lingkungan sekitarnya dan membuat gula aren kristal menjadi bertekstur lembek.

Berikut merupakan kajian beberapa hasil penelitian tentang proses pengeringan gula aren kristal yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Suhu, Waktu, dan Kadar Air Proses Pengeringan Gula Aren Kristal

Suhu	Waktu	Kadar Air	Sumber
51,50°C	3 Jam	2,49%	Jcommdev - Journal of Community Development & Empowerment 2020 e-issn : 2723-4398
60°C	1 Jam	2,53%	JFLS (2018) Vol 2 No 2 hal 123 – 132
60°C	2 Jam	2,46%	Gula Semut Nira Sawit 2018
60°C	3 Jam	2,40%	
50°C	1 Jam	3,09%	Jurnal Teknologi Agro-Industri vol. 6 No.
75°C	1 Jam	3,06%	1; Juni 2019 e-ISSN 2598-5884 ;
100°C	1 Jam	2,97%	p-ISSN 2407-4624

Dari hasil tabel kajian beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka semakin rendah pula kadar air yang didapatkan. Menurut Adhiyaksa, (2013), pengeringan dengan menggunakan suhu yang cukup tinggi dapat menyebabkan jumlah total uap air yang dikeluarkan meningkat. Hal ini terjadi karena kandungan air bebas pada permukaan bahan mengakibatkan penguapan massa air yang cukup besar pada suhu yang tinggi.

Standar mutu gula aren kristal diatur dalam (SNI) 0268-85 yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Persyaratan Mutu Gula Aren Kristal Sesuai dengan SNI 0268-85

No	Komponen	Kadar
1	Gula (jumlah sukrosa dan gula Pereduksi) (%)	Minimal 80,0
2	Sukrosa (%)	Maksimal 75,0
3	Gula Pereduksi (%)	Maksimal 6,0
4	Air (%)	Maksimal 3,0
5	Abu (%)	Maksimal 2,0
6	Bagian-bagian tidak larut air (%)	Maksimal 1,0
7	Zat Warna	Yang diizinkan
8	Logam-logam berbahaya (Cu, Hg, Pb, As)	Negatif
9	Pati	Negatif
10	Bentuk	Kristal atau serbuk

Sumber : Standar Nasional Indonesia, 1995

1.2.4. Umur Simpan Gula Aren

Dibandingkan dengan gula cetak, gula aren kristal memiliki keunggulan lebih antara lain: umur simpan yang lebih lama karena kadar air lebih rendah, bentuk yang lebih kecil sehingga memudahkan pengemasan dan distribusi, serta nilai tambah yang lebih tinggi atau harga lebih mahal (Kurniawan, 2018; Fahrizal, dkk., 2017). Dalam proses pengeringan gula aren kristal untuk mengurangi kadar air yang masih terdapat pada produk setelah proses kristalisasi, diperlukan beberapa cara diantaranya proses pengeringan. Pengeringan dengan metode penjemuran merupakan proses yang paling sering digunakan dalam pembuatan gula aren kristal karena biaya yang relatif lebih murah dan proses yang sederhana. Kekurangan dari penjemuran yaitu ketergantungan terhadap faktor cuaca yang tidak menentu dan kadar air yang dihasilkan masih relatif tinggi sehingga tidak memenuhi standar mutu (Adhiyaksa, 2013).

1.2.5. Manfaat Gula Aren untuk Kesehatan

Gula aren kristal merupakan salah satu jenis gula yang cukup populer sebagai salah satu bahan pemanis yang memiliki dampak yang baik untuk kesehatan khususnya untuk penderita diabetes (Narulita, 2008). Hal ini disebabkan karena kandungan galaktomanan yang berasal dari nira mampu menurunkan kadar glukosa dan kolesterol darah. Hal ini didukung oleh Pertiwi (2015) yang menyatakan bahwa gula aren kristal mempunyai kandungan nilai indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan dengan gula pasir. Oleh karena itu, gula aren kristal mulai banyak dikonsumsi baik oleh konsumen lokal maupun mancanegara seiring dengan peningkatan kesadaran masyarakat untuk konsumsi pangan sehat.

1.2.6. Parameter Kualitas Gula Aren

1.2.6.1. Karakteristik Kimia

Kadar air merupakan salah satu parameter penting untuk produk gula aren kristal karena berpengaruh terhadap umur simpan yang relatif singkat. Hal ini didukung Astuti et al (2019), bahwa kadar air merupakan parameter yang sangat penting karena dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, cita rasa, serta keawetan bahan pangan. Semakin rendah kadar air dalam suatu bahan pangan, maka akan semakin lama pula umur simpannya. Tinggi atau rendahnya kadar air suatu bahan pangan dipengaruhi oleh proses pengeringan (Kumalasari et al., 2018). Apabila kadar air gula aren >3% maka umur simpannya yang lebih singkat. Selain pengeringan, kondisi lingkungan dan kadar gula pereduksi dalam bahan pangan tersebut juga berpengaruh. Kadar air akan berbanding lurus dengan kandungan gula pereduksi khususnya fruktosa. Fruktosa memiliki sifat higroskopis sehingga cepat menyerap kandungan air disekitarnya (Sudarmadji dalam Yustiningsih, 2006).

1.2.6.2. Karakteristik Fisik

Tekstur merupakan salah satu parameter yang penting dalam menentukan mutu pada gula aren kristal. Berdasarkan Sudarmadji (2006), penurunan tekstur pada gula aren kristal disebabkan oleh kelembaban lingkungan yang menyebabkan tingginya kadar air terhadap penurunan tekstur. Selain itu, tekstur juga dipengaruhi oleh tingkat suhu pemasakan. Semakin tinggi suhu pemasakan, maka kadar air yang teruapkan akan lebih banyak sehingga dihasilkan tekstur gula aren yang lebih keras (Sudarmadji dkk, 1989). Hal ini sesuai dengan Firmansyah (1992), bahwa tekstur gula juga dipengaruhi oleh kandungan dari bahan baku gula aren kristal yaitu nira. Nira yang sudah terfermentasi cenderung mengandung gula pereduksi yang tinggi sehingga memiliki sifat higroskopis yang lebih tinggi dan tekstur yang kurang baik. Selain itu, kandungan protein dan pektin dalam nira cenderung meningkat dan akan menyebabkan produk akhir menjadi lebih lembek. Molekul-molekul lemak yang berada pada gula aren kristal akan membentuk globula yang menyebar di antara kristal ataupun butiran gula. Hal inilah yang menyebabkan tekstur kekerasan pada gula aren kristal berkurang (Santoso dkk, 1993).

1.2.6.3. Karakteristik Sensori

Karakteristik sensori merupakan parameter yang diperoleh dari hasil evaluasi sensori atau organoleptik. Pengujian sensori ini dilakukan dengan cara mengevaluasi produk makanan menggunakan panca indera manusia. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui formulasi produk mana yang paling disukai oleh para panelis. Atribut atau parameter yang umumnya dievaluasi dalam uji ini mencakup tekstur, warna, rasa, aroma, dan keseluruhan (Yanis et al., 2016).

1.3. Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang serta berbagai *review* yang telah dibaca, maka ditemukan masalah yang akan diidentifikasi dan dirumuskan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh nilai pH terhadap hasil produk gula aren kristal?
2. Bagaimana pengaruh beberapa bahan pengatur keasaman pada pengolahan gula aren kristal?
3. Bahan pengatur keasaman manakah yang optimal dan parameter apa yang digunakan?

1.4. Tujuan

Tujuan dari studi literatur ini yaitu untuk mengetahui pengaruh nilai pH terhadap hasil produk gula aren kristal dan pengaruh beberapa bahan pengatur keasaman pada pengolahan gula aren kristal serta mengetahui bahan pengatur keasaman yang paling optimal serta parameter yang digunakan.