

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi seperti sekarang ini sangat pesat. Begitu pula teknologi di bidang produksi, salah satunya adalah teknologi penghancuran (*crushing*) dan penghalusan (*grinding*). Teknologi ini telah diaplikasikan pada berbagai bidang industri, seperti bidang produksi, konstruksi, metalurgi, kimia dan mesin pengolah bahan pangan.

Aren atau enau (*Arenga pinnata Merr.*) merupakan salah satu jenis pohon dari keluarga palma yang tumbuh di kawasan hutan tropis dan cukup dikenal karena ragam manfaatnya, mulai dari akar, batang, pelepah, daun, bahkan sampai pucuk pohon, sedang tanda bunganya bisa menghasilkan nira atau tuak manis (Lempang, 2006).

Gula semut merupakan jenis gula yang dibuat dari nira dengan bentuk serbuk atau kristal dan berwarna kuning kecoklatan atau coklat. Cara pengolahan gula semut hampir sama gula merah cetak balsa, perbedaannya terletak pada proses setelah air nira mengental. Pada pembuatan gula semut, setelah air nira mengental maka dilakukan pengadukan cepat hingga terbentuk kristal-kristal, kemudian kristal-kristal gula yang terbentuk diayak untuk diperoleh ukuran yang seragam (BIP, 2000).

Menimbang dan melihat bahwa penghasilan masyarakat masih cukup rendah dan minimnya pengetahuan untuk mengolah air nira dengan maksimal. Maka solusi yang kami tawarkan yaitu memberikan pelatihan dan pendampingan untuk mengoptimalkan air nira menjadi produk olahan gula semut yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Pengeringan merupakan salah satu cara mengeluarkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan air dari dalam bahan tersebut. Selama proses pengeringan terjadi 2 peristiwa penting yaitu perpindahan panas dan perpindahan massa yang terjadi secara simultan. Pada pengeringan, kecepatan perpindahan panas dari udara pengering dipengaruhi oleh tipe alat

pengering yang digunakan, bahan konstruksi yang digunakan, metode pengeringan, kecepatan tekanan, suhu udara pengering dan suhu permukaan bahan (Amanah dkk, 2013).

Pengeringan merupakan salah satu proses yang penting dalam pembuatan gula semut. Pengeringan gula semut ditingkat pengrajin umumnya dilakukan melalui penjemuran dibawah sinar matahari karena tidak membutuhkan biaya untuk menyediakan sumber panas. Namun, penjemuran yang ditujukan untuk produk pangan kurang baik diterapkan, karena kebersihan bahan sulit diawasi, atau dengan kata lain resiko kontaminasi terhadap produk sulit dikontrol. Sementara itu penggunaan alat pengering mekanis untuk pengeringan gula semut masih terbatas, yang disebabkan oleh kurangnya pengetahuan masyarakat tentang kelebihan pengering mekanis serta belum tersedianya informasi mengenai kinerja alat pengering mekanis untuk gula semut khususnya alat pengering tipe rak (*cabinet dryer*) (Amanah dkk, 2013).

Menimbang dari kendala-kendala yang terjadi selama pembuatan gula semut, maka ada upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala-kendala tersebut. Salah satu upaya meningkatkan mutu gula semut melalui penerapan metode dan sarana pengolahan yang tepat agar diperoleh produk bermutu tinggi dan konsisten, maka dilakukan rekayasa sebuah mesin kristalisasi gula semut yang dapat digunakan untuk membuat gula semut menggunakan variasi temperatur pada proses pengolahan gula semut.

Setelah dilakukan rancang bangun mesin kristalisasi gula semut, maka penulis melakukan **Analisa Variasi Temperatur Terhadap Kualitas Mesin Gula Semut**. Metode percobaan yang akan diuji coba menggunakan metode eksperimental berbahan baku nira.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Mengacu pada latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kualitas hasil pengolahan gula semut menggunakan variasi temperatur yang berbeda dan menguji kadar air yang ada dalam gula semut tersebut.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penggerak yang digunakan dalam percobaan penelitian ini adalah elektromotor dengan 1 HP.
2. Temperatur yang dianalisis adalah 100°C, 110°C dan 120°C.
3. Bahan baku yang digunakan adalah nira sebanyak 5 Liter dalam penelitian.
4. Putaran yang digunakan adalah 1400 rpm yang berasal dari elektromotor.
5. Kriteria kualitas gula semut beedasarkan Standar Nasional Indonesia yaitu memiliki kadar air maksimal 3% dan memiliki ukuran 1000-1680  $\mu\text{m}$ ..

### **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui dan menganalisa pengaruh kualitas variasi temperatur 100°C, 110°C, dan 120°C.
2. Mengetahui dan menganalisa kualitas terbaik dalam pembuatan gula semut.
3. Mengetahui kadar air yang terdapat di dalam gula semut.

#### **1.4.2 Manfaat Penelitian**

1. Sebagai suatu penerapan teori dan kerja praktek yang telah diperoleh pada saat bangku perkuliahan untuk melatih mahasiswa dalam mengetahui bagaimana perbandingan kualitas terhadap variasi temperatur yang digunakan dalam penelitian ini.
2. Sebagai bahan kajian di jurusan teknik mesin dalam mata kuliah bidang teknik mesin dan merupakan modifikasi yang perlu dikembangkan dikemudian hari.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gula Merah**

Gula merah atau sering dikenal dengan istilah jawa adalah gula yang memiliki bentuk padat dengan warna coklat kemerahan hingga cokla tua. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3743-1995) gula merah atau gula palma adalah gula yang dihasilkan dari pengolahan nira. Pohon palma yaitu aren (*Arenga pinnata Merr*), nipah (*Nypafruiticans*), siwalan (*Borassus flabellifera Linn*), dan kelapa (*Cocos nucifera Linn*). Gula merah biasanya dijual dalam bentuk setengah elips yang dicetak menggunakan bamboo (Kristianingrum, 2009). Secara kimiawi gula

sama dengan karbohidrat, tetapi umumnya pengertian gula mengacu pada karbohidrat yang memiliki rasa manis, berukuran kecil dan dapat larut.

Cara pengolahan gula merah cukup sederhana dimulai dari penyadapan nira sebagai bahan baku pembuatan gula merah. Nira merupakan cairan bening yang terdapat di dalam mayang atau manggar dari tumbuhan jenis palma yang masih tertutup. Dari mayang atau manggar rata-rata dapat diperoleh 0,5 - 1 Liter nira/hari. Setelah bahan baku diperoleh kemudian dilakukan penyaringan selanjutnya nira dimasak dengan suhu pemanasan 110 - 120°C hingga nira mengental dan berwarna kecoklatan, kemudian dicetak dan didinginkan hingga mengeras (Balai Penelitian Tanaman Palma, 2010).



**Gambar 1. Gula Merah Cetak**

Menurut Paudi (2012) khusus untuk gula merah kelapa, *The Philippine Food and Nutrition Research Institute* yang melakukan penelitian mengenai *indeks glikemik* pada gula palem/gula merah kelapa (*coconut pal sugar*), menemukan bahwa gula merah kelapa memiliki *indeks glikemik* sebesar 35. Nilai *indeks glikemik* ini termasuk dalam kategori rendah (< 55). Penelitian ini dilakukan pada 10 orang responden yang diperlakukan khusus. Sedangkan *indeks glikemik* gula pasir yaitu 64, hampir mendekati *indeks glikemik* tinggi (> 70). Selain nilai *indeks glikemik* yang rendah, gula merah kelapa juga mengandung sejumlah zat gizi yang tidak terdapat atau sangat sedikit terdapat dalam gula pasir. Gula merah kelapa juga mengandung sejumlah asam amino dan vitamin. Tabel berikut menggambarkan perbandingan mineral makro dan mikro pada gula merah kelapa dan gula pasir.

**Tabel 1. Perbandingan mineral makro dan mikro pada gula merah kelapa dan gula pasir.**

| <b>Kandungan Mineral</b>                       | <b>Gula Merah Kelapa</b> | <b>Gula Pasir</b> |
|--|--------------------------|-------------------|
| a. Mineral mikro mg/L (ppm)                    |                          |                   |
| dalam bahan kering                             |                          |                   |
| Mangan (Mn)                                    | 1.3                      | 0                 |
| Boron (B)                                      | 0.3                      | 0                 |
| Seng (Zn)                                      | 21.2                     | 1.2               |
| Besi (Fe)                                      | 21.9                     | 1.2               |
| Tembaga (Cu)                                   | 2.3                      | 0.6               |
| b. Mineral makro mg/L (ppm) dalam bahan kering |                          |                   |
| Nitrogen (N)                                   | 2020                     | 0                 |
| Fosfor (P)                                     | 970                      | 0.7               |
| Kalium (K)                                     | 10.3                     | 25                |
| Kalsium (Ca)                                   | 60                       | 60                |
| Magnesium (Mg)                                 | 290                      | 10                |
| Natrium (Na)                                   | 450                      | 10                |
| Klorin (Cl)                                    | 4700                     | 100               |
| Belerang (S)                                   | 260                      | 20                |

Gula merah cetak memiliki banyak kegunaan selain sebagai pemanis makanan juga digunakan sebagai penyedap masakan, campuran dalam pembuatan cuka untuk empek-empek, kecap, dan lain-lain. Gula merah cetak memiliki sifat sensori yang berbeda tergantung pada bahan baku pembuatannya. Untuk gula merah cetak dari nira ren memiliki aroma khas aren, warna coklat muda, rasa lebih manis, dan bersih. Gula merah cetak dari nira kelapa memiliki warna coklat yang lebih gelap, aroma khas kelapa, manis, dan sedikit kotor sehingga perlu disaring bila akan digunakan dalam bentuk cair (Kristianingrum, 2009).

**Tabel 2. Persyaratan mutu gula kelapa yang aman dikonsumsi sesuai dengan SNI.01.3743.1995**

| No  | Kriteria Uji                    | Satuan | Persyaratan   |                 |
|-----|---------------------------------|--------|---------------|-----------------|
|     |                                 |        | Cetak         | Butiran/Granula |
| 1   | Keadaan                         |        |               |                 |
| 1.1 | Bentuk                          |        | Normal        | Normal          |
| 1.2 | Rasa                            |        | Normal,Khas   | Normal,Khas     |
|     |                                 |        | Kuning        | Kuning          |
| 1.3 | Warna                           |        | kecoklatan    | kecoklatan      |
|     |                                 |        | sampai coklat | sampai coklat   |
| 2   | Bagian yang tak larut dalam air | % b/b  | Maks. 1.0     | Maks. 0.2       |
| 3   | Air                             | % b/b  | Maks. 10.0    | Maks. 3.0       |
| 4   | Abu                             | % b/b  | Maks. 2.0     | Maks. 2.0       |
| 5   | Gula Pereduksi                  | % b/b  | Maks. 10.0    | Min. 6.0        |
| 6   | Jumlah gula sebagai Sakarosa    | % b/b  | Maks. 77      | Min. 90.0       |
| 7   | Cemaran Logam                   |        |               |                 |
| 7.1 | Seng (Zn)                       | mg/kg  | Maks. 40.0    | Maks. 40.0      |
| 7.2 | Timbal (Pb)                     | mg/kg  | Maks. 2.0     | Maks. 2.0       |
| 7.3 | Tembaga (Cu)                    | mg/kg  | Maks. 10.0    | Maks. 10.0      |
| 7.4 | Raksa (Hg)                      | mg/kg  | Maks. 0.03    | Maks. 0.03      |
| 7.5 | Timah (Sn)                      | mg/kg  | Maks. 40.0    | Maks. 40.0      |
| 8   | Arsen                           | mg/kg  | Maks. 1.0     | Maks. 1.0       |

Sumber : Dewan Standar Nasional Indonesia (1995)

## 2.2 Gula Semut

Gula semut atau palm sugar merupakan gula merah versi serbuk/kristal yang dihasilkan oleh pepohonan keluarga palma (*Arecaceae*) (Balai Informasi Pertanian, 2000). Gula semut adalah sebagian dari produk turunan yang dihasilkan dari pohon aren dan kelapa. Penamaan gula semut karena bentuknya menyerupai sarang semut di tanah. Gula semut memiliki nilai ekonomis lebih tinggi dibandingkan dengan gula merah versi cetakan. Beberapa keunggulan gula semut

adalah aroma yang khas, umur penyimpanan yang panjang dengan kadar air 2-3 %, mudah larut dalam air dingin/panas, pengemasan yang praktis dalam kantong dan mudah dikombinasikan dengan bahan lain pada industri pengolahan makanan dan minuman (Mustaufik dan Karseno, 2004).



**Gambar 2. Gula Semut**

Bahan baku gula semut adalah nira yang berasal dari pohon kelapa, pohon aren, dan pohon siwalan. Nira aren dan nira kelapa mempunyai perbedaan dalam hal warna, aroma, rasa, dan kadar kotorannya. Nira aren berasa lebih manis, lebih jernih, dan lebih segar, dan jumlah padatan yang terlarut nira aren lebih rendah daripada nira kelapa (Balai Penelitian Tanaman Palma, 2010).

Adapun kriteria dari Gula Semut yaitu:

1. Bentuk: Gula semut biasanya berbentuk kristal kecil atau butiran berwarna cokelat atau merah tua.
2. Kandungan: Gula semut sebagian besar terbuat dari sakarin, sukrosa, atau gula tebu. Kandungan gula utamanya sebaiknya cukup tinggi.
3. Kemanjuran: Gula semut harus larut dengan baik dalam air atau cairan lainnya untuk digunakan dalam berbagai resep.

4. Warna: Gula semut alami memiliki warna coklat atau merah tua yang berasal dari sisa-sisa tebu atau tanaman gula yang belum sepenuhnya dimurnikan. Warna ini dapat bervariasi tergantung pada cara produksi.
5. Aroma dan Rasa: Gula semut memiliki aroma dan rasa yang khas, dengan sentuhan gula tebu atau karamel.
6. Kekerasan: Gula semut biasanya memiliki tekstur yang renyah dan keras.
7. Kemurnian: Gula semut murni tidak mengandung bahan tambahan seperti pewarna atau pengawet.

Cara pengolahan gula semut hampir sama dengan pengolahan gula merah cetak biasa, perbedaannya terletak pada proses setelah larutan nira mengental. Pada pembuatan gula semut, setelah larutan mengental maka dilakukan pengadukan cepat hingga terbentuk kristal-kristal, kemudian kristal-kristal gula yang terbentuk diayak untuk diperoleh ukuran yang seragam (Balai Informasi Pertanian, 2000).

**Tabel 3. Persyaratan mutu gula semut dari nira kelapa sesuai dengan SNI (SII 0268-85)**

| <b>Komponen</b>                            | <b>Kadar</b>        |
|--|---------------------|
| Gula (Jumlah sukrosa dan gula reduksi) (%) | Minimal 80.0        |
| Sukrosa (%)                                | Minimal 75.0        |
| Gula Reduksi (%)                           | Maksimum 6.0        |
| Air (%)                                    | Maksimum 3.0        |
| Abu (%)                                    | Maksimum 2.0        |
| Bagian-bagian tak larut air (%)            | Maksimum 1.0        |
| Zat warna                                  | Yang diijinkan      |
| Logam-logam berbahaya (Cu, Hg, Pb, As)     | Negatif             |
| Pati                                       | Negatif             |
| Bentuk                                     | Kristal atau serbuk |

Kegunaan gula semut hampir sama dengan gula merah, bahkan bisa lebih bervariasi. Gula semut dapat digunakan sebagai hiasan pada kue kering maupun basah, sebagai pengganti gula putih dalam pembuatan minuman seperti kopi dan teh. Dimasyarakat gula semut umumnya digunakan sebagai pengganti gula putih dalam pembuatan kopi, karena selain manis juga menambah aroma yang khas dibandingkan dengan gula putih.

## **2.3 Proses Pembuatan Gula**

Pabrik gula adalah suatu pabrik yang berperan mengubah bahan baku tebu menjadi kristal produk yang memenuhi syarat.

Di dalam proses kristalisasi dilakukan dengan cara mengkristalkan sukrosa yang terdapat di dalam nira kental/*stroop* pada suatu bejana dan mengusahakan agar :

- Hasil memenuhi syarat dan kualitas
- Biaya operasi yang rendah/ekonomis
- Kehilangan sukrosa srendah-rendahnya
- Hasil tidak menyulitkan proses selanjutnya

Sehingga di dalam operasinya dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Proses dilaksanakan dengan tekanan yang direndahkan (vacum)
- Proses dilaksanakan secara bertingkat

### **2.3.1 Mekanisme Pengkristalan**

Nira kental merupakan bahan pokok yang digunakan di dalam proses kristalisasi yang memiliki konsentrasi mendekati jenuh dimana jarak antara molekul-molekul sukrosa masih cukup jenuh sehingga satu sama lain belum saling mempengaruhi.

Dengan adanya penguapan air maka jarak antara molekul-molekul sukrosa saling berdekatan dan pada saat mencapai suatu keadaan yang lewat jenuh maka molekul akan saling membentuk rantai.

Dengan semakin tingginya konsentrasi maka rantai-rantai molekul akan membentuk inti-inti kristal.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan kristalisasi :

a. Konsentrasi Larutan

Agar dicapai proses penempaan yang lebih cepat maka perlu diusahakan agar larutan pada kejenuhan yang tinggi karena pada keadaan ini kandungan sukrosanya lebih besar dibandingkan bila pada kejenuhan yang lebih rendah sehingga proses penempelan pada inti kristal lebih cepat.

b. Kandungan Kotoran

Adanya kotoran yang terdapat di dalam bahan baku akan menyebabkan naiknya viskositas sehingga berakibat turunnya nilai kemurnian, hal ini akan mengakibatkan rendahnya kecepatan kristalisasi.

c. Bahan Pemanas

Merupakan bahan yang sangat diperlukan guna menguapkan air yang dikandung oleh larutan, dapat menimbulkan sirkulasi yang sangat diperlukan dalam proses kristalisasi.

d. Jenis Alat

Bejana tipe Sepertin umumnya lebih lama waktu masakannya dibandingkan dengan bejana tipe Alandria, hal ini karena untuk bejana tipe Sepertin membutuhkan tekanan bahan pemanas yang lebih besar, yang kadang-kadang sulit untuk dapat dipenuhi pada pabrik-pabrik gula yang lama.

### 2.3.2 Proses Kristalisasi Pada Pabrik Gula

Proses kristalisasi pada pabrik gula dilakukan sebanyak 3 tahap yaitu A, B, dan D. Dimana gula A dan B yang dihasilkan diambil sebagai gula produk.

Masakan D diputar dua kali dan gula D yang dihasilkan merupakan babonan (bibit) untuk masakan A dan B. Pembuatan bibit masakan D menggunakan bibit fondan pan masakan (*vacum pan*) berjumlah 5 buah dimana 3 buah dapat digunakan untuk masakan A dan B, dan 2 buah lagi untuk masakan D.

Kedua pan yang digunakan untuk masakan D tersebut dilengkapi dengan pengaduk untuk membantu sirkulasi pada masakan D tersebut. Masakan D juga dibantu oleh 1 buah palung penyimpanan bibit (*Vacum Seed Crystalizer*) yang volumenya 300 Hl (Hekto Liter). Proses kristalisasi dimulai dengan membuat bibit masakan D (masakan D<sub>2</sub>) dengan bibit fondan,

kemudian dibesarkan terus sampai penuh 500 HI. Masakan D<sub>2</sub> ini dipecah menjadi 2 pan masing-masing 250 HI. Masakan yang 250 HI tersebut dapat dipindahkan ke pan lain yang kosong atau dipindahkan ke *Seed Vessel*.

Untuk masakan A dan B yang menggunakan bibit babonan, pertama dilakukan adalah pembuatan bibit A/B. Apabila bibit sudah penuh sekitar 500 HI bibit tersebut dipecah menjadi 2 pan, masing-masing 250 HI, kemudian kedua bibit dalam 2 pan tersebut dapat diteruskan untuk 1 masakan A dan 1 masakan B dengan menambah nira kental untuk masakan A dan *stroop* A dan untuk masakan B atau kedua-duanya dijadikan masakan A (Kusumadiyono, 1982).

## 2.4 Proses Pembuatan Gula Kristal

Menurut Musataufik dan Haryanti (2006), proses pembuatan gula kelapa kristal dapat dilakukan dengan dua cara yaitu gula kelapa kristal yang dibuat dari nira kelapa dan gula kelapa kristal yang dibuat dari gula kelapa cetak yang sudah jadi.

### 1. Proses pembuatan gula kelapa kristal dari nira kelapa

Nira yang digunakan harus bersih dan segar. Sebelum penyadapan, bumbung dicuci dengan air dingin kemudian dibilas dengan air panas lalu dikeringkan atau diasapi. Penambahan kapur sirih bertujuan untuk menhaga nira agar tidak mudah rusak atau tidak asam. Nira yang telah disadap diukur pH nya dan jika keasaman nira terlalu tinggi maka perlu ditambahkan kapur sirih agar nira tetap dalam keadaan netral yaitu pH 6,0 – 7,0. Apabila pH nira yang diinginkan telah tercapai, nira disaring dengan kain saring untuk menghindari pengendapan kapur atau kotoran di dalam nira.

Nira yang sudah bersih kemudian dipanaskan dengan suhu antara 110 – 120°C hingga mendidih sambil diaduk. Pada saat nira mendidih, buih dan kotoran halus dihilangkan dengan menggunakan serok. Untuk menhaga agar buih di dalam wajan tidak meluap maka ditambahkan 1 sendok minyak makan kelapa atau santan untuk setiap 25 liter nira. Pada saat ini harus dihindari terjadinya pemasakan yang melewati titik *end point* yakni berkisar 110°C.

*End point* merupakan suhu akhir pemasakan, dimana nira sudah mulai mengental dan meletup-letup. Akhir pemasakan juga dapat diketahui secara visual, yakni nira yang dipanaskan akan menggumpal (memadat dan mengeras) dan tidak bercampur dengan air jika dituangkan ke dalam air dingin. Pemantauan *end point* dapat dilakukan dengan cara memasukkan beberapa tetes masakan ke dalam gelas yang berisi air. *End point* sudah tercapai apabila masakan tidak larut dalam air (mengendap). Selanjutnya nira kental dalam wajan segera diangkat dan didinginkan untuk proses solidifikasi (pemadatan). Langkah selanjutnya adalah granulasi/kristalisasi, setelah itu dilakukan pengayakan untuk mendapatkan butiran-butiran yang ukurannya seragam, baru kemudian dilakukan pengemasan.

## 2. Proses pembuatan gula kelapa kristal dari gula kelapa cetak

Gula yang akan dibuat menjadi gula kelapa kristal harus bermutu baik. Gula kelapa tersebut dipotong-potong kemudian dilarutkan ke dalam air dengan perbandingan 2 : 1. Larutan gula kelapa yang diperoleh disaring sehingga dihasilkan larutan gula yang bersih. Larutan gula yang sudah bersih ditambah dengan gula pasir sebanyak 5 – 15 %, kemudian dipanaskan pada suhu 110°C sambil diaduk-aduk agar merata dan sampai pekat. Untuk mendapatkan rasa tertentu dapat ditambahkan bahan lain sesuai dengan yang diinginkan, misalkan dilakukan dengan cara memasukkan bahan ke dalam larutan gula pada saat pemasakan larutan gula tersebut mengeluarkan buih. Pemanasan ditingkatkan hingga mencapai *end point*. Selanjutnya dilakukan dengan solidifikasi dan granulasi.

## 3. Granulasi dan Kristalisasi

Kristalisasi atau pembentukan kristal dilakukan dengan pengadukan memutar menggunakan mesin/alat atau juga bisa menggunakan pengaduk kayu berbentuk garpu atau jangkar. Pengadukan dimulai dari bagian pinggir ke bagian tengah wajan. Setelah adonan berbentuk kristal maka pengadukan dipercepat. Apabila semuanya telah mengkristal secara homogeny biarkan dulu selama beberapa menit supaya agak dingin. Kristal yang terbentuk kemudian disaring menggunakan ayakan dari *stainless steel* dengan ukuran yang telah disesuaikan.

## 2.5 Analisis Uji

Gula semut dengan pengeringan suhu yang berbeda-beda yaitu dengan 100°C, 110°C, dan 120°C dengan ketetapan waktunya yaitu selama jangka waktu yang ditentukan, selanjutnya akan dilakukan analisis uji kadar air.

## 2.6 Uji Butir

Berdasarkan referensi eksportir gula semut ke beberapa negara tujuan ekspor, gula semut ekspor harus memenuhi standar sebagai berikut:

1. Memenuhi SNI (SII0268-85).
2. Memenuhi syarat mutu gula semut organik.
3. Memiliki kadar air maksimal 3%.
4. Memiliki ukuran mesh antara 12-18 dengan ukuran hasil yaitu 1000-1680  $\mu\text{m}$ .

**Tabel 4. Ukuran Mesh**

| <b>U.S. MESH</b> | <b>MICRONS</b> | <b>INCHES</b> | <b>MILIMETERS</b> |
|------------------|----------------|---------------|-------------------|
| 3                | 6730           | 0.2650        | 6.730             |
| 4                | 4760           | 0.1870        | 4.760             |
| 5                | 4000           | 0.1570        | 4.000             |
| 6                | 3360           | 0.1320        | 3.360             |
| 7                | 2830           | 0.1110        | 2.830             |
| 8                | 2380           | 0.0937        | 2.380             |
| 10               | 2000           | 0.0787        | 2.000             |
| 12               | 1680           | 0.0661        | 1.680             |
| 14               | 1410           | 0.0555        | 1.410             |
| 16               | 1190           | 0.0469        | 1.190             |
| 18               | 1000           | 0.0394        | 1.000             |
| 20               | 841            | 0.0331        | 0.841             |
| 25               | 707            | 0.0280        | 0.707             |
| 30               | 595            | 0.0232        | 0.595             |
| 35               | 500            | 0.0197        | 0.500             |
| 40               | 300            | 0.0165        | 0.400             |
| 45               | 354            | 0.0138        | 0.354             |
| 50               | 297            | 0.0117        | 0.297             |
| 60               | 250            | 0.0098        | 0.250             |
| 70               | 210            | 0.0083        | 0.210             |
| 80               | 177            | 0.0070        | 0.177             |
| 100              | 149            | 0.0059        | 0.149             |
| 120              | 125            | 0.0049        | 0.125             |
| 140              | 105            | 0.0041        | 0.105             |
| 170              | 88             | 0.0035        | 0.088             |
| 200              | 74             | 0.0029        | 0.074             |
| 230              | 63             | 0.0024        | 0.063             |
| 270              | 53             | 0.0021        | 0.053             |

|     |    |        |       |
|-----|----|--------|-------|
| 325 | 44 | 0.0017 | 0.044 |
| 400 | 37 | 0.0015 | 0.037 |

## 2.7 Uji Kadar Air

Pengujian kadar air menggunakan metode oven (SNI 01-2891-1992). *Vochdoos* kosong dimasukkan oven pada suhu 105°C selama 1 jam kemudian didinginkan kedalam desikator dan ditimbang ( $W_1$ ). Sampel gula semut yang sudah ditimbang dengan berat 2 gram ( $W$ ) dimasukkan dalam *vochdoos*, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Sampel dalam *vochdoos* didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang sampai berat tetap ( $W_2$ ). Kadar air ditentukan dengan rumus :

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{(W_1+W) - W_2}{W} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Literatur 1, Hal 1262}) \dots\dots(2.1)$$

Dimana :

- $W$  = Berat gula semut yang telah ditimbang (gram)
- $W_1$  = Berat gula semut yang telah didinginkan (gram)
- $W_2$  = Berat tetap gula semut (gram)



# BAB III

## METODOLOGI PERCOBAAN

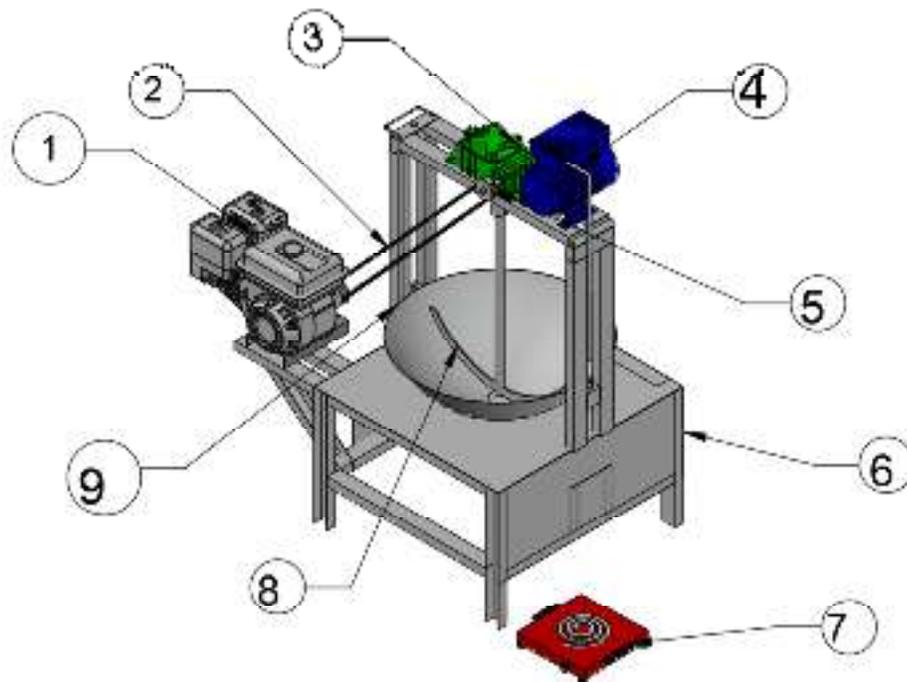
### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai September 2023 menggunakan metode eksperimental yang bertempat di Laboratorium Workshop Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.

### 3.2 Motor/Mesin, Alat, dan Bahan

#### 3.2.1 Motor/Mesin

1. Mesin Gula Semut



Gambar 3. Konstruksi Mesin Gula Semut

Keterangan :

1. Motor bensin
2. *V-belt*
3. *Gear box*
4. Motor listrik
5. Puli
6. Rangka
7. Kompor
8. Pengaduk
9. Wajan

2. Motor Penggerak (*Elektromotor*)

**Motor listrik** adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo.

$$\begin{aligned}\text{Daya motor} &= 1 \text{ hp} \times 0,746 \text{ kW} \\ &= 0,746 \text{ kW}\end{aligned}$$



**Gambar 4. *Elektromotor***

### 3.2.2 Alat

#### 1. Tachometer

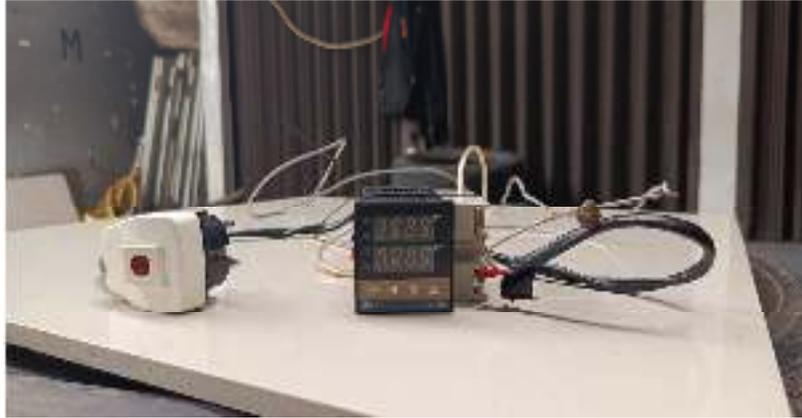
Sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti alat pengukur dalam sebuah mobil yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesin.



**Gambar 5. Tachometer**

#### 2. Termokopel

Termokopel (*Thermocouple*) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek "*Thermo-electric*". Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (*junction*) ini dinamakan dengan Efek "*Seeback*".



**Gambar 6. Termokopel tipe K**

### 3. Pengukur Waktu Digital

Pengukur waktu adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya yang diperlukan dalam kegiatan, misalnya : berapa lama masa pengukuran temperatur pada penelitian ini.



**Gambar 7. Pengukur Waktu Digital**

### 4. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah alat yang biasanya dipakai untuk mengukur takaran benda cair, yakni nira sebagai bahan baku. Gelas ukur berupa gelas tinggi dengan skala disepanjang dindingnya, terbuat dari kaca atau plastik yang tidak tahan panas. Mempunyai fungsi

mengukur volum larutan tidak memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi dalam jumlah tertentu.



**Gambar 8. Gelas Ukur**

### **3.2.3 Bahan**

Bahan yang digunakan untuk menganalisa pengaruh variasi temperatur pada mesin gula semut adalah nira yang belum terkontaminasi oleh benda apapun.

### **3.3 Langkah Pengoperasian Mesin**

Langkah-langkah pengoperasian mesin gula semut ini adalah sebagai berikut :

- Siapkan mesin gula semut
- Siapkan bahan baku (nira) yang akan digunakan dalam penelitian ini
- Hidupkan kompor agar panci panas terlebih dahulu
- Masukkan bahan baku ke dalam panci penampungan nira dan atur suhu agar nira tersebut mendidih
- Hidupkan mesin pada saat kadar air berada pada titik tertentu
- Matikan kompor

### **3.4 Tempat dan Waktu**

Tempat pelaksanaan penelitian mesin kristalisasi gula semut ini dilakukan Laboratorium Workshop Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan. Waktu analisis dan penyusunan tugas akhir ini diperkirakan selama 2 bulan sampai dinyatakan selesai oleh pembimbing.

**Tabel 5. Jadwal Tugas Akhir**

| No | Uraian   | 2023  |     |      |      |         |           |         |
|----|--|-------|-----|------|------|---------|-----------|---------|
|    |  | April | Mei | Juni | Juli | agustus | september | Oktober |
| 1  | Pengajuan Judul                                    |       |     |      |      |         |           |         |
| 2  | Bimbingan BAB I-III                                |       |     |      |      |         |           |         |
| 3  | Sidang Proposal                                    |       |     |      |      |         |           |         |
| 4  | Revisi Hasil Proposal                              |       |     |      |      |         |           |         |
| 5  | Perancangan Mesin<br>Kristalisasi Gula<br>Semut    |       |     |      |      |         |           |         |
| 6  | Pengujian Alat Mesin<br>Kristalisasi Gula<br>Semut |       |     |      |      |         |           |         |
| 7  | Bimbingan Seminar<br>Isi                           |       |     |      |      |         |           |         |
| 8  | Seminar Isi  |       |     |      |      |         |           |         |
| 9  | Revisi Seminar Isi                                 |       |     |      |      |         |           |         |
| 10 | Sidang   |       |     |      |      |         |           |         |

### 3.5 Diagram Alir Metode Eksperimental



