



Pengolahan Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) di Pabrik Gula Ja Okinawa (*Japan Agriculture Cooperative Okinawa*) di Pulau Iheya, Prefektur Okinawa, Jepang

Sugar Cane (*Saccharum officinarum L.*) Processing at JA Okinawa Sugar Factory (*Japan Agriculture Cooperative Okinawa*) in Iheya Island, Okinawa Prefecture, Japan

M. Wiranata Akbar*¹, Aluh Nikmatullah² dan Jayaputra³

¹Mahasiswa Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram

²³Dosen Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram

Pusat Studi dan Pengembangan Pertanian Energi (*Energy Farming Centre*), Fakultas Pertanian, UNRAM, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA. Tel. +62-0370 621435, Fax. +62-0370 640189,

*corresponding author, email: akbararridha2006@gmail.com

Manuscript received: akbararridha2006@gmail.com Accepted:

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan alur produksi olahan tebu, mulai dari penyediaan dan standarisasi bahan baku, penanganan pascapanen serta pengolahannya di Pabrik Gula JA Okinawa di pulau Iheya, Jepang. Penelitian dilaksanakan sejak 5 Desember sampai 17 Januari 2023. Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif-kualitatif. Data yang dikumpulkan berupa data hasil pengamatan langsung yang diperoleh dari responden. Penanganan pascapanen dan proses pengolahan tebu pabrik gula JA Okinawa di Pulau Iheya terdiri atas tujuh (7) tahapan, yaitu : 1) uji kadar gula, 2) penyortiran dan grading, 3) penggilingan, 4) pengapuran, 5) pemasakan, 6) pengkristalisasi, 7) pengemasan. Untuk mendapatkan gula berkualitas baik memerlukan tebu dengan kualitas yang baik pula, langkah pertama dilakukan pengujian kadar gula. Tebu yang sudah dipanen dilakukan sampling untuk mengetahui kadar gula. Perusahaan menetapkan standar kadar gula tebu yang diterima oleh pabrik adalah 13,1 brix. Selanjutnya, dilakukan penyortiran dan grading. Pada penyortiran, petugas memisahkan tebu dari sampah yang ikut terbawa ke pabrik. Pada grading, tebu dibagi menjadi tiga (3) yaitu tebu bagus untuk diolah menjadi gula, tebu jelek yang akan diolah menjadi pupuk dan ujung tebu yang akan dijadikan bibit. Pada tahap penggilingan, batang tebu digiling menjadi serbuk tebu, kemudian diperas menjadi nira tebu. Nira tebu kemudian dicampur dengan zat kapur untuk pemurnian. Nira murni kemudian dimasak untuk mengurangi kadar airnya sehingga persentase kadar gula lebih tinggi dari sebelumnya. Selanjutnya, nira kental dikristalkan, lalu kristal gula dikemas sebagai gula merah pasir dan gula merah padat. Proses penyortiran sampai pengkristalisasi membutuhkan waktu pengerjaan selama 44 jam.

Kata Kunci: *Tebu; Pengolahan; Gula*

ABSTRACT

This study aims to describe the production flow of processed sugar cane, starting from the supply and standardization of raw materials, post-harvest handling and processing at JA Okinawa Sugar Factory on Iheya Island, Japan. The research was conducted from December 5 to January 17, 2023. This research is a descriptive-qualitative type of research. The data collected is in the form of direct observation data obtained from respondents. Postharvest handling and processing of sugar cane at JA Okinawa sugar factory on Iheya Island consists of: 1) testing of sugar content, in this process the Company sets a standard of sugar cane content accepted by the factory at a minimum of 13.1 brix. 2) In sorting, the officer separates the sugarcane from the waste. In grading, sugar cane is divided into three classes, namely

good cane is processed into sugar, broken cane is processed into fertilizer and the shoot of cane are used as seeds. 3) The milling process, the sugar cane stalks are ground into sugarcane powder, to facilitate the separation between the powdered pulp and sugarcane juice when squeezed. 4) Purification is an activity of mixing sugarcane juice with lime substance aimed at separating the impurities from sugarcane juice. 5) Cooking aims to reduce the water content contained in the sugarcane juice, so that periodically the juice will thicken with a higher percentage of sugar content than before. 6) Crystallization aims to change the form of sucrose in solution to form sugar crystals in order to obtain as many sugar crystals as possible using a mixer. 7) Product packaging is divided into two, namely granulated brown sugar and solid brown sugar. The sorting process until crystallization took a total of 44 hours of processing time.

Keywords: Sugarcane; Processing; Sugar

PENDAHULUAN

Jepang merupakan salah satu Negara yang selain terkenal dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologinya, juga terkenal akan perkembangan pembangunan ekonomi berkelanjutannya terutama di sektor pertanian. Di bidang pertanian, Jepang menduduki urutan pertama sebagai Negara yang memiliki sistem pertanian dan pengolahan pertanian terbaik di dunia. Pertanian di Jepang menerapkan sistem *urban farming*, yang mana proses implementasinya tersebar keseluruh kawasan wilayah Jepang, termasuk Prefektur Okinawa (Divisi Survei Statistik, Departemen Pertanian, Kehutanan dan Perikanan, Sekretariat Jenderal Okinawa, 2017).

Prefektur Okinawa adalah salah satu prefektur atau provinsi di Jepang yang letaknya paling selatan. Prefektur Okinawa ini terdiri dari ratusan pulau yang disebut Kepulauan Ryukyu dan membentuk rantai kepulauan yang panjangnya lebih dari 1000 km, antara barat daya Kyushu (pulau paling selatan dari keempat pulau utama Jepang) dan Taiwan. Terdiri dari 41 pulau berpenghuni dan 16 pulau tidak berpenghuni, dengan luas wilayah yaitu 2.271,30 km² dan luas perairan sebesar 0,5% dari luas wilayah (e-Stat, 2019). Meskipun memiliki luas wilayah yang cukup sempit, prefektur ini mempunyai kondisi alam yang sangat mendukung keberlangsungan pengembangan ekonomi pertanian berkelanjutan. Hal ini dapat diketahui melalui kondisi lahan yang masih luas, sumber daya alam pertanian yang melimpah, serta kondisi cuaca dan suhu rata-rata sepanjang tahun yang tidak terlalu ekstrim ($\pm 14^{\circ}\text{C}$ - 32°C) (CLV, 2022). Sedangkan kondisi wilayah Jepang lainnya seperti Aomori yang memiliki empat musim dengan suhu rata-rata sepanjang tahun ($\pm 4^{\circ}\text{C}$ - 27°C) (CLV, 2022). Akan tetapi, potensi ini belum mampu dikelola dengan baik oleh penduduk asli Okinawa dalam kurun waktu yang cukup lama (e-Stat, 2019).

Mengetahui potensi ekonomi pertanian yang dimiliki oleh Prefektur Okinawa ini, salah satu lembaga koperasi ekonomi pertanian terbesar di Jepang bernama *Japan Agricultural Cooperatives* (berdiri tahun 1947) membuka cabang usaha koperasinya di Okinawa yang dikenal dengan *Japan Agriculture Cooperatives Okinawa* (JA Okinawa) pada 1 April 2002. JA Okinawa merupakan bentuk koperasi ekonomi yang terbentuk karena berkumpulnya para pelaku pertanian (petani lokal dan perusahaan mitra), kemudian mendukung petani, usaha pertanian, usaha atau bisnis yang mendukung kesejahteraan ekonomi di wilayah Okinawa. Saat ini, JA Okinawa telah mengembangkan lembaga koperasinya menjadi 11 cabang yang tersebar di beberapa distrik atau kota yang berada Prefektur Okinawa, di antaranya Shimajiri (Iheya), Yomitan, Chatan, Nishihara, Toyosaki, Itoman, Yaeyama, Chubu, Yonabaru, Haeburu, dan Miyako, yang mana setiap cabang koperasi ini memiliki ciri khas komoditi pertanian lalu diolah menjadi produk JA Okinawa kemudian dipasarkan ke seluruh wilayah Jepang (JA Okinawa, 2017).

Salah satu distrik yang menjadi pusat produksi pertanian oleh JA Okinawa adalah Distrik Shimajiri (Iheya), Prefektur Okinawa, Jepang. Pada 1 Februari 2020, desa ini memiliki populasi 1,122 dan kepadatan penduduk 51 orang per km². Total wilayah desa adalah 21.8 km² (Divisi Statistik Departemen Perencanaan Prefektur Okinawa 2020). Di Desa Iheya ini, Lembaga Koperasi JA Okinawa mendirikan pabrik pengolahan tebu menjadi gula. Bahan bakunya adalah tebu hasil budidaya petani lokal dengan standar mutu yang ditentukan oleh JA Okinawa dan diproses melalui serangkaian penanganan pascapanen dan pengolahannya menjadi produk agroindustri khas JA Okinawa yang dipasarkan ke seluruh Jepang bahkan ke mancanegara.

Standarisasi proses, mutu dan manajemen produksi di JA Okinawa mungkin berbeda dengan proses produksi yang dilakukan oleh pabrik gula di negara tropis, seperti Indonesia, atau yang dipublikasikan pada berbagai jurnal ilmiah. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan alur produksi olahan tebu, mulai dari penyediaan dan standarisasi bahan baku, penanganan pascapanen serta pengolahannya di Pabrik Gula JA Okinawa pulau Iheya, Jepang. Berdasarkan uraian tersebut, penulis melakukan pengamatan dan analisa alur produksi mulai dari penyediaan dan standarisasi bahan baku, penanganan pascapanen serta pengolahan tebu di Koperasi JA Okinawa Jepang pada karya ilmiah yang berjudul “Pengolahan Tebu (*Saccharum officinarum* Linn) di Pabrik Gula JA Okinawa (*Japan Agriculture Cooperative Okinawa*) di Pulau Iheya Prefektur Okinawa, Jepang”. Penelitian ini bertujuan untuk Mendeskripsikan alur produksi olahan tebu, mulai dari penyediaan dan standarisasi bahan baku, penanganan pascapanen serta pengolahannya di Pabrik Gula JA Okinawa pulau Iheya, Jepang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Percobaan

Penelitian dilaksanakan sejak 5 Desember sampai 17 Januari 2023 di Pabrik Gula *Japan Agriculture Cooperative Okinawa* (JA Okinawa), di Pulau Iheya, Prefektur Okinawa, Jepang.

Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif-kualitatif. Menurut Sugiyono (2018) metode deskriptif kualitatif adalah metode penelitian yang berdasarkan pada filsafat postpositivisme digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah (sebagai lawannya adalah eksperimen) dimana peneliti adalah sebagai instrument kunci teknik pengumpulan data dilakukan secara trigulasi (gabungan), analisis data bersifat induktif/kualitatif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna daripada generalisasi. Penelitian deskriptif kualitatif bertujuan untuk menggambarkan, melukiskan, menerangkan, menjelaskan dan menjawab secara lebih rinci permasalahan yang diteliti dengan mempelajari semaksimal mungkin seorang individu, suatu kelompok atau suatu kejadian. Dalam penelitian kualitatif manusia merupakan instrumen penelitian dan hasil penulisannya berupa kata-kata atau pernyataan yang sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data hasil pengamatan atau data yang diperoleh dari responden (data primer). Data yang diperoleh dari hasil pengamatan atau pelaksanaan langsung adalah proses-proses sortasi dan pengemasan, sedangkan data lainnya diperoleh dari data primer. Data primer yang dimaksud berupa data yang didapatkan dari wawancara langsung di pabrik gula JA Okinawa kepada ketua pengelolaan pengawas pabrik dan dari karyawan pabrik lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pabrik Gula Iheya merupakan cabang usaha dari JA Okinawa dengan kegiatan usaha mengolah tebu menjadi produk agroindustri. Pabrik ini memiliki luas total sekitar 17.516 m² dengan menghabiskan total dana pembangunan sejumlah Rp 568 Milyar. Kegiatan umum dari pabrik ini adalah memproses tebu potongan (tebu cincang) hasil budidaya petani di Pulau Iheya menjadi gula merah padat dan gula merah bubuk yang digunakan untuk membuat beberapa produk seperti gula pasir, gula keping (gula *kachiwari*), dan permen gula. Pabrik Gula Iheya hanya beroperasi pada musim panen tebu yaitu mulai Desember sampai akhir Maret setiap tahun.

Penanganan pasca panen tebu terbagi dalam tujuan (7) tahapan yaitu pemanenan dan uji kadar gula, penyortiran dan grading, penggilingan, pengapuran, pemasakan, pengkristalisasi, dan pengemasan. Tahapan penyortiran sampai pengkristalisasi menghabiskan total waktu pengerjaan selama 44 jam.

Pemanenan dan Uji Kadar Gula

Proses pemanenan tebu dimulai dari pengambilan batang tebu untuk diproses menjadi gula. Pemanenan dilakukan oleh petani secara mekanis menggunakan mesin tebang/*chopper harvester*. Prinsip kerja dari *chopper harvester* yaitu memotong tebu menjadi potongan-potongan pendek. Tebu yang sudah dipotong pada pangkal batangnya akan dipotong lagi menjadi potongan-potongan lebih pendek yang disebut billet dengan ukuran 20-40 cm (Gentil dan Ripolli, 1977). Billet akan otomatis masuk ke dalam jaring (keranjang) besar saat proses pemanenan. Jaring yang digunakan berdiameter 150 cm dengan tinggi 150 cm, sehingga kapasitas yang bisa ditampung sekitar 800 kilogram. Setelah hasil panen tebu terkumpul 4 jaring diangkat ke truk. Truk yang digunakan adalah truk derek 4 ton untuk dibawa ke pabrik pengolahan.

Faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas nira tebu adalah penundaan giling tebu karena proses respirasi berjalan dan penguraian sukrosa yang dapat mengakibatkan penurunan kandungan gula (Kuspratomo dkk., 2012). Oleh karena itu, pengangkutan tebu ke pabrik harus dilakukan secepat mungkin dalam tenggang waktu 24 jam dengan tujuan untuk menjaga kualitas tebu. Hal tersebut dikarenakan penguraian sukrosa yang terdapat dalam tebu oleh mikroorganisme sehingga kadar gula dalam tebu akan menurun dan tebu akan terasa asam. Proses penurunan kadar gula disebut penurunan rendemen tebu. Rendemen merupakan persentase gula yang dapat dikristalkan. Rendemen juga dapat diartikan sebagai kadar atau kandungan gula di dalam batang tebu yang dinyatakan dalam satuan persen. Rendemen yang tinggi merupakan faktor utama yang paling menentukan dalam perolehan bagi hasil antara petani tebu dan pabrik gula karena bisa memperoleh hasil yang besar (Antika dan Inesti, 2020).

Setelah truk pengangkut tebu memasuki pabrik, truk dan isinya ditimbang. Timbangan yang digunakan biasanya adalah jenis jembatan (jembatan timbang). Jembatan timbang digunakan karena penimbangan dilakukan tidak hanya tebunya saja, tetapi sekaligus alat angkutnya. Tebu yang sudah ditimbang akan dikumpulkan di halaman bahan baku dalam ruang (Okunai genryō yādo). Sebelum truk kosong keluar dari area pabrik akan ditimbang kembali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berat bersih (*netto*) dari tebu tadi.

Tebu yang dikumpulkan dalam ruangan, selanjutnya diambil oleh petugas yang berperan menguji kadar gula. Tujuan dari pengambilan sampel tebu dalam pengujian kadar gula yaitu menjadi salah satu faktor untuk menentukan nilai beli yang diberikan oleh perusahaan kepada petani. Standarisasi merupakan penentuan ukuran yang harus diikuti dalam memproduksi sesuatu, sedang pembuatan banyaknya macam ukuran barang yang akan diproduksi merupakan usaha simplifikasi. Standarisasi adalah proses pembentukan standar teknis, yang bisa menjadi standar spesifikasi, standar cara uji, standar definisi, prosedur standar dan lain-lain (Peni, 2013). Dalam hal ini perusahaan memiliki ketentuan yang harus dipenuhi oleh petani terkait kualitas tebu. Perusahaan akan menerima dan mengolah tebu dengan kadar gula minimum 13,1 brix. Apabila kurang dari itu maka akan dikembalikan ke petani.

Adapun langkah pengujian sampel tebu adalah sebagai berikut.:

a. Sampling

Sampel tebu yang diuji adalah sebanyak lima (5) kilogram dari keseluruhan tebu yang diangkut oleh petani dari setiap truk dan dalam satuan waktu yang sama untuk dijadikan sampel dalam pengujian. Selanjutnya tebu tersebut disortir untuk pemisahan antara tebu dengan sampah. Sampah yang dimaksud berupa daun tebu yang masih menempel, tebu yang rusak akibat hama dan kriteria-kriteria lainnya. Tebu dengan kualitas bagus akan ditimbang untuk mengetahui persentase batang tebu yang bagus per 5 kilogram.

b. Penggilingan

Setelah melalui proses penimbangan dan sortasi dari sampah, tebu dengan kualitas baik akan diambil sekitar 5-8 buah untuk digiling menggunakan mesin. Proses penggilingan berlangsung kurang lebih 10 detik, bertujuan mengubah bentuk tebu menjadi serbuk agar mudah diproses ke langkah berikutnya.

c. Ekstraksi Tebu

Pada ekstraksi tebu, serbuk tebu ditimbang dan diambil sebanyak 500 gram untuk dimasukkan dalam wadah tabung besi berdiameter 15 cm untuk dilakukan ekstraksi atau pemerasan air tebu. Pemerasan

dilakukan sekitar 10 detik, bertujuan untuk memisahkan air tebu dengan ampas serbuk tebu. Ampas serbuk kemudian ditimbang untuk mengetahui berapa volume bersih air perasan tebu per 500 gram tebu tersebut.

d. Uji sampel

Air tebu yang dihasilkan akan dibawa ke tempat pengujian kadar gula. Pengujian dilakukan menggunakan Refraktometer sebanyak tiga kali untuk meminimalisir nilai *error* (ketidakpastian) dalam pengujian. Pengulangan tersebut dijumlahkan kemudian dibagi tiga untuk mendapatkan data nilai rata-rata kadar gula yang nantinya akan dijadikan patokan untuk menghitung harga beli yang pas untuk diberikan ke petani.

Harga beli tebu petani tergantung dari kadar gulanya. Semakin tinggi kadar gula, maka harga yang diterima petani semakin tinggi. Hasil pengamatan kadar gula dan harga tebu petani pada saat pelaksanaan penelitian ditampilkan pada berikut.

Tabel 1. Kadar Gula dan Harga Jual Tebu untuk 3 Orang Petani di Pabrik Gula JA Okinawa, Pulau Iheya pada Bulan Januari 2023.

No	Nama Petani	Kadar Gula	Harga Yen/Ton	Harga Rp/Ton
1	Izumi Bundoku 18	18,9	26,974	2.967.140
2	Irei Masaru Riyou 2	19,3	27,522	3.027.420
3	Kazoo Arakaki 1	19,2	27,385	3.012.350

Keterangan: kurs Yen-Rupiah (110)

Berdasarkan tabel di atas, semua petani telah memenuhi ketentuan umum perusahaan mengenai kadar gula. Perusahaan menentukan kadar gula minimum pada tebu yang diterima oleh pabrik adalah 13,1 brix. Petani pertama, Izumi Bundoku kadar gula tebunya 18,9 dengan harga 26,974 Yen/ton (Rp 2.967.140/ton). Irei Masaru Riyou kadar gula tebunya 19,3 dengan harga 27,522 Yen/ton (Rp 3.027.420/ton) dan Kazo Arakaki kadar gula tebunya 19,2 dengan harga 27,385 Yen/ton (Rp 3.012.350/ton).

Kadar gula tebu dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu:

1. Varietas

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa varietas tebu berpengaruh terhadap kadar gula. Di Indonesia varietas tebu PS 851 dan PS 862 merupakan tebu varietas unggul yang banyak dibudidayakan petani. Khan dkk. (2012) dan Tolera dkk. (2014) menyatakan bahwa perbedaan kadar gula tebu yang diperoleh dipengaruhi oleh perbedaan genetik tanaman yang digunakan. Dua varietas dengan kadar gula terbaik yaitu varietas PS 851 dengan kadar gula 20,53 % dan PS 862 dengan kadar gula 20,13 %, dengan rendemen varietas PS 851 sebesar 9,27 % dan varietas PS 862 (9,06 %).. Angka brix merupakan angka yang menunjukkan persen jumlah padatan terlarut yang terkandung dalam batang. Angka brix terbesar ada pada batang bagian bawah kemudian disusul tengah dan atas (Santoso dkk., 2015). Tetapi tidak ada informasi dari pabrik tentang varietas yang dibudidayakan di pulau Iheya.

2. Faktor Lingkungan.

Faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tebu diantaranya adalah faktor abiotik yaitu air, CO², cahaya dan nutrisi, khususnya air yang menjadi faktor penting untuk pertumbuhan. Produksi gula yang tinggi memerlukan pasokan air yang tepat sesuai umur tanaman tebu. Air memiliki peranan penting sebagai pelarut berbagai senyawa molekul organik, transportasi fotosintat, menjaga turgiditas sel dalam pembesaran dan pertumbuhan sel (Soleh dkk., 2019).

Penyortiran dan Grading

Untuk mendapatkan gula berkualitas baik memerlukan tebu dengan kualitas yang baik pula. Langkah pertama dilakukan pengujian kadar gula namun, informasi tentang kadar gula saja tidak cukup untuk mengolah semua tebu yang diperoleh dari petani menjadi gula, karena bahan baku tersebut masih mengandung sampah berupa daun tebu kering, ujung tebu, akar tebu, tanah, binatang dan tumbuhan lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan sortasi dan grading. Menurut Afrianto (2008), sortasi adalah serangkaian

kegiatan memisahkan bahan dengan berbagai cara untuk mendapatkan bahan sesuai dengan kriteria tertentu. Sortasi pada bahan hasil pertanian merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan dengan tujuan memisahkan hasil pertanian yang baik dan yang jelek atau memisahkan benda lain yang tidak diharapkan. Grading yaitu proses pemisahan bahan pangan berdasarkan mutu, misalnya ukuran, bobot, kualitas (Afrianto, 2008). Grading dilakukan untuk mengelompokkan produk menjadi beberapa kelas mutu/grade sesuai kriteria kelas mutu/grade masing-masing komoditas. Di JA Okinawa, batang tebu dikelompokkan menjadi 3 grade :

- 1) Tebu bersih, diolah menjadi gula.
- 2) Tebu jelek, diolah menjadi pupuk.
- 3) Ujung tebu dijadikan bibit yang dipilih dari grade 1 dan grade 2

Proses sortasi dan grading di Pabrik Gula JA Okinawa untuk mengoptimalkan kualitas gula yang dihasilkan dilakukan dengan serangkaian penyortiran yang kompleks melalui empat (4) langkah sortasi dan grading, yaitu:

a) Langkah 1

Langkah pertama yaitu dilakukan penyortiran terhadap sampah fisik tebu, berupa daun-daun yang masih menempel pada tebu. Pada langkah pertama ini, tebu akan dimasukkan menggunakan alat pengangkut buldozer ke dalam mesin penyortiran yang menggunakan prinsip kerja menyerupai kipas angin. Mesin tersebut memiliki baling-baling besi, berfungsi untuk memisahkan daun dengan batang potongan-potongan tebu dengan cara berputar hingga sebagian besar potongan tebu bersih dari sampah daun, sedangkan tebu yang lolos seleksi langkah satu (1) ini akan masuk ke lubang yang terhubung ke langkah penyortiran selanjutnya.

b) Langkah 2

Setelah penyortiran daun menggunakan baling-baling besi, selanjutnya tebu akan melewati rel panjang yang berjalan. Pada langkah dua ini terdapat 4-5 orang untuk penyortiran, bertugas untuk memilih tebu yang masih berukuran panjang dan tebu yang masih terdapat akar dengan tanah yang menempel. Tebu berukuran panjang akan dipotong dengan cara manual, lalu dibawa ke tempat pengumpulan tebu yang bagus. Sedangkan tebu yang masih terdapat akar dan tanahnya akan diproses untuk dijadikan pupuk.

c) Langkah 3

Langkah ini dilakukan penyortiran menggunakan media air. Tebu yang lolos dari langkah 2 disalurkan ke atas melalui elevator yang berputar menuju mesin besar. Prinsip kerja mesin yaitu dengan air dan tebu akan jatuh bersamaan pada suatu lorong sehingga tebu akan ikut dibawa air. Kemudian, pada lorong itu terdapat lubang yang mana fungsinya tebu dengan kualitas baik akan langsung masuk ke dalam lubang dan tebu yang berkulaitas kurang baik (ringan) akan hanyut dibawa air. Sehingga pada mesin ini ada dua jalur kiri-kanan, bagian kanan lebih banyak tebu dengan kualitas baik dan jalur kiri lebih banyak tebu berkualitas jelek.

d) Langkah 4

Langkah terakhir adalah penyortiran menggunakan tenaga manusia. Terdapat 4-6 orang yang melakukannya, yang mana dibagi menjadi dua bagian yaitu jalur kiri dan jalur kanan. Petugas yang berada di bagian jalur kanan bertugas memilih tebu yang kualitas jelek untuk dibuang ke rel berjalan yang nantinya diteruskan ke bagian pembuangan. Tebu dengan kualitas jelek dan sampah organik yang ditemukan saat proses sortasi dimanfaatkan menjadi pupuk organik. Setelah terkumpul selanjutnya akan dibawa menggunakan truk menuju tempat pembuatan pupuk. Adapun kriteria tebu yang jelek dan sampah organik antara lain:

- a. Batang tebu berlubang akibat hama.
- b. Daging tebu berwarna merah atau berwarna cokelat.
- c. Batang tebu yang masih ada akarnya (pangkal tebu).
- d. Tebu yang masih muda, tebu kering (layu) dan tebu yang kotor dipenuhi tanah.
- e. Daun tebu, batang pohon, tanah dan batu.

Sementara itu, jalur kiri bertugas memilih tebu berkualitas bagus yang nantinya tebu tersebut akan tersalurkan ke bagian penampungan tebu untuk melalui penanganan tahap berikutnya yaitu penggilingan dan ekstraksi air tebu. Adapun kriteria tebu bagus yang dianggap lolos sortasi untuk diolah ke tahap penggilingan, antara lain :

- a. Batang tebu yang bersih dari daun yang menempel.
- b. Daging tebu berwarna putih dan matang.
- c. Bentuk tebu yang terlihat segar.

Selanjutnya, pada langkah 4 ini juga dipilih tebu yang akan dijadikan sebagai bibit. Kriteria tebu yang dijadikan bibit yakni bagian ujung batang tebu yang masih memiliki daun dan terdapat 1-3 ruas tebu, berdiameter minimal 2,5 cm dan panjang minimal 15cm. Daun yang masih menempel pada ujung tebu dapat melindungi mata dari kerusakan.

Penggilingan

Tahap penggilingan ini disebut dengan *San-Jū assaku setsubi*. Stasiun gilingan merupakan tahap awal dalam proses produksi gula. Nira tebu yang mengandung sukrosa diperoleh dengan memeras tebu dalam unit gilingan melalui proses pencacahan tebu terlebih dahulu (Mardhia, 2008). Stasiun penggiling berguna untuk memisahkan air nira dari ampas tebu yang dilakukan dengan jalan pemerahan. Apabila terjadi gangguan pada stasiun ini maka proses selanjutnya yaitu pemurnian, penguapan dan seterusnya tidak akan berjalan secara efisien (Rahmad, 2012). Tahap penggilingan dimulai dengan tebu yang telah lolos penyortiran di angkut dari lokasi penyortiran ke bak penampungan, bagian dari mesin untuk digiling. Sistem kerja mesin penggiling dimulai dari tebu secara sedikit demi sedikit disalurkan melalui elevator (rel berjalan) dari bak penampungan menuju bagian penyerutan atau penggilingan. Bagian penyerutan (penggilingan) ini akan merubah bentuk tebu yang awalnya batangan menjadi serbuk, sehingga mudah untuk dilakukan pemerasan air tebu. Setelah digiling, serbuk tebu secara otomatis tersalurkan ke bagian mesin yang berfungsi untuk memeras serbuk tebu tersebut menjadikan ampas serbuk tebu terpisahkan dengan nira tebu (air tebu). Ekstrak Air tebu tersalurkan untuk diproses ke tahap selanjutnya, sedangkan ampas serbuk tebu akan otomatis jatuh ke penampungan pembuangan yang nantinya akan dibuat menjadi bahan bakar untuk memasak air tebu (nira tebu).

Pengapuran (Pemurnian)

Tahap pemurnian dilakukan untuk mengurai kotoran dari air tebu (nira tebu). Pada Pabrik Gula Iheya (JA Okinawa) ini melakukan pemurnian melalui proses sulfitasi menggunakan zat *Calcium hidroksida* dan gas belerang (SO₂). Sebelum pemurnian, air tebu secara bertahap dihangatkan dalam tiga tangki berbentuk tabung dengan tekanan yang sama yaitu 0,04 *Pascal*, dan suhu berbeda secara berturut-turut yaitu 55°C, 70°C, dan 110°C selama kurang lebih 30 menit. Hal ini bertujuan untuk mengurangi bakteri atau kotoran lain yang tidak terlihat pada air tebu. Setelah melalui proses sterilisasi, nira tebu tersalurkan melalui pipa penghubung ke dalam tangki yang memiliki alat pengaduk yang berputar secara otomatis.

Dalam tangki tersebut nira tebu akan diaduk dan berputar secara bersamaan dengan tetesan zat kapur (*Calcium hidroksida*). Fungsi zat kapur yaitu sebagai *buffer* atau media yang akan memisahkan kotoran dengan nira tebu. Penambahan konsentrasi zat kapur bertujuan untuk mengikat zat bukan gula dan zat lilin dapat menggumpal untuk selanjutnya dapat dengan mudah dipisahkan dari zat gula yang masih dalam keadaan cair. Kemudian, nira tebu yang telah diberi zat kapur teralirkan ke tangki yang lebih besar untuk mengendapkan kotoran dari nira tebu. Zat yang digunakan untuk membantu proses pengendapan kotoran yaitu gas SO₂ dengan kestabilan pH 7,0 pada suhu pemanasan 105°C. Tahapan ini bertujuan untuk mengoptimalkan terjadinya proses pengendapan, sehingga dihasilkan nira tebu yang murni dan bebas dari kotoran untuk diproses ke tahap selanjutnya (Cyberextension, 2019).

Pemasakan (Penguapan/Evaporasi)

Setelah melewati tahap pemurnian, nira tebu akan dialirkan melalui pipa penghubung ke tahap pemasakan. Dalam tahap pemasakan sendiri terdapat dua proses yang dilalui, yaitu proses penguapan dan proses pemasakan. Tahap pemasakan menggunakan lima bejana (tangki berbentuk tabung) sebagai evaporator dengan memanfaatkan fungsi kerja *multiple effect* yang disusun secara *interchangeable* sehingga dapat diisikan bergantian. Umumnya, nira tebu hasil pemurnian mengandung air sebanyak 90% dibanding kadar gulanya, sehingga perlu dilakukan penguapan. Proses penguapan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam nira tebu, sehingga secara berkala nira akan mengental dengan persentase kadar gula lebih tinggi dibanding sebelumnya (Setiani, 2022).

Dalam bejana 1 nira tebu akan diuapkan menggunakan bahan pemanas uap bekas secara tidak langsung. Uap bekas ini terdapat dalam sisi ruang uap dan nira yang diuapkan terdapat dalam pipa-pipa nira dari tombol uap. Pada bejana 1 ini, nira tebu akan dipanaskan dalam suhu *shell* 105°C dengan tekanan dibawah 0 Mpa. Dalam bejana 2, nira dari bejana 1 diuapkan menggunakan uap dari bejana penguapan 1, begitu seterusnya hingga bejana terakhir digunakan. Pada bejana 2 dan bejana 3 diberlakukan proses yang sama dengan bejana 1, yakni bertujuan untuk menghilangkan kadar air dalam nira. Suhu *shell* yang digunakan pada bejana 2 dan 3 berkisar antara 85°C-90°C dengan tekanan dibawah 0 Mpa. Sementara itu, pada bejana 4 diberlakukan proses istirahat, yang dimaksudkan untuk menormalisasikan suhu nira setelah melalui tiga kali penguapan. Pada bejana 4, suhu *shell* istirahat pada 70 °C dengan tekanan -0,1 Mpa. Setelah melalui proses istirahat pada bejana 4, nira yang sudah cukup mengental kembali mengalami proses pemasakan dalam bejana 5 dengan suhu *shell* yang cukup rendah yaitu 60°C. Dalam bejana 5 ini, konsentrasi (kadar) gula nira mencapai brix 60% dengan kekentalan maksimal untuk dikristalisasi. Waktu yang dibutuhkan selama proses ini adalah 8-12 jam/hari tergantung pada jumlah (dalam ton) nira tebu yang diproduksi per hari tersebut.

Pengkristalisasi

Proses kristalisasi berlangsung sampai kadar gula atau sukrosa dalam larutan nira menjadi rendah. Proses kristalisasi dimulai dengan membuat semua bejana masakan menjadi vakum (hampa) dengan begitu proses kristalisasi dapat dilakukan dengan suhu yang tidak terlalu tinggi yaitu sekitar 60°C, sehingga tidak akan merusak gula yang dihasilkan. Larutan sukrosa yang terbentuk dicairkan dalam kondensor dan menjadi air jatuhan. Proses kristalisasi akan menghasilkan kristal gula (Yani dkk., 2012). Proses kristalisasi dilakukan dengan cara mengambil gula sebanyak-banyaknya dari larutan induknya dalam bentuk kristal sukrosa. Pengkristalisasi ini bertujuan untuk mengubah bentuk sukrosa dalam larutan membentuk kristal gula agar diperoleh kristal gula sebanyak-banyaknya. Selain itu, melalui proses kristalisasi didapatkan kristal gula yang mudah dipisahkan pada unit putaran (*mixer*). Unit putaran terdiri dari empat(4) pemutar atau *mixer*, setiap pemutar memiliki fungsi yang berbeda. Untuk pembuatan gula padat menggunakan dua (2) pemutar dan untuk pembuatan gula pasir menggunakan keempat pemutar.

Pengemasan

Tahapan akhir dari pengolahan tebu di Pabrik Gula Iheya yakni pengemasan. Kemasan penting untuk sebuah produk, kemasan merupakan tampilan luar yang pertama kali akan dilihat oleh konsumen saat memutuskan untuk membeli suatu produk sehingga dalam memasarkan produk, selain promosi diperlukan juga pengemasan yang baik juga unik (memiliki ciri khas) untuk menarik perhatian pembeli. Menurut Kotler & Keller (2016), kemasan adalah bisnis yang didirikan oleh seseorang untuk menjaga ekuitas merek dalam rangka mempromosikan penjualan. Dhurup dkk (2014), berpendapat bahwa kemasan adalah suatu wadah atau pembungkus (*wrapper*) untuk suatu produk. Kemasan dapat membangun loyalitas merek serta mendorong penjualan apabila dirancang dengan baik, karena bagian pertama produk yang dilihat oleh konsumen adalah kemasan. Secara umum, pengemasan produk dibagi menjadi dua yakni pengemasan gula merah pasir dan gula merah padat. Gula merah pasir dimasukkan kedalam karung, sementara gula merah padat dikemas dalam kardus.

a. Gula merah pasir

Pabrik gula Iheya melakukan pengemasan pada gula merah pasir menggunakan dua jenis kemasan yaitu karung dan plastik gula kiloan. Gula yang diisikan dalam karung memiliki berat bersih 20 kg. Sementara itu, berat bersih gula pasir yang dikemas dalam plastik ialah 1 kilogram. Setelah melalui uji kandungan besi dan pemberian tanggal produksi, gula akan dikemas kembali dalam kardus yang berisikan 20 kg. Gula yang dikemas dalam karung akan dikirimkan ke seluruh Jepang, khususnya perusahaan di Tokyo sebagai bahan dasar pembuatan cokelat. Sedangkan gula pasir kiloan akan dipasarkan ke *marketplace* yang berada di Okinawa termasuk juga ke pusat pemasaran yang dimiliki oleh JA Okinawa.

b. Gula merah padat

Pada Pabrik Gula Iheya, proses pengemasan gula padat agak berbeda dengan gula pasir. Berdasarkan berat isi dari kemasan, gula merah padat dikemas dalam beberapa plastik dengan berat isi berbeda, juga kardus kotak untuk skala yang lebih besar. Berat bersih gula dalam kardus ini adalah 30 kg. Sedangkan Untuk gula yang dikemas dalam plastik ini memiliki berat yang beragam, seperti kemasan gula kachiwari memiliki berat bersih 250 gram, sedangkan berat bersih dari permen gula adalah 100 gram. Proses terakhir dalam pengemasan gula ini adalah kemasan gula tersebut akan dimasukkan ke dalam kardus sesuai dengan isi muatan yang tertera di kardus.

KESIMPULAN

Penanganan pascapanen dan proses pengolahan tebu pabrik gula JA Okinawa di Pulau Iheya terdiri atas tujuh (7) tahapan, yaitu : 1) uji kadar gula, 2) penyortiran dan grading, 3) penggilingan, 4) pengapuran, 5) pemasakan, 6) pengkristalisasi, 7) pengemasan. Untuk mendapatkan gula berkualitas baik memerlukan tebu dengan kualitas yang baik pula, langkah pertama dilakukan pengujian kadar gula. Tebu yang sudah dipanen dilakukan sampling untuk mengetahui kadar gula. Perusahaan menetapkan standar kadar gula tebu yang diterima oleh pabrik adalah 13,1 brix. Selanjutnya, dilakukan penyortiran dan grading. Pada penyortiran, petugas memisahkan tebu dari sampah yang ikut terbawa ke pabrik. Pada grading, tebu dibagi menjadi tiga (3) yaitu tebu bagus untuk diolah menjadi gula, tebu jelek yang akan diolah menjadi pupuk dan ujung tebu yang akan dijadikan bibit. Pada tahap penggilingan, batang tebu digiling menjadi serbuk tebu, kemudian diperas menjadi nira tebu. Nira tebu kemudian dicampur dengan zat kapur untuk pemurnian. Nira murni kemudian dimasak untuk mengurangi kadar airnya sehingga persentase kadar gula lebih tinggi dari sebelumnya. Selanjutnya, nira kental dikristalkan, lalu kristal gula dikemas sebagai gula merah pasir dan gula merah padat. Proses penyortiran sampai pengkristalisasi membutuhkan waktu pengerjaan selama 44 jam..

Ucapan Terimakasih

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan cukup baik. Ucapan terimakasih khususnya penulis ucapkan kepada Ibu Ir. Aluh Nikmatullah M. Agr. Sc. Ph.D. yang merupakan dosen pembimbing utama dan Bapak Ir. Jayaputra M. Si. yang merupakan dosen pembimbing pendamping yang telah banyak membimbing dan mendukung penulisan skripsi. Tidak lupa penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Orang Tua dan keluarga yang telah banyak memberikan bantuan moril dan materil dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih penulis sampaikan pula kepada teman-teman atas segala perhatian dan bantuannya. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang terbaik untuk semua pihak yang telah membantu penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto. 2008. Pengawasan Mutu Bahan/Produk Pangan Jilid 1 untuk SMK. *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional*. Jakarta.
- Antika dan Ingesti. 2020. Analisis Lama Waktu Pangkal Batang Tebu (*Saccharum officinarum L.*) Tertinggal di Lahan Terhadap Nilai Rendemen. Politeknik LPP Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika* 5 (1) : 19–23.

- Cedar Lake Ventures Inc. 2022. Suhu Rata-rata di Okinawa. <https://id.weatherspark.com/y/142278/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Okinawa-Jepang-Sepanjang-Tahun>. [24 Desember 2022].
- Cyberextension. 2019. Proses Pengolahan Tebu Menjadi Gula Kristal Putih. <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/89633/Proses-Pengolahan-Tebu-Menjadi-Gula-Kristal-Putih/>. [2 Januari 2023].
- Dhurup M., Mafini C., and Dumasi T. 2014. "The Impact of Packaging, Price and Brand Awareness on Brand Loyalty: Evidence from the Paint Retailing Industry." *Acta Commercii*. 14 (1):194.
- Divisi Survei Statistik, Departemen Pertanian, Kehutanan dan Perikanan, Sekretariat Jenderal Okinawa, 2017. *Survei Statistik Tanaman/Laporan Akhir/Survei Pengelolaan Pertanian dan Kehutanan 2017*. Jepang.
- E-Stat. 2019. Luas Daerah Okinawa dan Populasi Penduduk Okinawa.E-Stat. <https://www.e-stat.go.jp/regional-statistics/ssdsview/prefectures>. [20 Desember 2022].
- JA Okinawa. 2017. Informasi Bisnis Japan Agriculture Cooverative Okinawa. <https://www.ja-okinawa.or.jp/about/service/>. [20 Januari 2023].
- Khan I.A., Bibi S., Yasmin S., Khatri A., Seema N., and Abro S.A. 2012. *Correlation Studies of Agronomic Traits for Higher Sugar Yield in Sugarcane*. *Pakistan Journal of Botany*. 44 (3):969-971.
- Kotler P., dan Keller K. L. 2016. Manajemen Pemasaran. Edisi 12 Jilid 1 & 2. *PT. Indeks*. Jakarta.
- Kuspratomo A.D., Burhan, dan Fakhry M. 2012. Pengaruh Varietas Tebu, Potongan dan Penundaan Giling Terhadap Nira Tebu. *Agrointek*. 6 (2):123-132.
- Mardhia Y. 2008. Pengaruh Jumlah Penambahan Air Imbibisi Pada Stasiun Gilingan terhadap Kehilangan Gula dalam Ampas di Pabrik Gula Kwala Madu PTPN II. [*Skripsi, Unpublished*]. Universitas Sumatera Utara. Medan. Indonesia
- Peni A. 2013. Pengertian Standarisasi. <http://kampoengkeriting.Blogspot.com>. [1 Mei 2023].
- Rahmad D. 2012. Karakteristik Morfologi Pertumbuhan Beberapa Varietas Tebu. *Jurnal Ilmiah Budidaya Dan Pengelolaan Tanaman Perkebunan Agroplantae*. 1 (2): 126-131.
- Rochimah R.N., Soemarno S., dan Muhaimin A.E. 2014. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Dan Rendemen Tebu di Kabupaten Malang. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. 6 (2): 80-171.
- Setiani A. 2022. Proses Pengolahan Tebu Menjadi Gula Kristal Putih Pada Pt. Perkebunan Nusantara Xiv Unit Pabrik Gula Camming Bone. [*Skripsi, Unpublished*]. Politeknik Ati Makassar, Makassar. Indonesia.
- Soleh M., Ariyanti M., Dewi I.R., dan Kadapi M. 2019. Chlorophyll fluorescence and stomatal conductance of ten sugarcane varieties under waterlogging and fluctuation light intensity. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 30 (11): 935-940.
- Tolera B., Diro M., and Belew D. 2014. Effects o 6-Benzyl Aminopurine and Kinetin on In Vitro Shoot Multiplication of Sugarcane (*Saccharum officinarum L.*) Varieties. *Advances in Crop Sciences and Technology*. 2 (3): 1-5.
- Yani M., Ikawati P., Mas N.M. 2012. Penilaian Daur Hidup (Life Cycle Assessment) Gula Pada Pabrik Gula Tebu. *E-Jurnal Agro industri Indonesia*. 1 (1): 60-67.