

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan industri gula di Indonesia memegang peranan penting bagi masyarakat Indonesia dan sektor industri lainnya karena gula merupakan salah satu komponen penting yang diperlukan oleh masyarakat Indonesia dan juga diperlukan sebagai bahan baku bagi industri lain seperti industri tepung, makanan, serta industri pengolahan dan pengawetan makanan. Kementerian Pertanian menyatakan bahwa proyeksi produksi gula selama 4 tahun diperkirakan akan mengalami kenaikan sekitar 3%. Pada tahun 2015 produksi gula kristal putih mencapai 2,95 juta ton sedangkan proyeksi produksi gula selama 4 tahun berturut-turut pada tahun 2016 hingga tahun 2019 sebesar 2,98 juta ton; 3,03 juta ton; 3,09 juta ton; dan 3,14 juta ton (RKT Kementerian Pertanian, 2013). Sementara itu dari proyeksi kebutuhan gula nasional pada tahun 2015 mencapai 5,77 juta ton. Tahun 2016 kebutuhan gula nasional mencapai 5,97 juta ton dan mengalami kenaikan pada tahun 2017 sebesar 6,17 juta ton. Pada tahun 2018 kebutuhan gula nasional mencapai 6,39 juta ton sedangkan pada tahun 2019 mencapai 6,61 juta ton (Sinar Tani, 2015).

Indonesia telah menjadi negara pengimpor gula terbesar di dunia setelah Rusia. Impor yang tinggi serta harga internasional yang murah telah mempersulit posisi sebagian besar pabrik gula (PG) atau *firms* untuk bertahan dalam Industri Gula Nasional (IGN) (Deptan, 2005). Perkembangan impor gula kristal putih tahun 2005 – 2011 mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Secara rinci dapat disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Perkembangan impor gula kristal putih tahun 2005 - 2011

No	Tahun	Impor (Ton)
1	2005	1.980.487
2	2006	1.405.942
3	2007	2.972.788
4	2008	983.944
5	2009	1.373.546
6	2010	1.382.525
7	2011	554.000

Sumber : Dewan Gula Indonesia (2007)

Kebutuhan gula kristal putih didukung oleh produktivitas tebu yang semakin meningkat. Pertumbuhan produktivitas tebu di Indonesia yaitu sebesar 3,65%. Perkembangan produktivitas komoditas tebu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula kristal putih pada tahun 2013 sebesar 7.130 kw/ha sedangkan pada tahun 2014 sebesar 7.440 kw/ha. Tidak hanya produktivitas tebu yang semakin meningkat yang dapat mendukung kebutuhan gula nasional melainkan adanya peningkatan jumlah penduduk Indonesia dan pertumbuhan ekonomi. Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2015 diperkirakan mencapai 255,4 juta jiwa, dimana angka tersebut mengalami kenaikan dari tahun lalu yaitu sebesar 253,8 juta jiwa. Oleh karena itu menyebabkan konsumsi gula nasional naik dari 11,24 kg per kapita menjadi 11,32 kg per kapita (RKT Kementerian Pertanian, 2013).

Permintaan gula yang semakin meningkat menyebabkan pabrik gula harus memproduksi gula sesuai dengan permintaan konsumen dengan tetap memperhatikan kualitas produk yang dihasilkan. Tingginya tingkat persaingan di dunia industri menuntut setiap pabrik gula untuk selalu menjaga dan meningkatkan kualitas produknya. Kualitas produk merupakan salah satu faktor internal yang menjadi penentu daya saing produk gula kristal putih. Pada proses produksi gula kristal putih faktor yang mempengaruhi kualitas produk adalah kualitas bahan baku, kondisi mesin produksi, proses produksi dan pengawasan kualitas. Bahan baku yang digunakan untuk produksi gula kristal putih tidak hanya berasal dari kebun yang dikelola PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) melainkan dari kebun petani yang bermitra dengan pabrik gula atau disebut dengan tebu TR yang mana pihak perusahaan tidak bisa mengendalikan kualitas bahan baku dari tebu TR sehingga kualitas bahan baku yang masuk ke dalam pabrik gula memiliki kualitas yang berbeda-beda.

Permasalahan lain yang terjadi adalah mengenai kondisi mesin pabrik yang memiliki umur yang sudah tua dan kurangnya perawatan yang mengakibatkan seringkali terjadi kerusakan pada mesin produksi sehingga mengakibatkan terjadinya jam berhenti giling cukup tinggi. Adanya jam berhenti giling yang tidak sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat dapat mengakibatkan rendahnya produksi gula dan menurunnya kualitas produk yang dihasilkan. Jam

berhenti giling yang cukup tinggi menyebabkan pabrik gula tidak dapat beroperasi secara maksimal dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar kualitas Gula Kristal Putih (GKP).

Salah satu pabrik gula yang mengalami permasalahan tersebut adalah Pabrik Gula Redjosarie. Pabrik Gula Redjosarie merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang agroindustri, yakni memproses tebu menjadi gula kristal putih dan tetes. Pabrik tersebut dalam menjalankan kegiatan industrinya dalam mengolah tebu menjadi guladan tetes mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI GKP No. 3140.3.2010). Namun pada kenyataannya masih terdapat produk yang kualitasnya tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Gula yang memiliki kualitas paling baik adalah kriteria GKP I kemudian GKP II. Pabrik Gula Redjosarie mengantongi surat ijin SNI menggunakan kriteria GKP I dan GKP II. Apabila gula yang diproduksi tidak masuk dalam kriteria GKP I dan GKP II maka gula tersebut tidak layak untuk dipasarkan sehingga harus menjalani proses produksi ulang.

Persaingan antar industri pabrik gula lainnya semakin ketat, sehingga Pabrik Gula Redjosarie harus mempunyai kualitas produk yang memenuhi standar kualitas gula kristal putih sehingga dapat memenuhi kualitas yang diharapkan oleh konsumen yaitu dengan cara melakukan pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas dilakukan mulai dari penanganan bahan baku sampai ke penanganan produk akhir. Kegiatan pengendalian kualitas mencakup rangkaian kegiatan yang terdiri dari pengujian pada saat sebelum dan sesudah proses produksi yang dimaksudkan untuk memastikan kesesuaian produk terhadap persyaratan kualitas yang telah ditetapkan. Pengendalian kualitas pangan juga dapat memberikan makna upaya pengembangan kualitas produk pangan yang dihasilkan oleh perusahaan untuk memenuhi kesesuaian kualitas yang dibutuhkan oleh konsumen. Maka dari itu pengendalian kualitas sangatlah penting dalam suatu industri hasil pertanian, agar mampu bersaing di era modern sekarang ini (Assauri, 2004).

Penelitian ini akan menganalisis tentang pengendalian kualitas dan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie. Pengendalian kualitas gula kristal putih dianalisis dengan menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) yang terdiri dari lembar pengecekan (*check*

sheet), histogram, diagram pareto, peta kendali (*control chart*), dan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Indikator penelitian yang digunakan berupa jumlah kerusakan produk gula kristal putih dalam musim giling tahun 2011 - 2015. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih dianalisis dengan menggunakan analisis regresi linear berganda, dimana variabel bebasnya adalah kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman sedangkan variabel bebas yang digunakan adalah warna gula (IU).

Berdasarkan uraian diatas, penting untuk diketahui bagaimana pengendalian kualitas gula kristal putih yang dilakukan oleh Pabrik Gula Redjosarie agar dapat memperoleh gula kristal putih yang berkualitas sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih. Oleh sebab itu penelitian ini menarik untuk dilakukan dengan menggunakan judul “Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas dan Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Redjosarie Kabupaten Magetan”.

1.2 Perumusan Masalah

Gula merupakan kebutuhan pokok atau mendasar bagi sektor rumah tangga maupun sektor industri yang bergerak dibidang produk olahan makanan dan minuman. Kebutuhan gula yang semakin meningkat disebabkan karena bertambahnya jumlah penduduk, perkembangan industri makanan dan minuman, hotel, restaurant dan lain sebagainya. Pemenuhan permintaan gula yang semakin meningkat di dalam negeri menyebabkan pabrik gula harus meningkatkan kuantitas gula yang diproduksi. Tingginya tingkat persaingan di dunia industri gula untuk memenuhi permintaan gula nasional menuntut setiap pabrik gula untuk selalu menjaga dan meningkatkan kuantitas maupun kualitas produknya. Menurut Gasperz (1997) kualitas produk merupakan faktor penunjang keberhasilan perusahaan dan pengendalian kualitas dapat membantu perusahaan meningkatkan keuntungan dengan cara meningkatkan penjualan dan mengurangi biaya produksi karena proses produksi telah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Faktor yang paling penting dalam suatu perusahaan untuk memaksimalkan keuntungan adalah dengan menjaga dan meningkatkan kualitas dari produk yang

dihasilkan. Oleh sebab itu pengendalian kualitas dalam suatu perusahaan harus dilaksanakan semaksimal mungkin. Pada umumnya konsumen dalam melakukan keputusan pembelian selalu memperhatikan kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Konsumen biasanya memperhatikan kualitas gula yang memiliki warna putih jernih dan memiliki rasa yang manis. Faktor yang diperhatikan konsumen tersebut berimbas pada semakin meningkatnya persaingan antar pabrik gula untuk memenuhi kebutuhan konsumen tersebut. Oleh sebab itu, setiap pabrik gula harus menjagadan meningkatkan kualitas produknya sesuai dengan standar gula kristal putih (Risvan, 2012).

Kualitas Gula Kristal Putih (GKP) dipengaruhi oleh kualitas bahan baku, mesin produksi, proses produksi dan pengawasan kualitas. Pada Pabrik Gula Redjosarie, bahan baku yang digunakan untuk proses produksi gula kristal putih diperoleh dari lahan yang berbeda dimana memiliki penanganan yang berbeda pada kegiatan pratanam hingga pasca tanam sehingga kualitas bahan baku yang dihasilkan juga beda. Hal tersebut mempengaruhi hasil akhir dari gula kristal putih yang dihasilkan oleh Pabrik Gula Redjosarie. Tidak hanya bahan baku tetapi mesin produksi yang dimiliki Pabrik Gula Redjosarie memiliki umur ekonomis yang cukup tua dan kurang adanya perawatan mesin sehingga menyebabkan kerusakan pada mesin cukup tinggi yang berimbas pada jumlah jam berhenti giling meningkat. Jam berhenti giling yang meningkat tersebut menyebabkan proses produksi gula kristal putih terhambat yang berimbas pada waktu tinggal nira cukup tinggi menyebabkan nira mengalami kerusakan. Apabila nira mengalami kerusakan maka kualitas gulayang dihasilkan tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Pada hasil produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie masih ditemukan produk rusak yang tidak layak untuk dipasarkan karena tidak sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan pemerintah. Keberadaan produk rusak tersebut sangat merugikan pihak perusahaan karena produk tersebut harus menjalani proses produksi ulang sehingga dapat menambah beban produksi perusahaan baik dari segi biaya maupun dalam segi waktu. Produk rusak yang ada di Pabrik Gula Redjosarie pada musim giling tahun 2011 - 2015 adalah produk rusak jenis gula krikilan, gula halus, gula C/D, skrap basah, dan

skrap kering. Data kerusakan produk gula kristal putih Pabrik Gula Redjosarie lebih rinci dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2. Data jumlah produksi dan kerusakan produk gula kristal putih Pabrik Gula

Redjosarie musim giling tahun 2011 - 2015

No	Tahun	Jumlah Produksi (Ton)	Jenis Produk Rusak				
			Krikilan	Halus	Gula C/D	Skrap Basah	Skrap Kering
1	2011	14.640,50	3,88	14,57	176,85	1,63	1,67
2	2012	17.490,80	4,38	5,04	137,32	1,66	1,66
3	2013	14.799,40	4,40	2,30	155,80	10,5	1,70
4	2014	19.519,50	2,51	1,11	117,42	0,86	0,85
5	2015	18.669,50	1,71	6,42	56,63	1	1,08

Sumber :Pabrik Gula Redjosarie (2016)

Berdasarkan uraian diatas, pertanyaan penelitian yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie?
3. Faktor apa saja yang menjadi penyebab kerusakan gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie?
4. Berapapersentase kerusakangula kristal putihdi Pabrik Gula Redjosarie?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian mengenai Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas dan Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Redjosarie Kabupaten Magetan ini memiliki tujuan antara lain :

1. Mendeskripsikan proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie.
2. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie.
3. Menganalisis faktor penyebab kerusakan gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie.
4. Menganalisis persentase kerusakangula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas dan Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Redjosarie Kabupaten Magetan ini memiliki manfaat antara lain :

1. Bagi penulis, untuk menambah wawasan dan pengetahuan yang berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan pengendalian kualitas gula kristal putih serta sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pertanian.
2. Bagi Pabrik Gula Redjosarie, untuk bahan masukan yang berguna bagi Pabrik Gula Redjosarie terutama dalam menentukan strategi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan di masa yang akan datang sebagai upaya peningkatan kualitas gula kristal putih.
3. Bagi pembaca, sebagai bahan pustaka dalam menambah wawasan dan pengetahuan serta sebagai referensi untuk penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan dasar atau acuan yang berupa teori atau temuan melalui berbagai penelitian sebelumnya yang sangat diperlukan sebagai data pendukung maupun sebagai referensi penelitian yang akan dilakukan. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai telaah penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Penelitian terdahulu

No	Nama peneliti dan judul penelitian	Masalah penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
1	Sa'ir Tumanggor "Analisis Pelaksanaan Pengendalian Mutu pada Perusahaan Pabrik Gula" (2005)	Pengendalian mutu pada perusahaan pabrik gula dimulai dari pengadaan bahan baku sampai pada proses produksinya yang merupakan kegiatan saling terkait sehingga setiap tahap kegiatan haruslah diarahkan sedemikian rupa untuk memperoleh produksi maksimal dengan tingkat kehilangan seminimal mungkin.	Metode analisis data yang digunakan adalah Peta Kendali (<i>Control Chart</i>) dengan variabel yang diukur adalah : 1. Kadar air (%) 2. Polarisasi (%) 3. Berat jenis butir (%) 4. Nilai remisi direduksi	Perusahaan pabrik gula pada umumnya telah melaksanakan kebijakan kualitas dengan menjalankan pengendalian kualitas dalam bentuk gugus kendali mutu secara kontinyu dan terkoordinir dibawah pengawasan bagian pabrikasi. Berdasarkan hasil pengujian peta kendali yang dilakukan pada tahun 2000 secara keseluruhan semua data berada dalam batas pengendalian statistik belum begitu baik, namun hanyapada analisis polarisasi yang terdapat data di luar batas pengendalian berarti secara keseluruhan proses berjalan terkendali dan konsisten.
2	Evanila	Penilaian	Metode	Atribut utama yang

Tabel 3. Penelitian terdahulu (lanjutan)

No	Nama peneliti dan judul penelitian	Masalah penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
	Silvia, Marimin, Machfud dan M. Zein "Implementasi Metode Quality Function Deployment (QFD) Guna Meningkatkan Kualitas Gula Kristal Putih" (2010)	kualitas GKP hanya dilakukan pada tahapan pabrikan yang dimulai dari tebu masuk stasiun penggilingan hingga stasiun penyelesaian.	analisis data yang digunakan adalah <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) dengan bantuan matriks HOQ (<i>House of Quality</i>).	mempengaruhi kualitas GKP adalah polarisasi dengan bobot = 0.253; warna = 0.231; susut pengeringan = 0.115; BJB = 0.102; kandungan kotoran dan kandungan SO ₂ = 0.081. Karakteristik proses yang mempengaruhi atribut kualitas adalah stasiun gilingan (0.103); pemurnian (0.225); penguapan (0.248); masakan (0.248) atau kristalisasi (0.219) dan putaran (0.114).
3	Suciana Rahmawati "Analisis Pengendalian Kualitas Gula di Pabrik Gula Tasikmadu Kabupaten Karanganyar" (2012)	Adanya perbedaan kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan dengan kualitas yang ditentukan oleh pemerintah mengakibatkan produk tersebut tidak layak untuk dipasarkan. Pada tahun 2011 terdapat dua jenis <i>misdruk</i> pada Pabrik Gula Tasikmadu yaitu <i>misdruk</i>	Metode analisis data yang digunakan adalah <i>Statistical Quality Control</i> (SQC) dengan alat bantu Lembar Pengecekan (<i>Check Sheet</i>), Histogram, Peta Kendali (<i>Control Chart</i>), Diagram Pareto dan Diagram Sebab-Akibat	Berdasarkan analisis peta kendali menunjukkan bahwa tidak seluruh data berada pada batas kendali yang telah ditetapkan, terdapat satu data rata-rata proses produksi yang berada di luar batas kendali adalah sebesar 0,19%. Berdasarkan analisis diagram pareto, prioritas perbaikan bukan jumlah <i>misdruk</i> terbesar namun perbaikan dilakukan dengan memfokuskan pada <i>misdruk</i> jenis krikilan. Berdasarkan analisis diagram sebab-akibat diketahui faktor penyebab <i>misdruk</i>

(Fishbone

Tabel 3. Penelitian terdahulu (lanjutan)

No	Nama peneliti dan judul penelitian	Masalah penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
		jenis <i>scrab sugar</i> dan krikilan.	<i>Diagram</i>).	adalah dari faktor manusia, mesin, lingkungan kerja dan metode.
4	Uswatun Hasanah “Analisis Pengendalian Kualitas Gula pada PG. Mojo di Kabupaten Sragen dengan Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> - DMAIC” (2013)	Pada bulan Juli 2012 kecacatan produk mengalami peningkatan dari bulan Juli tahun sebelumnya. Hal itu disebabkan oleh mutu tebu yang masuk ke PG. Mojo dari bulan Juli sampai September 2012 semakin mengalami penurunan sehingga dapat mempengaruhi hasil produksi.	Metode analisis yang digunakan adalah metode <i>Six Sigma</i> - DMAIC.	Hasil penelitian diperoleh nilai sigma pada bulan Juli sampai bulan September 2012 yaitu 3,895; 3,891 dan 3,874 dengan nilai $C_p > 1$. Faktor – faktor yang menyebabkan cacat pada hasil produksi gula untuk cacat kerikil antara lain dari faktor manusia atau operator, bahan baku, mesin, lingkungan, dan metod, sedangkan faktor yang mempengaruhi cacat gula halus atau abu antara lain faktor bahan baku, manusia atau operator, mesin dan lingkungan.
5	Karlita Dyah Puspitasari “Analisis Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Toelangan Sidoarjo” (2015)	Faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih adalah kualitas tebu, peralatan pengolahan, proses produksi dan lain sebagainya. Kondisi mesin yang sudah tua	Metode analisis data yang digunakan adalah Analisis Regresi linear sederhana yang digunakan untuk mengetahui	Hasil analisis regresi linear sederhana yang berkaitan dengan pengaruh jumlah jam berhenti giling terhadap kualitas menunjukkan hanya ada satu variabel yaitu penguapan yang signifikan mempengaruhi variasi warna larutan dengan nilai -55,856 dan taraf kepercayaan sebesar 98,5%. Pengendalian

dan kurangnya perawatan perawatannya pengaruh jam berhenti kualitas yang dilakukan PG. Toelangan masih

Tabel 3. Penelitian terdahulu (lanjutan)

No	Nama peneliti dan judul penelitian	Masalah penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
		menyebabkan kerusakan pada waktu yang tidak diharapkan. Hal tersebut menyebabkan pabrik tidak dapat beroperasi secara maksimal dalam menghasilkan produk yang berkualitas.	giling terhadap kualitas gula dan metode SQC (<i>Statistical Quality Control</i>) yang digunakan untuk menganalisa pengendalian kualitas gula kristal putih.	berada di luar batas kendali. Batas kendali atas memiliki nilai 1,077 atau 1 kerusakan pada tiap periodenya.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu mengenai pengendalian kualitas Gula Kristal Putih (GKP) yang telah dijelaskan diatas terdapat beberapa metode yang digunakan untuk menganalisis permasalahan yang ada. Metode yang digunakan untuk melakukan pengendalian kualitas gula kristal putih diantaranya adalah metode SQC (*Statistical Quality Control*) yang terdiri dari Lembar Pengecekan (*Check Sheet*), Histogram, Peta Kendali (*Control Chart*), Diagram Pareto dan Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone Diagram*). Metode lain yang digunakan dalam pengendalian kualitas gula kristal putih adalah metode *Quality Function Deployment* (QFD) dengan bantuan matriks HOQ (*House of Quality*) dan metode *Six Sigma – DMAIC*. Pada penelitian terdahulu terdapat analisis regresi linear sederhana yang digunakan untuk menganalisa pengaruh jam berhenti giling (jam berhenti pada stasiun gilingan, pemurnian dan penguapan) terhadap warna larutan (ICUMSA).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan pengendalian kualitas Gula Kristal Putih (GKP) di

Pabrik Gula Redjosarie. Persamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah terletak pada metode analisis yang digunakan untuk menganalisis pengendalian kualitas gula kristal putih yaitu menggunakan metode analisis SQC (*Statistical Quality Control*) yang terdiri dari lembar pengecekan (*check sheet*), histogram, diagram pareto, peta kendali (*control chart*), dan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Indikator penelitian yang digunakan berupa jumlah kerusakan produk gula kristal putih dalam musim giling tahun 2011 - 2015. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah terletak pada lokasi dan obyek penelitian serta variabel yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal. Pada penelitian ini variabel bebas adalah kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman sedangkan variabel bebas yang digunakan adalah warna gula (IU). Metode analisis yang digunakan juga berbeda yaitu menggunakan analisis regresi linear berganda.

2.2 Tinjauan Gula

2.2.1 Pengertian Gula

Gula adalah jenis karbohidrat yang merupakan bahan makanan (*energy*) yang dibutuhkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Gula dalam bentuk aslinya dapat diperoleh dari tumbuh-tumbuhan, buah-buahan, biji-bijian, umbi-umbian, bunga-bunga dan lainnya. Dilihat secara visual dan kualitasnya gula dapat berbentuk cair yaitu berupa larutan dan berbentuk padat (kristal), berwarna gelap (coklat) atau putih dan memiliki rasa manis (Soemohandojo, 2009).

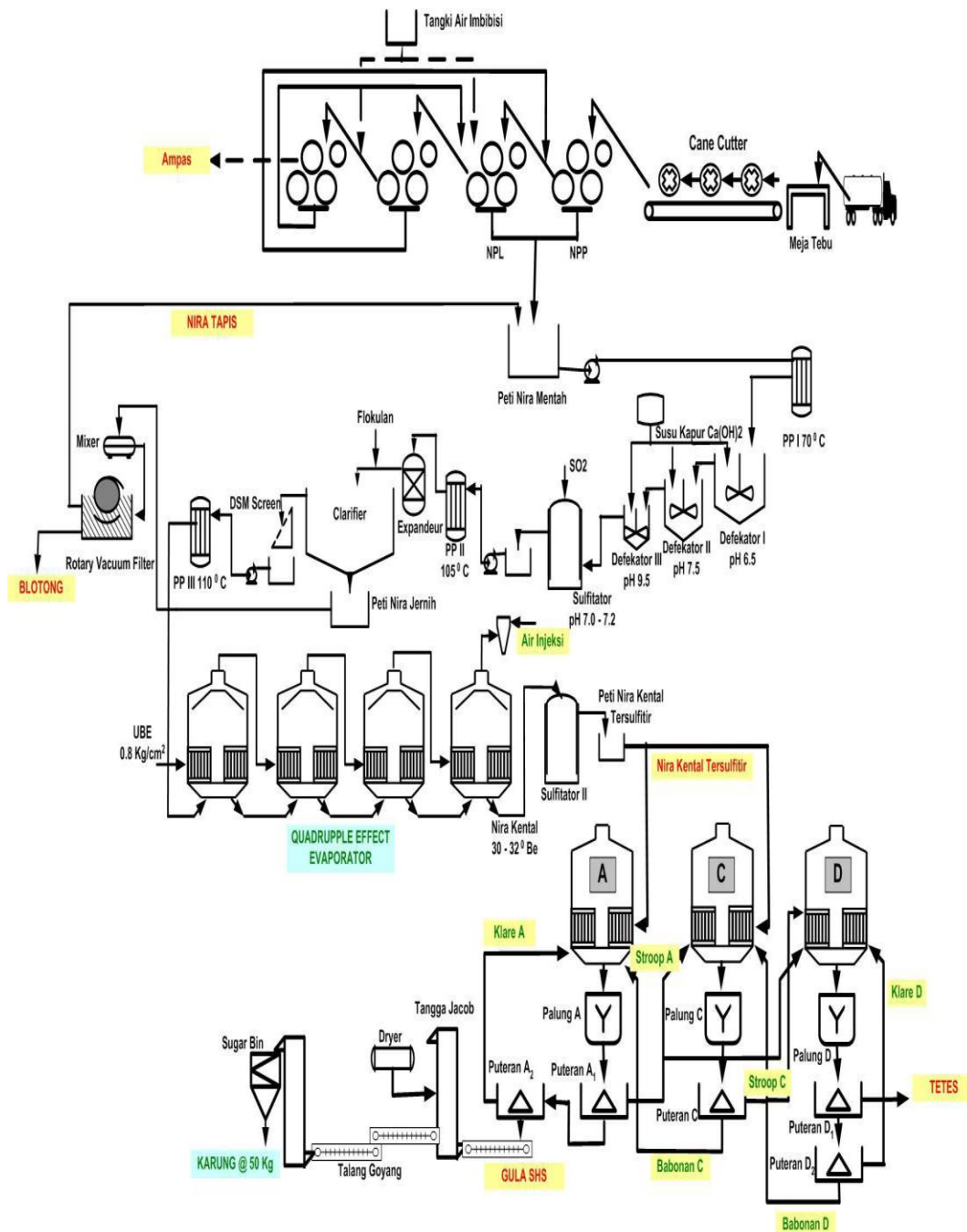
Ada beberapa jenis gula yang dapat diperoleh dari alam. Jenis gula yang banyak dan mudah diperoleh diantaranya yang dapat dijadikan gula kristal ialah "saccharosa" (*sucrose*) dan jenis gula yang tidak dapat mengkristal adalah "fruktosa" (*levulose*) dan "glukosa" (*dextrose*). Saccharosa terdapat dalam jumlah yang cukup banyak dalam tumbuh-tumbuhan seperti *tebu* dan *beet*.

Pabrik-pabrik gula di Indonesia mengolah tebu (*Saccharum officinarum*) sebagai bahan baku menjadi gula kristal. Tergantung pada sistem pemurnian atau pegolahannya, gula kristal yang dihasilkan oleh pabrik gula terdapat 2 jenis gula yaitu *Raw sugar* (gula mentah atau gula kasar) dan *White sugar* (gula putih). *Raw*

sugar dihasilkan oleh pabrik gula dengan sistem pengolahan defekasi, sedangkan *White sugar* dihasilkan oleh pabrik gula dengan sistem pengolahan sulfitasi, karbonatasi dan fosfatase.

2.2.2 Proses Produksi Gula

Proses pembuatan gula pasir atau gula kristal putih di pabrik gula merupakan suatu proses pemisahan sukrosa dari bahan-bahan nonsukrosa yang selanjutnya diikuti dengan proses pengkristalan sukrosa. Proses pembuatan gula dari bahan baku tebu memerlukan beberapa tahapan dan proses kimia maupun sintesis yang harus dilakukan dalam skala pabrik (Siswaidi, 2012). Alur proses produksi gula kristal putih secara lebih rinci dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur proses produksi gula kristal putih (Sumber : Untung, 2012)

Menurut Untung (2012), pada umumnya proses pembuatan gula dari bahan baku tebu dibagi menjadi beberapa tahap sebagai berikut:

1. Proses pemerahan (gilingan)

Langkah pertama dalam proses pembuatan gula adalah pemerahan tebu di gilingan. Pada proses pemerahan, tebu yang ditebang dari kebun dicacah menggunakan alat pencacah tebu seperti *cane cutter*, *hammer shredder* atau

kombinasi dari keduanya. Tebu yang telah diperah menghasilkan “nira” dan “ampas”. Nira mengandung gula yang selanjutnya akan diproses lebih lanjut pada proses pemurnian. Ampas yang dihasilkan pada saat pemerahan digunakan untuk berbagai macam keperluan antara lain: sebagai bahan bakar ketel (*boiler*) dan sebagai bahan partikel *board*, *furfural*, *xylitol* dan produk lainnya.

2. Proses pemurnian

Setelah tebu melewati proses pemerahan dan diperoleh “nira mentah” langkah selanjutnya adalah dilakukan proses pemurnian. Nira mentah yang dihasilkan dari proses pemerahan biasanya asam dan keruh sehingga perlu dilakukan proses pemurnian lebih lanjut. Tujuan dari proses pemurnian adalah menghilangkan bahan bukan gula (*non sugar*) baik yang tidak larut seperti bagasilo, partikel koloid maupun yang larut seperti polisakarida, protein, dan klorin (zat warna) sehingga nira mentah menjadi lebih jernih dan lebih murni.

Proses pemurnian dapat dilakukan secara fisis maupun kimiawi. Secara fisis yaitu dengan cara penyaringan sedangkan secara kimiawi melalui cara pemanasan, dan pemberian bahan pengendap. Pada proses pemurnian nira mentah terdapat tiga buah jenis proses pemurnian antara lain: defekasi, sulfitasi, dan karbonatasi. Pabrik gula di Indonesia sebagian besar menggunakan proses sulfitasi dalam memurnikan nira. Pada proses sulfitasi nira mentah terlebih dahulu dipanaskan melalui *heat exchanger* sehingga suhunya naik menjadi 70⁰ C. Kemudian nira dialirkan kedalam defekator dicampur dengan susu kapur. Fungsi dari susu kapur ini adalah untuk membentuk inti endapan sehingga dapat mengadsorpsi bahan bukan gula yang terdapat dalam nira dan terbentuk endapan yang lebih besar. Pada proses sulfitasi ini dilakukan secara bertahap (3 kali) sehingga diperoleh pH akhir sekitar 8,5 – 10.

Setelah proses defekasi selesai maka nira akan dialirkan kedalam sulfikator, dan direaksikan dengan gas SO₂. Reaksi antara nira dan gas SO₂ akan membentuk endapan CaSO₃, yang berfungsi untuk memperkuat endapan yang telah terjadi sehingga tidak mudah terpecah, pH akhir dari reaksi ini adalah 7. Tahap akhir dari proses pemurnian nira dialirkan ke bejana pengendap (*clarifier*) sehingga diperoleh nira jernih dan bagian yang terendapkan adalah nira kotor. Nira jernih

dialirkan ke proses selanjutnya (Penguapan), sedangkan nira kotor diolah dengan *rotary vacuum filter* menghasilkan nira tapis dan blotong.

3. Proses penguapan

Hasil dari proses pemurnian yang berupa nira jernih (*clear juice*), akan diproses lebih lanjut dalam proses pengolahan gula yaitu pada proses penguapan. Proses penguapan dilakukan pada bejana evaporator. Tujuan dari proses penguapan adalah untuk menaikkan konsentrasi dari nira mendekati konsentrasi jenuhnya. Proses penguapan nira jernih menggunakan *multiple effect* evaporator dengan kondisi vakum. Penggunaan *multiple effect* evaporator dikarenakan dapat menghemat penggunaan uap. Sistem *multiple effect* evaporator terdiri dari 3 buah evaporator atau lebih yang dipasang secara seri. Di pabrik gula biasanya menggunakan 4 (*quadtupple*) atau 5 (*quintupple*) buah evaporator.

Pada proses penguapan, air yang terkandung dalam nira jernih akan diuapkan. Penggunaan uap digunakan pada evaporator badan I sedangkan untuk penggunaan evaporator badan selanjutnya menggunakan uap yang dihasilkan dari evaporator badan I. Proses penguapan dilakukan pada kondisi vacuum dengan pertimbangan untuk menurunkan titik didih dari nira. Apabila pada suhu tertentu ($> 125^{\circ}\text{C}$) maka nira akan mengalami karamelisasi atau kerusakan. Dengan kondisi evaporator yang vacuum maka titik didih nira akan mengalami penurunan yaitu pada suhu 70°C . Produk yang dihasilkan pada proses penguapan adalah “nira kental”.

4. Proses kristalisasi

Proses kristalisasi merupakan proses pembentukan kristal gula. Sebelum melakukan proses kristalisasi dalam pan masak (*crystallizer*), nira kental terlebih dahulu direaksikan dengan gas SO_2 sebagai *bleaching* dan untuk menurunkan viskositas masakan (nira). Dalam proses kristalisasi gula dikenal sistem masak ACD, ABCD, ataupun ABC. Tingkat kristalisasi tergantung pada kemurnian nira kental. Apabila HK nira kental $> 85\%$ maka dapat dilakukan empat tingkat masakan (ABCD). Dan apabila HK nira kental $< 85\%$ dilakukan tiga tingkat masakan (ACD). Pada saat ini dengan kondisi bahan baku yang rendah pabrik gula menggunakan sistem masakan ACD, dengan masakan A sebagai produk utama.

Langkah awal dari proses kristalisasi adalah menarik masakan (nira pekat) untuk melakukan penguapan air sehingga mendekati kondisi jenuhnya. Dengan pemekatan secara terus menerus koefisien kejenuhan nira pekat akan semakin meningkat. Pada keadaan lewat jenuh maka akan terbentuk suatu pola kristal sukrosa. Langkah selanjutnya adalah membuat bibit, yaitu dengan memasukkan bibit gula kedalam pan masak kemudian melakukan proses pembesaran kristal. Pada proses masak ini kondisi kristal harus dijaga jangan sampai larut kembali ataupun terbentuk tidak beraturan.

Apabila proses pemasakan nira diperkirakan sudah cukup, langkah selanjutnya larutan dialirkan ke palung pendingin (*receiver*) untuk proses Na – Kristalisasi. Tujuan dari palung pendingin adalah untuk melanjutkan proses kristalisasi yang telah terbentuk dalam pan masak, dengan adanya pendinginan di palung pendingin dapat menyebabkan penurunan suhu masakan dan nilai kejenuhan naik sehingga dapat mendorong menempelnya sukrosa pada kristal yang telah terbentuk. Untuk lebih menyempurnakan dalam proses kristalisasi maka palung pendingin dilengkapi pengaduk agar dapat terjadi sirkulasi.

5. Proses pemisahan

Masakan yang sudah didinginkan akan memasuki proses selanjutnya yaitu proses pemisahan. Proses pemisahan kristal gula dari larutannya menggunakan alat *centrifuge* atau puteran. Pada alat puteran ini terdapat saringan, sistem kerjanya yaitu dengan menggunakan *gayacentrifugal* sehingga masakan diputar dan strop atau larutan akan tersaring dan kristal gula tertinggal dalam puteran. Pada proses pemisahan dihasilkan gula kristal dan tetes. Gula kristal didinginkan dan dikeringkan untuk menurunkan kadar airnya. Tetes di transfer ke tangki tetes untuk di jual.

6. Proses penyelesaian (*sugar handling*)

Langkah terakhir dari proses produksi gula adalah proses penyelesaian (*sugar handling*), dimana pada proses ini gula dikeringkan di talang goyang dan juga diberikan hembusan uap kering. Produk gula setelah mengalami proses pengeringan dalam talang goyang, ditampung terlebih dahulu ke dalam sugar bin, selanjutnya dilakukan pengemasan atau pengepakan. Berat gula dalam pengemasan untuk masing-masing pabrik gula tidak sama, ada yang per sak

plastiknya 25 kg atau 50 kg. Setelah itu gula yang berada di sak plastik tidak boleh langsung dijahit, harus dibuka dulu supaya temperatur gula dalam sak plastik mengalami penurunan suhu/temperatur. Suhu gula dalam karung tidak boleh lebih dari 30 °C/suhu kamar, setelah gula dalam plastik dinyatakan dingin maka boleh dijahit. Jika gula dalam sak plastik dalam keadaan panas dijahit maka berakibat pada penurunan kualitas gula.

2.2.3 Standar Kualitas Gula Kristal Putih

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok dan paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Gula digunakan sebagai produk makanan tentunya harus memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan sehingga layak untuk dikonsumsi. Gula yang dikonsumsi sehari-hari adalah gula kristal putih secara internasional disebut sebagai *plantation white sugar*. Gula kristal putih dibuat dari tebu yang diolah melalui berbagai tahapan proses, untuk Indonesia kebanyakan menggunakan proses sulfitasi dalam proses pengolahan gula. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2010), standar mutu gula yang berlaku di Indonesia (SNI) pada dasarnya mengacu pada SNI-3140.3:2010. Kriteria standar kualitas gula kristal putih dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Kriteria standar kualitas gula kristal putih

NO	PARAMETER UJI	SATUAN	PERSYARATAN	
			GKP 1	GKP 2
1	Warna			
a	Warna Kristal	CT	4,0 – 7,5	7,6 – 10,6
b	Warna larutan (ICUMSA)	IU	81 – 200	201 – 300
2	Besar jenis butir	Mm	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2
3	Susut pengeringan (b/b)	%	maks 0,1	maks 0,1
4	Polarisasi (°Z, 20° C)	°Z	min 99,6	min 99,5
5	Abu konduktiviti (b/b)	%	maks 0,10	maks 0,15
6	Belerang Dioksida (SO ₂)	mg/kg	maks 30	maks 30
7	Cemaran logam			
a	Timbal (Pb)	mg/kg	maks 2	maks 2
b	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 2	maks 2
c	Arsen (As)	mg/kg	maks 1	maks 1
8	Kadar air	%	maks 2	maks 2

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2010)

Standar kualitas gula kristal putih harus diterapkan oleh pabrik gula agar produk yang dihasilkan berkualitas tinggi dan layak untuk dikonsumsi. Berikut ini merupakan penjelasan kriteria standar kualitas gula kristal putih menurut SNI-3140.3:2010.

1. Warna

Warna pada kriteria standar kualitas gula kristal putih terdiri dari dua jenis, antara lain :

a. Warna Kristal

Warna kristal dapat dilihat secara langsung dengan kasat mata secara kualitatif dengan cara membandingkan tingkat keputihan (*whiteness*) gula. Penggunaan peralatan (spektrofotometer refleksi) diperlukan untuk pengukuran secara kuantitatif yang dinyatakan dalam CT (*Colour Type*). Semakin tinggi nilai CT maka semakin putih warna gulanya. GKP I memiliki kisaran nilai CT antara 4,0 – 7,5 sedangkan GKP II memiliki nilai CT antara 7,6 – 10,6. Pada penentuan premi mutu gula, warna kristal merupakan salah satu tolak ukur utama dalam menentukannya.

b. Warna Larutan

Warna larutan gula berkisar dari warna kuning muda (warna muda) sampai kuning kecoklatan (warna gelap) yang diukur dengan menggunakan metode ICUMSA (*International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis*) yang dinyatakan dalam indeks warna (IU). Semakin besar nilai indeks warna maka semakin gelap warna larutan. Batasan warna indeks untuk GKP I antara 81 – 200 IU sedangkan GKP II antara 201 – 300 IU.

2. Besar Jenis Butir

Besar jenis butir adalah ukuran rata-rata kristal gula yang dinyatakan dalam satuan mm. Persyaratan untuk GKP I dan II bernilai antara 0,8 – 1,2 mm. Untuk membuat kristal yang berukuran besar (kasar) diperlukan energi yang cukup banyak. Hal itu berhubungan dengan waktu dalam proses pemasakan untuk membesarkan ukuran kristal. Apabila ukuran kristal terlalu halus maka daya simpan produk semakin berkurang dan gula akan cepat mengabsorpsi air sehingga gula cepat basah.

3. Susut Pengerinan

Susut pengerinan merupakan seberapa banyak kadar air yang tertinggal dalam kristal gula. Batasan maksimal susut pengerinan pada GKP I dan GKP II adalah 0,1 b/b %.

4. Polarisasi

Polarisasi menunjukkan kadar sukrosa dalam gula, dimana semakin tinggi polarisasi makasemakin tinggi pula kadar gulanya. Batasan maksimal kadar pol pada GKP I adalah 99,6 % sedangkan GKP II adalah 99,5 %. Pengukuran kadar pol dilakukan dengan alat ukur polarimeter.

5. Abu Konduktiviti

Abu konduktiviti merupakan banyaknya zat bukan gulayang terbawa pada kristal gula. Batasan maksimal abu konduktiviti yang ikut terbawa pada GKP I adalah 0,10 % sedangkan pada GKP II adalah 0,15 %.

6. Belerang Dioksida (SO₂)

Kadar SO₂ pada gula kristal putih memiliki nilai maksimal 30 mg/kg. Pabrik gula dalam proses pengolahannya menggunakan proses sulfitasi sehingga terdapat residu SO₂ yang masih tertinggal di produk akhirnya. Adanya residu tersebut menjadi kendala bagi konsumsi industri makanan/minuman yang biasanya menuntut suatu produk bebas dari SO₂.

7. Cemaran Logam

Cemaran logam merupakan banyaknya cemaran yang ikut terbawa pada kristal gula. Batasan maksimal cemaran logam timbal (Pb) adalah 2 mg/kg, cemaran logam tembaga (Cu) adalah 2 mg/kg sedangkan batasan cemaran logam arsen (As) adalah 1 mg/kg.

8. Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air (%) yang terdapat dalam gula yang memiliki batasan maksimal 0,1 %. Gula yang mengandung kadar air tinggi cepat mengalami penurunan mutu/kerusakan dalam penyimpanan, penanganan yang sulit (lengket dalam karung) dan penampilan yang jelek. Gula yang berkadar air tinggi biasanya dengan mudah dilihat/dirasakan secara langsung oleh konsumen tanpa menggunakan peralatan. Proses pengerinan di Pabrik Gula pada umumnya

menggunakan talang goyang yang jalurnya memanjang untuk mencapai tingkat kekeringan tertentu ($< 0,1 \%$).

2.3 Tinjauan Pengendalian

2.3.1 Definisi Pengendalian

Pengendalian atau pengawasan (*controlling*) merupakan kegiatan mendeterminasi apakah pelaksanaan yang telah dijalankan oleh perusahaan telah sesuai dengan perencanaan yang ditetapkan sebelumnya. Pengendalian bertujuan untuk mengetahui kemungkinan yang terjadi apabila adanya hambatan dan kendali yang selanjutnya akan dilakukan koreksi untuk memperlancar tercapainya tujuan (Firdaus, 2008). Pengendalian merupakan salah satu bagian dari manajemen. Pengendalian dilakukan dengan tujuan supaya apa yang telah direncanakan dapat dilaksanakan dengan sebaik mungkin sehingga dapat mencapai target yang ingin dicapai (Amanda, 2013).

Pengendalian (*controlling*) menurut Sabardi (1997) adalah salah satu fungsi manajemen yang merupakan pengukuran dan koreksi kegiatan yang dilaksanakan yang bertujuan untuk memastikan bahwa tujuan dan rencana suatu perusahaan dapat terlaksana dengan baik dan berjalan secara optimal. Perencanaan dan pengendalian memiliki hubungan yang erat dan kedua fungsi tersebut tidak bisa dipisahkan. Tanpa adanya tujuan dan rencana yang jelas pada suatu perusahaan maka pengendalian tidak dapat dilakukan dengan sebaik mungkin. Hal ini karena pengendalian merupakan kegiatan yang harus membandingkan antara rencana yang telah ditetapkan dengan pelaksanaannya.

2.3.2 Langkah-langkah dalam Pengendalian

Mockler (1984) membagi pengendalian atau pengawasan (*controlling*) menjadi 4 langkah, antara lain :

1. Menetapkan standar dan metode pengukuran prestasi kerja

Langkah pertama dari pengendalian adalah menetapkan standar dan metode pengukuran prestasi kerja. Standar yang dimaksud adalah kriteria yang sederhana untuk prestasi kerja yang merupakan titik-titik terpilih di dalam seluruh program perencanaan yang bertujuan untuk mengukur prestasi kerja perusahaan. Hal tersebut berguna untuk memberikan tanda kepada manajer tentang perkembangan yang terjadi dalam perusahaan tanpa perlu adanya pengawasan

pada setiap langkah proses pelaksanaan sesuai dengan rencanayang telah ditetapkan.

2. Melakukan pengukuran prestasi kerja

Pengukuran prestasi kerja biasanya dilaksanakan atas dasar pandangan kedepan sehingga penyimpangan-penyimpangan yang mungkin terjadi dari standar yang telah ditetapkan dapat diketahui lebih awal. Langkah ini merupakan proses yang berkesinambungan dan berulang-ulang sesuai dengan frekuensi yang ada pada jenis kegiatan yang sedang diukur.

3. Menetapkan apakah prestasi kerja sesuai dengan standar

Penetapan prestasi kerja apakah sudah sesuai dengan standar dilakukan dengan membandingkan pengukuran terhadap target atau standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Apabila prestasi sesuai dengan standar perusahaan maka akan dinilai bahwa segala sesuatunya berada dalam batas kendali.

4. Mengambil tindakan korektif

Proses pengendalian tidak lengkap bila tidak diambil suatu tindakan yang bertujuan untuk membetulkan penyimpangan yang terjadi. Apabila hasil yang dicapai tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan maka diperlukan tindakan lebih lanjut. Tindakan koreksi ini dapat berupa perubahan terhadap salah satu atau lebih banyak dari aktivitas dalam perusahaan dan terhadap standar yang telah ditetapkan sebelumnya.

2.3.3 Jenis Pengendalian

Menurut Stoner (1986) jenis pengendalian berdasarkan bagian yang akan dilakukan pengendalian dibedakan atas :

1. Pengendalian karyawan (*personal control*)

Pengendalian karyawan ditujukan kepada hal-hal yang berhubungan dengan kegiatan karyawan, apakah karyawan telah bekerjasesuai dengan perintah, rencana, tata kerja, absensi pegawai dan lain sebagainya.

2. Pengendalian keuangan (*financial control*)

Pengendalian keuangan ditujukan terhadap hal-hal yang menyangkut dengan keuangan perusahaan yang meliputi pemasukan, pengeluaran, dan biaya-biaya perusahaan termasuk pengendalian anggarannya.

3. Pengendalian produksi (*production control*)

Pengendalian produksi merupakan pengendalian yang difokuskan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas produksi yang dihasilkan suatu perusahaan, apakah kualitas dan kuantitas tersebut telah sesuai dengan standar atau rencana perusahaan.

4. Pengendalian waktu (*time control*)

Pengendalian waktu ditujukan kepada penggunaan waktu, artinya apakah waktu yang digunakan untuk mengerjakan suatu pekerjaan sesuai atau tidak dengan rencana yang telah ditetapkan.

5. Pengendalian teknis (*technical control*)

Pengendalian teknis ditujukan kepada hal-hal yang bersifat fisik yang berhubungan dengan tindakan dan teknis pelaksanaan.

6. Pengendalian kebijaksanaan (*policy control*)

Pengendalian kebijaksanaan ditujukan untuk mengetahui dan menilai apakah kebijaksanaan organisasi telah dilaksanakan sesuai dengan ketentuan yang telah digariskan.

7. Pengendalian penjualan (*sales control*)

Pengendalian penjualan ditujukan untuk mengetahui apakah produksi yang dihasilkan terjual sesuai dengan rencana yang ditentukan sebelumnya.

8. Pengendalian inventaris (*inventory control*)

Pengendalian inventaris ditujukan untuk mengetahui apakah inventaris perusahaan masih ada semuanya atau telah ada yang hilang atau rusak.

9. Pengendalian pemeliharaan (*maintenance control*)

Pengendalian pemeliharaan ditujukan untuk mengetahui apakah semua inventaris perusahaan dan kantor terpelihara atau tidak dan mengetahui kerusakan yang terjadi pada inventaris perusahaan.

2.3.4 Obyek Pengendalian

Ahyari (1987) mengemukakan bahwa obyek pengendalian dibagi menjadi empat pendekatan, antara lain:

1. Pendekatan bahan baku

Pada beberapa perusahaan yang memproduksi suatu produk dengan karakteristik bahan baku yang mempengaruhi karakteristik produk perusahaan

maka pengendalian bahan baku akan menjadi hal yang sangat penting untuk dilakukan. Baik buruknya kualitas produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan ditentukan oleh baik buruknya kualitas bahan baku yang digunakan dalam pembuatan produk tersebut.

2. Pendekatan proses produksi

Proses produksi akan lebih berpengaruh dalam menentukan kualitas produk akhir daripada bahan bakunya. Apabila proses produksi dilaksanakan dengan baik maka akan diperoleh produk akhir dengan kualitas yang baik. Pengendalian kualitas produk yang dihasilkan perusahaan memiliki kualitas yang lebih baik apabila dilaksanakan dengan pendekatan proses produksi.

3. Pendekatan produk akhir

Produk perusahaan yang dipergunakan dalam jangka waktu panjang, pada umumnya akan memerlukan perawatan dan pemeliharaan pada produk tersebut. Cara yang dapat dilakukan agar tetap menjaga kualitas produk adalah dengan memberikan layanan purna jual kepada konsumen dan melakukan penanganan produk akhir dengan cara yang tepat.

4. Peran karyawan dalam pengendalian kualitas

Kegiatan pengendalian kualitas yang ada pada masing-masing perusahaan, karyawan akan mempengaruhi secara langsung baik buruknya produk yang dihasilkan. Pelatihan yang diikuti dan motivasi yang diberikan oleh perusahaan akan berpengaruh terhadap pelaksanaan proses produksi guna mencapai tingkat kualitas yang telah ditetapkan.

2.4 Tinjauan Kualitas

2.4.1 Definisi Kualitas

Konsep kualitas dianggap sebagai ukuran relatif kebaikan suatu produk atau jasanya yang terdiri dari kualitas kesesuaian dan kualitas desain. Kualitas kesesuaian merupakan suatu ukuran seberapa jauh suatu produk memenuhi persyaratan atau spesifikasi kualitas yang telah ditetapkan sedangkan kualitas desain adalah fungsi spesifikasi suatu produk (Tjiptono dan Diana, 2003). Kedua aspek tersebut bukanlah satu-satunya aspek kualitas. TQM (*Total Quality Management*) merupakan konsep yang lebih luas, yang tidak hanya menekankan pada aspek hasil tetapi juga kualitas manusia dan prosesnya. Kualitas tidak hanya

mencakup produk dan jasa tetapi juga mencakup proses, lingkungan dan manusia. Menurut Goetsch dan Davis, 1994(dalam Tjiptono dan Diana, 2003) kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan.

Menurut Gaspersz (1997) pada era tradisonal kualitas diartikan pada fokus terhadap aktivitas inspeksi untuk mencegah lolosnya produk-produk yang mengalami kerusakan atau cacat ke tangan pelanggan. Pada era modern pengertian kualitas mengalami pergeseran makna, dimana sistem kualitas terdiri dari lima karakteristik, antara lain :

1. Sistem kualitas berorientasi kepada pelanggan.
2. Adanya partisipasi aktif yang dipimpin oleh manajemen puncak (*Top Management*).
3. Adanya pemahaman dari setiap orang terhadap tanggung jawab spesifik kualitas.
4. Berorientasi kepada tindakan pencegahan kerusakan.
5. Adanya suatu filosofi yang menganggap bahwa kualitas merupakan “jalan hidup” (*way of life*) dan adanya kultur perusahaan yang melaksanakan proses peningkatan kualitas secara terus-menerus.

Menurut Assauri (2004) kualitas diartikan sebagai faktor-faktor yang terdapat dalam suatu produk yang menyebabkan produk tersebut sesuai dengan tujuan dan harapan untuk apa produk tersebut dibutuhkan. Produk yang dihasilkan tersebut harus memenuhi beberapa tujuan dan supaya produk tersebut dapat dipergunakan untuk mencapai tujuan makaproduk tersebut harus mempunyai kualitas tertentu sesuai ketetapan perusahaan.

2.4.2 Dimensi Kualitas

Menurut Garvin dalam Tjiptono dan Diana (2003) ada delapan dimensi kualitas yang dikembangkan dan digunakan sebagai kerangka perencanaan strategis dan analisis terutama yang digunakan dalam produk manufaktur. Dimensi tersebut antara lain :

1. Kinerja (*performance*) merupakan suatu karakteristik operasi pokok dari produk inti atau produk utama.

2. Ciri-ciri atau keistimewaan tambahan (*features*) merupakan karakteristik sekunder atau pelengkap pada suatu produk.
3. Keandalan (*reliability*) yaitu dimensi kualitas yang kemungkinan kecil akan mengalami kerusakan atau kegagalan pada produk yang dipakai.
4. Kesesuaian dengan spesifikasi (*conformance to specifications*) merupakan sejauh mana karakteristik desain dan operasi produk memenuhi standar-standar yang telah ditetapkan sebelumnya.
5. Daya tahan (*durability*) merupakan dimensi yang berkaitan dengan berapa lama produk tersebut dapat bertahan dan terus digunakan.
6. *Serviceability* adalah dimensi kualitas yang meliputi kecepatan, kompetensi, kenyamanan, dan penanganan pelanggan yang memuaskan.
7. Estetika adalah daya tarik produk terhadap panca indera.
8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*) merupakan citra dan reputasi produk serta tanggung jawab perusahaan terhadap produk tersebut.

2.4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Kualitas produk mencerminkan kemampuan suatu produk untuk menjalankan tugasnya yang mencakup daya tahan, keandalan, kemajuan, kekuatan, kemudahan dalam pengemasan, dan reparasi produk dan ciri-ciri lainnya (Amstrong dan Kotler, 1997). Kualitas dipengaruhi oleh faktor-faktor yang menentukan bahwa suatu barang dapat memenuhi tujuan yang telah ditetapkan. Kualitas merupakan tingkat kepuasan konsumen akan suatu barang. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas produk, antara lain :

1. Proses pembuatan produk dan perlengkapan serta pengaturan yang digunakan dalam proses produksi.
2. Aspek penjualan

Apabila kualitas dari produk yang dihasilkan terlalu rendah maka akan menyebabkan berkurangnya jumlah penjualan. Sebaliknya apabila kualitas produk yang dihasilkan terlalu tinggi maka akan membuat harga jual produk tersebut semakin mahal sehingga jumlah yang terjual karena kemampuan beli konsumen terbatas.

3. Perubahan permintaan konsumen

Konsumen atau pelanggan sering menginginkan adanya perubahan-perubahan produk yang dipakai baik berupakuantitas maupun kualitas.

4. Penerapan inspeksi

Selain dapat mengawasi atau menjadi standar kualitas yang ditetapkan, penerapan inspeksi juga bertujuan untuk memperkecil biaya produksi yang ditanggung oleh perusahaan.

Menurut Assauri (2004) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi mutu atau kualitas suatu produk, antara lain :

1. Fungsi suatu barang

Fungsi suatu barang yang dihasilkan hendaknya memperhatikan fungsi atau tujuan untuk apa barang tersebut digunakan sehingga barang-barang yang dihasilkan dapat memenuhi fungsi yang diharapkan.

2. Wujud luar

Salah satu faktor yang sering dipertimbangkan oleh konsumen dalam melihat suatu barang pertama kalinya adalah wujud luar dari barang tersebut. Hal itu bertujuan untuk menentukan kualitas atau mutu barang yang akan mereka gunakan. Faktor wujud luar suatu barang tidak hanya dilihat dari bentuk tetapi juga dilihat dari warna, pembungkusan dan lain sebagainya.

3. Biaya barang tersebut

Pada umumnya biaya atau harga dari suatu produk akan menentukan kualitas dari produk tersebut. Hal ini terbukti bahwa barang-barang yang mempunyai harga lebih mahal akan menunjukkan bahwa kualitas barang tersebut lebih baik.

2.5 Tinjauan Pengendalian Kualitas

2.5.1 Definisi Pengendalian Kualitas

Pengendalian adalah keseluruhan kegiatan yang harus dilakukan untuk menjamin tercapainya sasaran perusahaan dalam hal kualitas produk dan jasa pelayanan yang diproduksi. Pengendalian kualitas merupakan suatu usaha untuk mempertahankan kualitas dari produk yang dihasilkan yang bertujuan agar produk tersebut sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan berdasarkan kebijakan pimpinan perusahaan (Assauri, 2004). Dalam pengendalian kualitas, semua produk dicek menurut standar serta dianalisis apakah produk tersebut sudah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Pengendalian kualitas digunakan untuk memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh setiap perusahaan atau produsen. Setiap tahapan produksi terdapat standar yang harus dipenuhi untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas. Menurut Muhandri dan Kadarsiman (2008) standar bersifat dinamis yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas seiring dengan peningkatan teknologi dan tuntutan dari konsumen. Salah satu cara mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk adalah dengan memperbaiki proses produksi. Usaha perbaikan pada proses produksi antara lain perbaikan tenaga kerja, perubahan sistem kerja dan penggantian mesin yang rusak serta mencari faktor-faktor yang menimbulkan kerusakan dari produk tersebut baik faktor luar maupun faktor dari dalam.

2.5.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Menurut Assauri (2004) tujuan pengendalian kualitas adalah mengusahakan agar biaya produksi, biaya inspeksi dan biaya desain produk dapat ditekan serendah mungkin. Tujuan pengendalian kualitas menurut Prihantoro (2012) adalah agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sehingga dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Selain tujuan tersebut pengendalian kualitas bertujuan untuk menghindari kesalahan yang mungkin terjadi sehingga dapat menghemat pemakaian bahan baku dan sumber daya lainnya serta menghindari produk yang cacat atau rusak.

Pengendalian kualitas tidak dapat dilepaskan dari pengendalian produksi karena pengendalian kualitas merupakan bagian dari pengendalian produksi. Pengendalian produksi baik secara kualitas maupun kuantitas merupakan kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Hal tersebut disebabkan karena semua kegiatan produksi yang dilaksanakan akan dilakukan pengendalian yang bertujuan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan menghindari penyimpangan serendah-rendahnya.

2.6 Tinjauan Pengendalian Kualitas Statistik

2.6.1 Definisi Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk serta proses-proses pembuatan produk tersebut sehingga memenuhi harapan konsumen atau pelanggan (Syaputra, 2013). Tujuan dari pengendalian kualitas statistik adalah terciptanya perbaikan kualitas yang berkesinambungan sehingga diperoleh perbaikan yang maksimal pada suatu produk. Menurut Prihantoro (2012) pengendalian kualitas statistik merupakan dasar atau ukuran untuk menilai suatu hasil yang ingin dicapai dalam melakukan pelaksanaan kegiatan perusahaan. Pengendalian ini juga digunakan sebagai bentuk komunikasi yang efektif antar divisi perancangan, produksi dan pengevaluasi untuk mensinergiskan ketiga divisi tersebut. Selain itu digunakan untuk menyeragamkan variasi produk dan mencegah terjadinya cacat (*failure*) akibat sebab khusus (*special cause*).

Statistical Quality Control (SQC) merupakan suatu sistem yang dikembangkan untuk menjaga standar dari kualitas hasil produksi pada tingkat biaya yang minimum dan juga merupakan suatu bantuan untuk mencapai efisiensi perusahaan pabrik. Pada dasarnya SQC merupakan penggunaan metode statistik untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam menentukan dan mengawasi kualitas hasil produksi (Assauri, 2004). Keuntungan yang dapat diperoleh dengan melakukan pengendalian kualitas secara statistik, antara lain :

1. Pengawasan (*Control*)

Penyelidikan yang diperlukan untuk dapat menetapkan *statistical quality control* mengharuskan syarat-syarat kualitas dan kemampuan proses telah dipelajari hingga mendetail sehingga akan menghilangkan beberapa titik kesulitan tertentu baik dalam spesifikasi maupun dalam proses.

2. Pengerjaan kembali barang-barang yang telah diapkir (*Scrap-rework*)

Dengan adanya suatu pengontrolan maka dapat mencegah terjadinya penyimpangan-penyimpangan dalam proses. Sebelum terjadi suatu permasalahan maka harus dilakukan kesesuaian yang lebih baik antara kemampuan proses

(*processcapability*) dengan spesifikasi sehingga barang-barang yang diapkir (*scrap*) dapat dikurangi.

3. Biaya-biaya pemeriksaan

Statistical Quality Control dilakukan dengan cara mengambil sampel dan mempergunakan *sampling techniques*, maka hanya sebagian saja dari hasil produksi yang perlu untuk diperiksa. Hal tersebut dapat menurunkan biaya-biaya pemeriksaan.

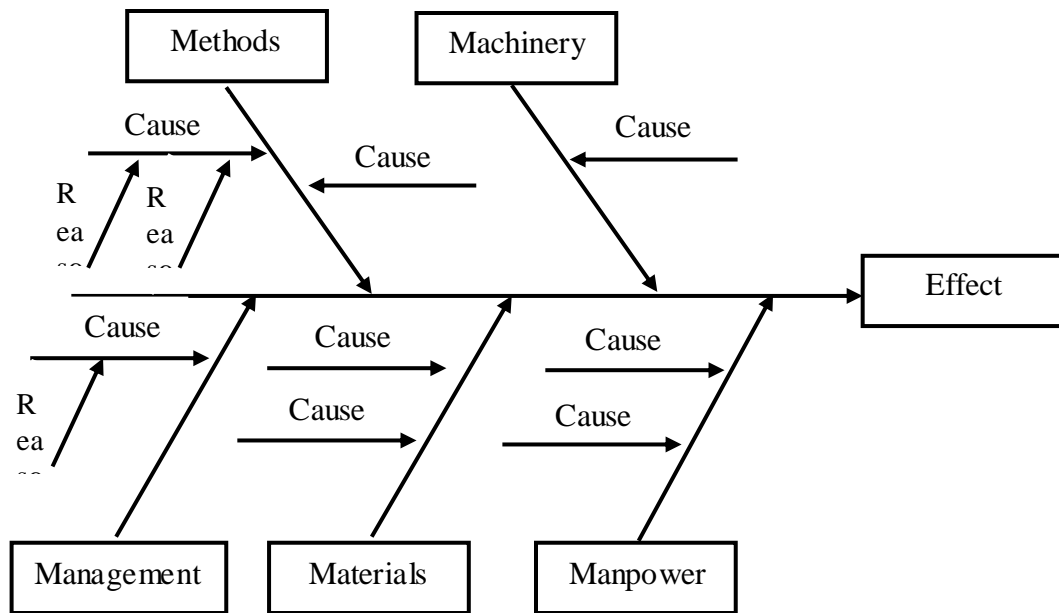
2.6.2 *Seven Tools* dalam Pengendalian Kualitas Statistik

Seven tools adalah tujuh teknik atau alat sederhana yang digunakan untuk menganalisa masalah dan pengambilan keputusan terhadap masalah yang sedang dihadapi (Syaputra, 2013). Pakar kualitas W. Edwards Deming mengajukan cara pemecahan masalah melalui *Statistical Quality Control (SQC)* yang dilandasi 7 alat (*seven tools*) statistik utama, antara lain :

1. Diagram Sebab – akibat (*Fishbone Diagram*)

Menurut Tjiptono dan Diana (2003) diagram sebab-akibat sering disebut sebagai diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*). Diagram sebab-akibat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis suatu proses atau situasi serta untuk menemukan kemungkinan penyebab suatu persoalan atau masalah yang sedang terjadi. Diagram ini merupakan satu-satunya dari 7 alat analisis (*seven tools*) yang tidak didasarkan pada statistika. Manfaat dari diagram sebab-akibat, antara lain:

- a. Memisahkan antara penyebab dan gejala dari ketidaksesuaian produk.
- b. Memfokuskan perhatian pada hal-hal yang relevan dan dapat diterapkan pada setiap masalah.
- c. Menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk yang lebih efisien dalam penggunaan sumber daya dan dapat mengurangi biaya.
- d. Membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang sedang direncanakan.



Gambar 2. Diagram sebab-akibat (*Fishbone diagram*)
 Sumber : Wijayanto (2013)

2. Lembar pengecekan (*Check sheet*)

Lembar pengecekan (*check sheet*) merupakan alat pengumpulan dan analisis data. Tujuan dari penggunaan *check sheet* adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data bagi tujuan-tujuan tertentu dan menyajikannya dalam bentuk yang komunikatif sehingga dapat dikonversikan menjadi suatu informasi (Tjiptono dan Diana, 2003). Manfaat dari penggunaan lembar pengecekan dalam pengendalian kualitas secara statistik, antara lain:

- e. Mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi.
- f. Mengumpulkan data tentang jenis masalah yang sedang terjadi.
- g. Menyusun data secara otomatis sehingga lebih mudah untuk dikumpulkan.
- h. Memisahkan antara opini dan fakta.

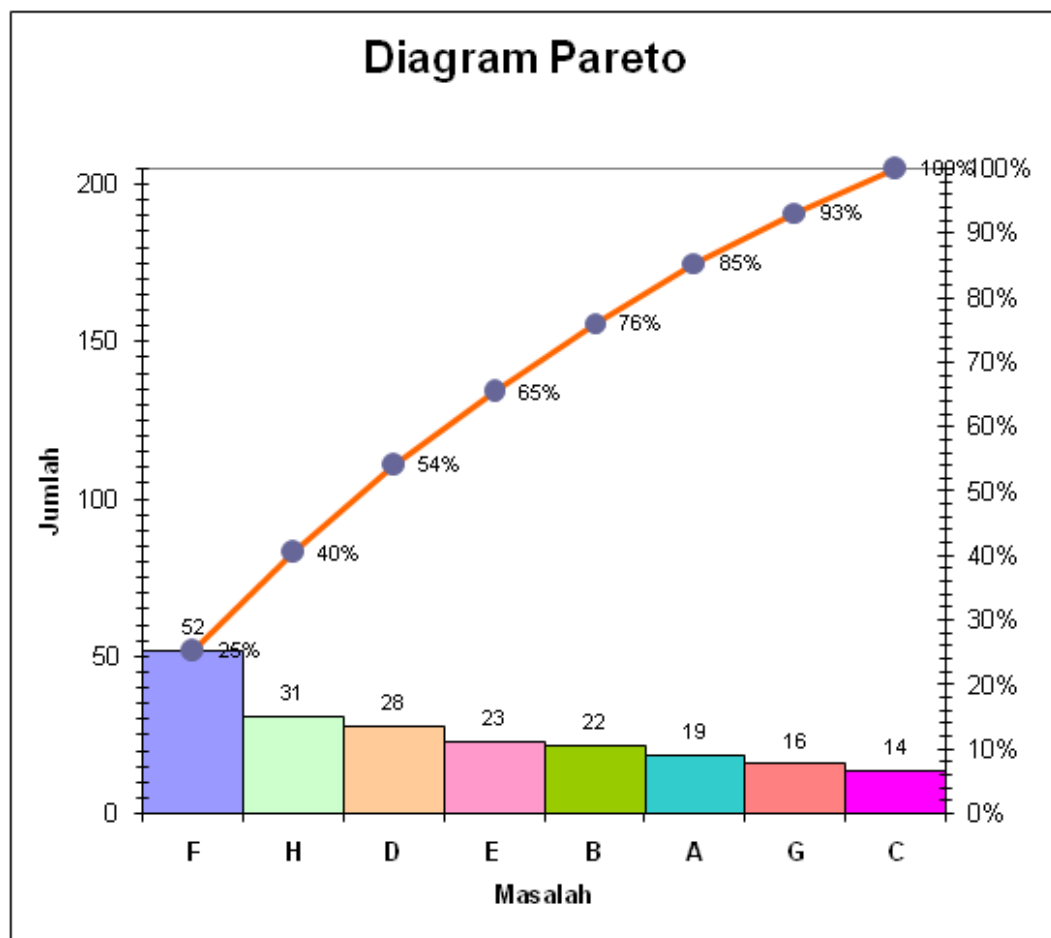
Tabel 5. Lembar Pengecekan (*Check sheet*)

Item	A	B	C	D	E	F
.....	v	vvv		vv		
.....		v	v			vv
.....		v		vv		
.....		vv			vv	v

Sumber : Tjiptono dan Diana(2003)

3. Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk mengklasifikasikan masalah menurut sebab dan gejalanya. Masalah yang ada didiagramkan menurut prioritas atau tingkat kepentingannya yaitu dengan menggunakan formal grafik batang, dimana 100 menunjukkan kerugian total. Prinsip yang mendasari digram pareto adalah ukuran 80 – 20 yang menyatakan bahwa *80% of the trouble comes from 20% of the problems* (Tjiptono dan Diana, 2003). Menurut Setyawan (2007) diagram pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal tersebut membantu menemukan permasalahan yang terpenting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan permasalahan yang tidak segera diselesaikan (ranking terendah). Diagram pareto juga digunakan untuk membandingkan proses sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses. Berikut merupakan contoh dari diagram pareto.

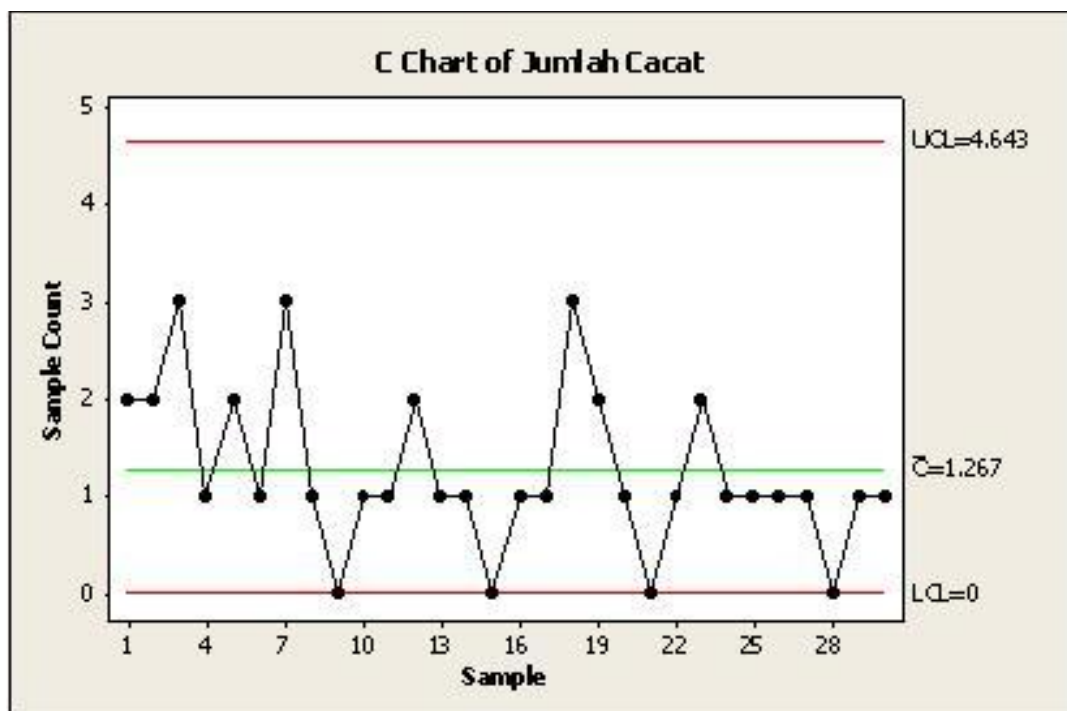


Gambar 3. Diagram pareto (Sumber : Naftali, 2008)

4. Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali merupakan alat pengendalian kualitas statistik yang digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan masalah pada suatu perusahaan (Rahmawati, 2012). Kelebihan dari peta kendali dalam melakukan pengendalian kualitas secara statistik antara lain:

- Berguna untuk memisahkan antara sebab-sebab terusus (*assignable causes*) dari keragaman kualitas (*quality variation*).
- Dilakukan diagnosis dan koreksi terhadap banyak gangguan produksi dan seringkali dapat meningkatkan kualitas produk serta mengurangi bagian yang rusak (*spoilage*) atau pengerjaan ulang (*rework*).
- Bagan kendali dapat memberitahu kapan suatu proses harus dibiarkan begitu saja, karena dapat mencegah frekuensi tindakan penyesuaian yang tidak perlu yang cenderung dapat menambah keragaman proses.
- Membuka kemungkinan untuk mengambil keputusan yang lebih baik tentang toleransi teknik dan perbandingan yang lebih baik antara berbagai alternatif rancangan dan antara berbagai metode produksi.



Gambar 4. Peta kendali (Sumber : Suryadiningrat, 2012)

Peta kendali terdiri dari batas-batas kendali yang digunakan untuk mendeteksi adanya penyimpangan. Batas kendali tersebut antara lain:

a. Batas kendali atas/ *upper control limit* (UCL)

Batas kendali atas merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan dari karakteristik sampel.

b. Garis pusat atau tengah/ *central line* (CL)

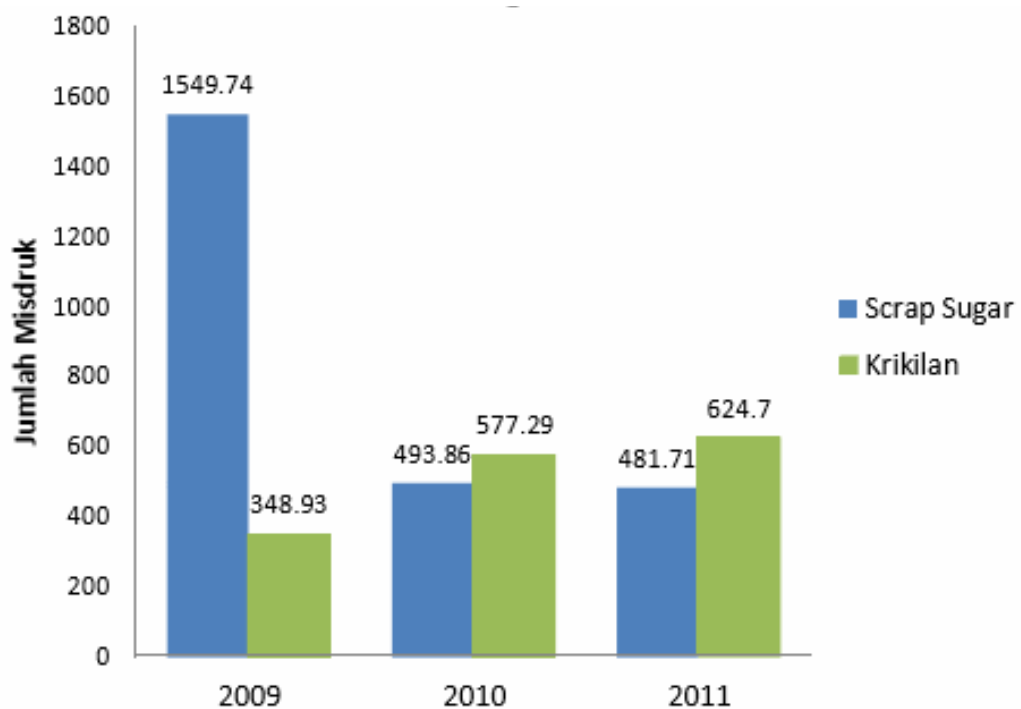
Garis pusat atau tengah merupakan garis yang melambangkan tidak adanya suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

c. Batas kendali bawah/ *lower control limit* (LCL)

Batas kendali bawah merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

5. Histogram

Menurut Tjiptono dan Diana (2003) histogram merupakan suatu diagram yang dapat menggambarkan penyebaran atau standar deviasi suatu proses. Data frekuensi yang diperoleh dari pengukuran menunjukkan suatu puncak pada suatu nilai tertentu. Variasi ciri khas kualitas yang dihasilkan disebut distribusi. Angka yang menggambarkan frekuensi dalam bentuk batang disebut *histogram*. Histogram digunakan untuk menentukan masalah dengan memeriksa bentuk dispersi, nilai rata-rata, dan sifat dispersi.



Gambar 5. Histogram (Sumber : Rahmawati, 2012)

Menurut Haming dan Nurnajamuddin (2007) histogram merupakan suatu balok vertikal yang menggambarkan distribusi satu set data. Fungsi dari histogram, antara lain:

- a. Meringkas data yang berjumlah besar dengan suatu grafik.
 - b. Membandingkan hasil pengukuran dengan spesifikasi yang ditetapkan perusahaan.
 - c. Mengkomunikasikan informasi yang dimiliki perusahaan kepada tim.
 - d. Membantu proses pengambilan keputusan.
6. Stratifikasi

Stratifikasi merupakan teknik pengelompokan data ke dalam kategori-kategori tertentu. Hal itu bertujuan untuk menggambarkan permasalahan secara jelas sehingga kesimpulan-kesimpulan dapat lebih mudah diambil. Kategori-kategori yang dibentuk meliputi data relatif terhadap lingkungan, sumber daya manusia yang terlibat, mesin yang digunakan dalam proses, bahan baku, dan lain sebagainya (Tjiptono dan Diana, 2003).

7. Diagram Penyebaran (*Scatter Diagram*)

Diagram penyebaran (*scatter diagram*) merupakan grafik yang menampilkan hubungan antara dua variabel apakah hubungan antara variabel tersebut kuat atau tidak yaitu antara faktor proses yang mempengaruhi proses dengan kualitas produk (Prihantoro, 2012). Pada sumbu x terdapat nilai variabel independen sedangkan pada sumbu y menunjukkan nilai variabel dependen. Diagram penyebaran akan menyajikan gambar penyebaran seperangkat data. Apabila terdapat hubungan antara kedua variabel maka titik-titik yang terjadi akan membentuk garis diagonal.

2.7 Tinjauan Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan persyaratan statistik yang harus dipenuhi pada analisis regresi linear berganda yang berbasis *ordinary least square* (OLS). Analisis regresi yang tidak berdasarkan OLS tidak memerlukan persyaratan asumsi klasik, misalnya regresi logistik atau regresi ordinal. Demikian juga tidak semua uji asumsi klasik harus dilakukan pada analisis regresi linear, misalnya uji multikolinearitas tidak dilakukan pada analisis regresi linear sederhana dan uji autokorelasi tidak perlu diterapkan pada data *cross sectional*.

2.7.1 Normalitas

Menurut Gujarati (2006) uji normalitas merupakan suatu uji untuk melihat apakah nilai residual terdistribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik memiliki nilai residual yang terdistribusi secara normal sehingga uji normalitas bukan dilakukan pada masing-masing variabel melainkan pada nilai residualnya. Jika asumsi untuk uji normalitas dilanggar maka uji statistik menjadi tidak valid atau bias terutama untuk sampel kecil. Uji normalitas dapat dilakukan dengan uji histogram, uji normal P Plot, uji Chi Square, Skewness dan Kurtosis atau uji Kolmogorov Smirnov.

Apabila nilai residual tidak terdistribusi normal tetapi dekat dengan nilai kritis maka dapat dicoba dengan menggunakan metode lain yang mungkin memberikan justifikasi normal. Nilai residual jauh dari nilai normal maka dapat dilakukan beberapa langkah yaitu: melakukan transformasi data, melakukan trimming data outliers atau menambah data observasi. Transformasi dapat dilakukan ke dalam bentuk Logaritma natural, akar kuadrat, inverse, atau ke dalam bentuk yang lain tergantung dari bentuk kurva normalnya, apakah kurvatersebut condong ke kiri, ke kanan, mengumpul di tengah atau menyebar ke samping kanan dan kiri.

2.7.2 Autokorelasi

Menurut Gujarati (2006) Autokorelasi merupakan korelasi (hubungan) yang terjadi diantara anggota-anggota dari serangkaian pengamatan yang tersusun dalam rangkaian waktu (data *time series*) atau tersusun dalam rangkaian ruang (data *cross sectional*). Asumsi dari model OLS (*Ordinary Least Squares*) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(U_i, U_j) &= E\{(U_i - E[U_i])(U_j - E[U_j])\} \\ &= E[U_i U_j] - E[U_i] E[U_j] \\ &= 0 \text{ untuk } i \neq j \text{ karena } E[U_i] = E[U_j] = 0 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Asumsi diatas mengandung arti nilai-nilai faktor gangguan U yang berurutan tidak tergantung secara temporer yaitu gangguan yang terjadi pada satu titik pengamatan, tidak berhubungan dengan faktor-faktor gangguan lainnya. Hal ini berarti apabila pengamatan-pengamatan dilakukan sepanjang waktu, pengaruh faktor gangguan yang terjadi dalam satu periode tidak terbawa ke periode

lainnya. Jika asumsi tersebut dilanggar atau tidak dipenuhi (nilai U dalam setiap periode berkorelasi dengan nilai-nilai U dalam periode sebelumnya) maka model regresi tersebut mengandung autokorelasi dari variabel-variabel random.

Autokorelasi biasanya tidak muncul dalam data *cross-section*. Data *cross-section* menunjukkan satu titik waktu sehingga ketergantungan sementara tidak dimungkinkan oleh sifat data itu sendiri. Misalnya data penghasilan dan pengeluaran dari berbagai keluarga dalam suatu sampel *cross-section*, ketergantungan di antara perilaku pengeluaran dari dua keluarga adalah sangat tidak mungkin terjadi. Uji autokorelasi yang digunakan dalam berbagai penelitian biasanya menggunakan Uji Durbin Watson. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah dalam suatu model regresi linear memiliki korelasi antara kesalahan pengganggu dengan kesalahan sebelumnya. Apabila hal ini terjadi, maka terdapat masalah autokorelasi. Adapun kritik pengujiannya adalah jika $du < dw < 4-du$ maka H_0 ditolak yang berarti dalam data tersebut tidak memiliki autokorelasi baik positif maupun negatif.

2.7.3 Heteroskedastisitas

Menurut Gujarati (2006) heteroskedastisitas merupakan distribusi probabilitas gangguan yang tidak memiliki varian yang sama atau variannya tidak konstan, yaitu varian setiap U_i adalah tidak sama untuk seluruh nilai-nilai variabel bebas. Secara simbolis seperti berikut :

$$\text{Var}(U_i) \neq \sigma_u^2 \text{ (suatu nilai konstan) tapi } = \sigma_{ui}^2 \text{ (suatu nilai yang bervariasi)} \quad (2.2)$$

Heteroskedastisitas terjadi apabila variasi u_t tidak konstan atau berubah-ubah secara sistematis seiring dengan berubahnya nilai variabel independen. Ada beberapa cara untuk mendeteksi ada tidaknya heteroskedastisitas. Uji Glejser dilakukan dengan membuat model regresi yang melibatkan nilai mutlak residu sebagai variabel terikat terhadap semua variabel bebas. Jika semua variabel bebas signifikan secara statistik maka dalam model regresi terdapat heteroskedastisitas (Iqbal, 2008).

2.7.4 Multikolinearitas

Menurut Gujarati (2006) masalah multikolinearitas muncul apabila terdapat hubungan yang sempurna atau pasti diantara salah satu atau lebih variabel independen dalam model. Dalam suatu kasus apabila terdapat multikolinearitas

yang serius, koefisien regresi tidak lagi menunjukkan pengaruh murni dari variabel independen dalam model. Oleh sebab itu, bila tujuan dari penelitian adalah mengukur arah besarnya pengaruh variabel independen secara akurat maka masalah multikolinearitas penting untuk diperhatikan.

Multikolinearitas dapat dideteksi dengan melihat ada atau tidaknya hubungan antar variabel independen (X) yang dianalisis. Apabila terjadi multikolinearitas dalam suatu model maka masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen (Y) tidak dapat dipisahkan sehingga estimasi yang diperoleh akan menyimpang atau bias. Selain itu, multikolinearitas dapat dilihat dari nilai R^2 yang tinggi tetapi tidak ataupun sangat sedikit koefisien regresi yang ditaksir yang berpengaruh signifikan secara statistik pada saat dilakukan uji-t dan nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) pada masing-masing variabel bebasnya lebih dari 10.

Dalam suatu situasi praktis, multikolinearitas sering muncul dalam banyak indikasi sebagai berikut :

1. R^2 Tinggi dengan Nilai t-statistik yang Rendah

Sebagaimana kita lihat pada contoh di atas, kemungkinan menemukan suatu situasi yang mana setiap koefisien regresi adalah insignifikan (yaitu, mempunyai nilai t rendah), tetapi Wald F – statistiknya adalah signifikan sangat tinggi.

2. Nilai Koefisien Korelasi Tinggi

Korelasi pasangan sejumlah variabel yang menjelaskan boleh jadi tinggi. Itu secara umum merupakan praktek yang baik untuk memperoleh korelasi antara setiap pasangan dari variabel dalam model regresi dan untuk mengecek tingginya nilai dari sejumlah variabel yang menjelaskan. Sesungguhnya korelasi seperti menjadi penyebab utama munculnya multikolinearitas antar variabel. Bisa jadi dalam analisis path, variabel yang digunakan tidak mampu dijelaskan dalam satu persamaan.

3. Spesifikasi Sensitif Koefisien Regresi

Walaupun korelasi yang tinggi antara pasangan-pasangan dari variabel independen adalah suatu kondisi kecukupan untuk multikolinearitas, tidak selalu hal ini merupakan kebenaran mutlak. Dengan kata lain, kolinearitas mungkin

hadir meskipun korelasi antara dua variabel yang menjelaskan tidak muncul tinggi. Ini disebabkan tiga atau lebih variabel mungkin mendekati linear.

4. Tes Formal untuk Multikolinearitas

Walaupun test telah diusulkan, prosedur ini hanya kelulusan terlewatkan, karena masih dipertentangkan. Hal ini disebabkan karena multikolinearitas adalah lebih merupakan masalah data dibanding dengan suatu model itu sendiri. Banyak econometricians membantah - test yang formal itu adalah bisa mempunyai arti atau tidak memberikan hasil.

Masalah multikolinearitas dapat diselesaikan dengan beberapa cara diantaranya yaitu:

1. Menghilangkan variabel-variabel
2. Memformulasikan informasi tambahan
3. Menggunakan informasi tambahan
4. Peningkatan jumlah sampel

2.8 Tinjauan Analisis Regresi Linear Berganda

2.8.1 Definisi Analisis Regresi Linear Berganda

Menurut Narimawati (2008) analisis regresi linear berganda merupakan suatu analisis asosiasi yang digunakan secara bersamaan untuk meneliti pengaruh dua atau lebih variabel bebas terhadap satu variabel tergantung dengan skala interval. Pengertian analisis regresi linear berganda menurut Sugiyono (2008) adalah analisis yang digunakan peneliti yang bermaksud meramalkan bagaimana keadaan (naik turunnya) variabel dependen (kriterium) apabila dua atau lebih variabel independen sebagai faktor prediktor dimanipulasi (dinaik turunkan nilainya). Tujuan analisis regresi linear berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua variabel atau lebih dan membuat prediksi perkiraan nilai Y atas X.

Persamaan analisis regresi linear berganda secara umum untuk menguji hipotesis-hipotesis dalam penelitian adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + e \quad (2.3)$$

Keterangan :

Y	= Variabel terikat (nilai yang diprediksikan)
a	= Konstanta
b_1, b_2, \dots, b_n	= Koefisien regresi
X_1, X_2, \dots, X_n	= Variabel bebas
e	= Tingkat kesalahan

2.8.2 Analisis Korelasi Berganda (R)

Analisis korelasi berganda (R) digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua atau lebih variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) terhadap variabel dependen (Y) secara serentak. Koefisien ini menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) secara serentak terhadap variabel dependen (Y). nilai R berkisar antara 0 sampai 1, nilai semakin mendekati 1 berarti hubungan yang terjadi semakin kuat, sebaliknya nilai semakin mendekati 0 maka hubungan yang terjadi semakin lemah.

Menurut Sugiyono (2008) pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi sebagai berikut:

0,00 - 0,199	= Sangat rendah
0,20 - 0,399	= Rendah
0,40 - 0,599	= Sedang
0,60 - 0,799	= Kuat
0,80 - 1,000	= Sangat kuat

2.8.3 Koefisien Determinan (R^2)

Koefisien determinan (R^2) dalam regresi linear berganda digunakan untuk mengetahui persentase sumbangan pengaruh variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) secara serentak terhadap variabel dependen (Y). Koefisien ini menunjukkan seberapa besar persentase variasi variabel independen yang digunakan dalam model mampu menjelaskan variasi variabel dependen. Koefisien determinan (R^2) sama dengan 0, maka tidak ada sedikitpun persentase sumbangan pengaruh yang diberikan variabel independen terhadap variabel dependen, atau variasi variabel independen yang digunakan dalam model tidak menjelaskan sedikitpun variasi variabel dependen. Sebaliknya koefisien determinan (R^2) sama dengan 1, maka persentase sumbangan pengaruh yang diberikan variabel independen terhadap variabel dependen adalah sempurna, atau variasi variabel independen

yang digunakan dalam model menjelaskan 100% variasi variabel dependen (Sugiyono, 2008).

Besarnya koefisien determinan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R^2 = (r)^2 \times 100\% \quad (2.4)$$

Keterangan :

R^2 = Koefisien determinan

r = Koefisien korelasi

2.8.4 Uji Koefisien Regresi Secara Bersama-sama (Uji F)

Menurut Sugiyono (2008) uji F digunakan untuk mengetahui apakah variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) secara bersama-sama berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen (Y). Uji F juga digunakan untuk mengetahui apakah model regresi dapat digunakan untuk memprediksi variabel dependen atau tidak. Signifikan berarti hubungan yang terjadi dapat berlaku untuk populasi (dapat digeneralisasikan).

Tahap-tahap untuk melakukan uji F menurut Duwi (2011) adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan Hipotesis

H_0 = Tidak ada pengaruh secara signifikan antara variabel bebas (X) secara bersama-sama terhadap variabel terikat (Y)

H_a = Ada pengaruh secara signifikan antara variabel bebas (X) secara bersama-sama terhadap variabel terikat (Y)

2. Menentukan tingkat signifikansi

Tingkat signifikansi menggunakan $\alpha = 5\%$ (signifikansi 5% atau 0,05 adalah ukuran standar yang sering digunakan dalam penelitian)

3. Menentukan F hitung

F hitung diperoleh berdasarkan pengujian menggunakan aplikasi SPSS

4. Menentukan F tabel

Dengan menggunakan tingkat keyakinan 95%, $\alpha = 5\%$, df 1 (jumlah variabel-1) = 2, dan df 2 ($n-k-1$) atau $18-2-1 = 15$ (n adalah jumlah kasus dan k adalah jumlah variabel independen).

5. Kriteria pengujian

- a. Ho diterima bila $F_{hitung} < F_{tabel}$
- b. Ho ditolak bila $F_{hitung} > F_{tabel}$
6. Membandingkan F_{hitung} dengan F_{tabel}
Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka Ho ditolak
7. Kesimpulan

2.8.5 Uji Koefisien Regresi Secara Parsial (Uji t)

Uji t digunakan untuk mengetahui apakah dalam model regresi variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Y) (Sugiyono, 2008). Langkah-langkah pengujian uji t adalah sebagai berikut :

1. Menentukan hipotesis
 - Ho = Secara parsial tidak ada pengaruh signifikan antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y)
 - Ha = Secara parsial ada pengaruh signifikan antara variabel bebas (X) dengan Variabel terikat (Y)
2. Menentukan tingkat signifikansi

Tingkat signifikan menggunakan $\alpha = 5\%$ (signifikansi 5% atau 0,05 adalah ukuran standar yang sering digunakan dalam penelitian).
3. Menentukan t hitung

t hitung diperoleh berdasarkan pengujian menggunakan aplikasi SPSS
4. Menentukan t tabel

Tabel distribusi t dicari pada $\alpha = 5\% : 2 = 2,5\%$ (uji 2 sisi) dengan derajat kebebasan (df) $n-k-1$ atau $18-2-1 = 15$ (n adalah jumlah kasus dan k adalah jumlah variabel independen).
5. Kriteria pengujian
 - a. Ho diterima jika $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$
 - b. Ho ditolak jika $-t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} > t_{tabel}$
6. Membandingkan t hitung dengan t tabel

Apabila $-t_{hitung} > -t_{tabel}$ maka Ho diterima
7. Kesimpulan

III. KERANGKA KONSEP PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

Gula Kristal Putih (GKP) merupakan salah satu bahan pokok yang sangat penting di Indonesia. Meskipun telah beredar bahan-bahan pemanis lainnya seperti : madu, gula merah, fruktosa dan gula tropika namun preferensi masyarakat Indonesia terhadap gula kristal putih masih lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan gula kristal putih memiliki kepraktisan (bentuk ukuran), ketersediaan, dan berbagai kelebihan lainnya yang menjadikan gula kristal putih sebagai pilihan utama bagi konsumen (Churmen, 2001). Hal tersebut mengindikasikan bahwa permintaan gula kristal putih akan terus mengalami peningkatan pada setiap tahunnya seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, peningkatan daya beli masyarakat dan pertumbuhan industri yang menggunakan gula kristal putih sebagai bahan bakunya.

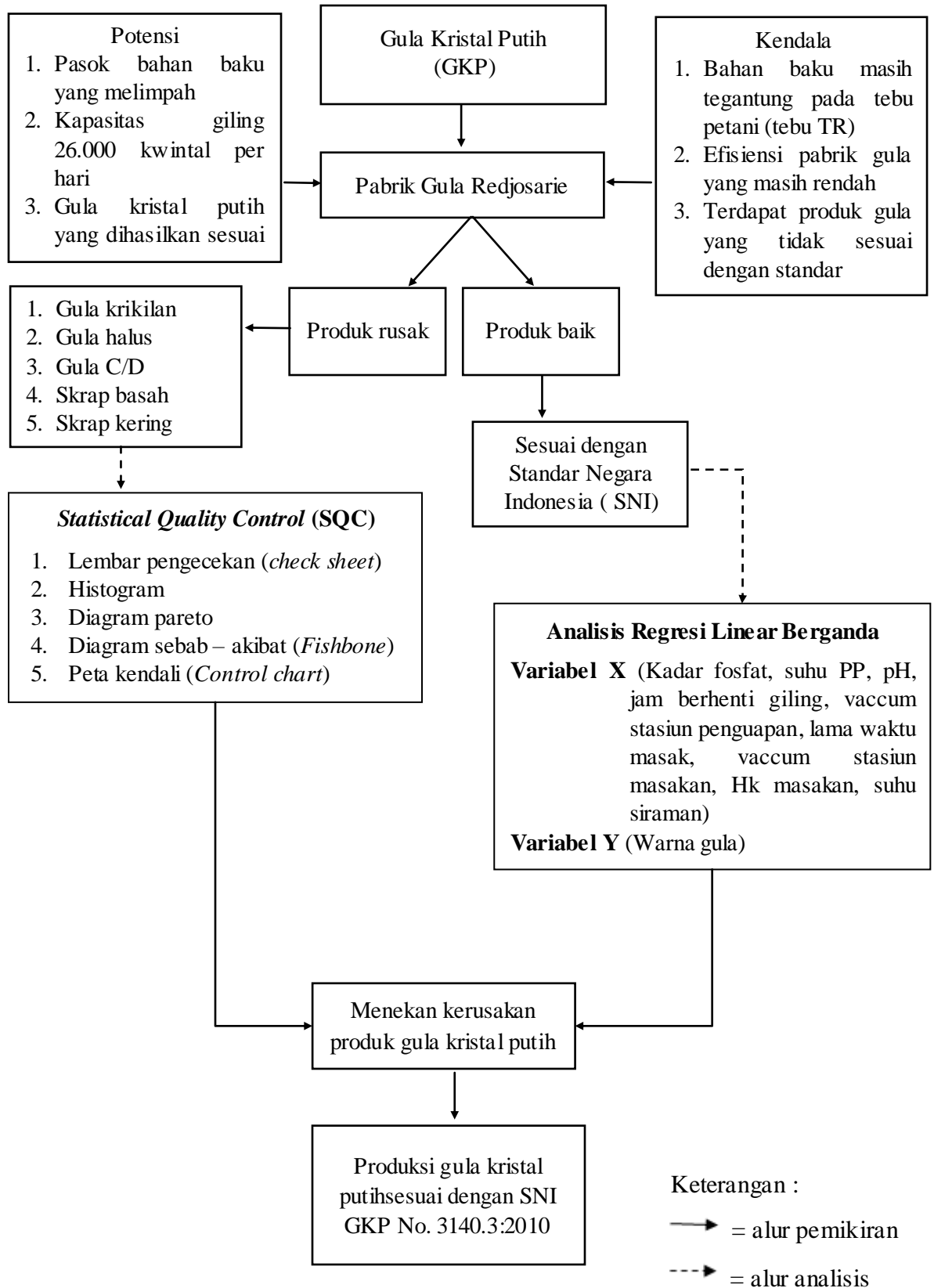
Pabrik Gula Redjosarie merupakan salah satu industri pabrik gula yang bernaung dibawah kementerian BUMN (Badan Usaha Milik Negara) dan merupakan salah satu industri yang bergerak dalam bidang pertanian. Pabrik Gula Redjosarie dikenal sebagai lumbung tebu rakyat oleh masyarakat sekitar. Hal ini karena kondisi agroekosistem yang memungkinkan tanaman tebu tumbuh dengan baik sehingga relatif dapat bersaing dengan komoditas lain. Oleh sebab itu, Pabrik Gula Redjosarie memiliki pasok bahan baku yang melimpah dari para petani di sekitar pabrik tersebut. Kapasitas giling yang cukup memadai yaitu 26.000 kwintal per hari menyebabkan Pabrik Gula Redjosarie mampu memproduksi gula kristal putih sesuai dengan pasokan bahan baku yang diterima. Gula kristal putih yang dihasilkan oleh Pabrik Gula Redjosarie sesuai dengan standar GKP I.

Pabrik Gula Redjosarie dalam menjalankan proses produksi gula kristal putih mengalami beberapa kendala. Kendala tersebut antara lain adalah ketergantungan bahan baku dari petani yang bermitra dengan pabrik atau sering disebut dengan Tebu Rakyat (TR). Kepemilikan lahan yang sempit menyebabkan pabrik gula tidak bisa membudidayakan tebu sendiri (TS) sehingga untuk memenuhi kebutuhan bahan baku harus memerlukan kerjasama dengan petani tebu. Hal tersebut menyebabkan pabrik gula tidak bisa melakukan pengawasan mengenai kualitas tebu yang dikirim kedalam pabrik sehingga kualitas tebu yang

ada tidak menentu. Tidak hanya permasalahan ketergantungan bahan baku tetapi juga dengan efisiensi pabrik gula yang masih rendah menyebabkan proses produksi gula kristal putih terganggu. Efisiensi pabrik gula yang masih rendah disebabkan karena umur peralatan dan mesin produksi yang sudah tua sehingga sering terjadi kerusakan selama proses produksi yang menyebabkan jam berhenti giling mengalami peningkatan. Kendala lain yang dialami Pabrik Gula Redjosarie adalah terdapat produk gula yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Produk gula kristal putih yang dihasilkan oleh Pabrik Gula Redjosarie terbagi menjadi dua produk yaitu produk rusak dan produk baik. Produk rusak merupakan produk yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan sedangkan produk baik adalah produk yang memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Produk yang baik di Pabrik Gula Redjosarie sesuai dengan SNI GKP I. Kualitas gula kristal putih yang dinilai dari indikator warna gula (IU) dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya : kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman. Metode analisis yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih adalah metode analisis regresi linear berganda.

Produk rusak yang masih ditemukan di Pabrik Gula Redjosarie antara lain adalah gula krikilan, gula halus, gula C/D, skrap basah, dan skrap kering. Pemecahan permasalahan tersebut, maka Pabrik Gula Redjosarie harus melakukan pengendalian kualitas gula kristal putih yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas gula serta meningkatkan volume penjualan dan keuntungan perusahaan. Analisis pengendalian kualitas gula kristal putih yang dilakukan oleh Pabrik Gula Redjosarie menggunakan metode analisis *Statistical Quality Control* (SQC) dengan menggunakan lembar pengecekan (*check sheet*), histogram, diagram pareto, peta kendali (*control chart*), dan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Adanya analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan pengendalian kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie maka dapat menekan kerusakan produk gula kristal putih sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI GKP No. 3140.3:2010.



Skema 1. Kerangka pemikiran tentang analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan pengendalian kualitas Gula Kristal Putih

3.2 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan didukung dengan sejumlah acuan teoritik mengenai konsep pengendalian kualitas, maka dapat disusun hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Diduga faktor kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman di Pabrik Gula Redjosarie berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU).
2. Diduga penyebab kerusakan gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie adalah dari faktor bahan baku, manusia, metode, mesin produksi, pengawasan kualitas dan vaccum stasiun penguapan.
3. Diduga persentase kerusakan gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie masih berada di luar batas kendali.

3.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah, terfokus dan tidak menyimpang dari topik penelitian. Penulis membatasi permasalahan dan pembahasan penelitian antara lain:

1. Objek yang diteliti adalah gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie.
2. Pendekatan yang digunakan untuk analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih adalah warna gula (IU).
3. Indikator kualitas gula kristal putih menggunakan warna gula (IU) dikarenakan pengukuran warna gula dilakukan setiap hari oleh pihak Pabrik Gula Redjosarie sedangkan indikator yang lain seperti polarisasi, kadar air, besar jenis butir, dan lain sebagainya diukur dalam satu kali periode oleh pihak P3GI, serta warna gula dengan mudah dapat dilihat secara kasat mata tanpa harus melakukan analisis di Laboratorium.
4. Data yang digunakan untuk analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih adalah data musim giling tahun 2015.
5. Pengendalian kualitas yang diteliti mencakup kegiatan mulai dari bahan baku sampai menjadi produk jadi yang berupa gula kristal putih.

6. Pendekatan yang digunakan untuk analisis pengendalian kualitas gula kristal putih adalah kerusakan produk gula kristal putih pada musim giling tahun 2011-2015.
7. Alat analisis yang digunakan untuk menganalisis pengendalian kualitas gula kristal putih hanya menggunakan 5 alat SQC antara lain : lembar pengecekan, histogram, diagram pareto, diagram sebab-akibat, dan peta kendali. Hal itu dikarenakan dengan menggunakan 5 alat tersebut sudah bisa menjawab tujuan dari penelitian ini, sedangkan alat SQC yang tidak digunakan dalam penelitian ini seperti stratifikasi dan diagram penyebaran tidak sesuai dengan tujuan penelitian. Hal tersebut dikarenakan stratifikasi merupakan teknik pengelompokan data ke dalam kategori-kategori tertentu dan diagram penyebaran merupakan grafik yang menghubungkan antara dua variabel, dimana pada analisis pengendalian kualitas ini tidak mengelompokkan data berdasarkan kategori tertentu dan tidak menghubungkan antara dua variabel.

3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

3.4.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Gula Kristal Putih

Pada analisa faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih variabel bebas yang digunakan adalah kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman. Variabel bebas yang digunakan adalah warna gula (IU).

Tabel 6. Variabel penelitian dan definisi operasional faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih

No	Konsep	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran Variabel
1	Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih	Kadar Fosfat Suhu pemanas pendahuluan (PP)	Senyawa fosfat yang terkandung dalam tebu, dimana setiap 1 kg tebu terdapat 1 mg kadar fosfat. Suhu pada pemanas pendahuluan yang digunakan untuk memanaskan nira di stasiun pemurnian	ppm °C

dengan ketentuan suhu
yang

Tabel 6. Variabel penelitian dan definisi operasional faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih (lanjutan)

No	Konsep	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran Variabel
		pH	tercapai sebesar 90 °C. Tingkat kemasaman nira yang diukur di stasiun pemurnian.	-
		Jam berhenti giling	Jumlah jam berhenti giling yang terjadi selama proses produksi gula kristal putih.	Jam
		Vaccum stasiun penguapan	Kondisi vaccum yang tercapai di stasiun penguapan pada badan akhir dengan ketentuan vaccum sebesar 62 CmHg.	CmHg
		Lama waktu masak	Waktu yang dibutuhkan selama proses pemasakan gula kristal putih dengan ketentuan lama waktu masak adalah 2-3 jam.	Jam
		Vaccum masakan	Kondisi vaccum yang tercapai di stasiun masakan.	CmHg
		HK masakan	Tingkat kemurnian gula di stasiun masakan dengan HK masakan < 85%.	%
		Suhu siraman	Suhu yang digunakan untuk proses siraman di stasiun puteran dengan ketentuan suhu yang tercapai sebesar 90 °C.	°C
2	Kualitas gula kristal putih	Warna Gula	Tingkat keputihan dan kejernihan pada gula dengan standar < 400 IU yang diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer.	IU

3.4.2 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih

Analisis pengendalian kualitas gula kristal putih menggunakan konsep *Statistical Quality Control* (SQC) yang terdiri dari lembar pengecekan (*check sheet*), histogram, diagram pareto, peta kendali (*control chart*) dan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Objek yang diteliti merupakan kerusakan produk yang tidak sesuai dengan SNI yaitu produk rusak pada musim giling tahun 2011-2015. Produk rusak yang ada di Pabrik Gula Redjosarie antara lain gula krikilan, gula halus, gula C/D, skrap basah, dan skrap kering.

Tabel 7. Variabel penelitian dan definisi operasional pengendalian kualitas gula kristal putih

No	Konsep	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran Variabel
1	Kualitas Gula yang Baik	Warna kristal	Tingkat keputihan gula.	CT
		Warna larutan	Tingkat kejernihan larutan gula.	IU
		Besar jenis butir	Besar butir kristal gula.	Mm
		Susut pengeringan	Kadar air yang terkandung dalam gula.	%
		Polarisasi	Kadar sukrosa yang terlarut dalam gula.	°Z
		Abu konduktiviti	Banyaknya zat bukan gula yang ikut terbawa di dalam kristal gula.	%
		Belerang dioksida (SO ₂)	Banyaknya kandungan belerang dioksida (SO ₂) yang ikut terbawa di dalam kristal gula.	mg/kg
2	Produk Rusak	Gula krikilan	Gula yang memiliki besar jenis butir yang melebihi standar yang ditetapkan.	Ton
		Gula halus	Gula yang memiliki besar jenis butir yang kurang dari standar yang ditetapkan.	Ton
		Gula C/D	Gula yang tidak bisa diproduksi menjadi produk jadi pada akhir	Ton

musim giling.

Tabel 7. Variabel penelitian dan definisi operasional pengendalian kualitas gula kristal putih (lanjutan)

No	Konsep	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran Variabel
4	Histogram		Diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data kualitas produk gula yang diukur berdasarkan ukurannya.	-
5	Diagram Pareto		Suatu grafik yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data kualitas produk gula. Diagram pareto dapat melihat masalah paling dominan yang mempengaruhi kualitas gula sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah.	-
6	Diagram sebab-akibat		Diagram yang menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan sebab akibat dan penyebab suatu masalah dalam kualitas gula.	-
7	Peta Kendali		Alat yang digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi aktivitas produksi gula sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas gula.	-
		CL	$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$	-
		\bar{p}	Garis pusat kerusakan gula. Rata-rata kerusakan gula.	Ton

Σnp	Jumlah kerusakan gula kristal seluruh musim	Ton
-------------	---	-----

Tabel 7. Variabel penelitian dan definisi operasional pengendalian kualitas gula kristal putih (lanjutan)

No	Konsep	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran Variabel
			giling tahun 2011-2015.	
		Σn	Jumlah total musim giling.	Tahun
			$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	
		UCL	Batas kendali atas.	-
		\bar{p}	Rata-rata kerusakan gula.	Ton
		N	Jumlah musim giling.	Tahun
			$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	
		LCL	Batas kendali bawah.	-
		\bar{p}	Rata-rata kerusakan gula.	Ton
		N	Jumlah musim giling.	Tahun

IV. METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penentuan Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Gula Redjosarie yang berlokasi di Jalan Bhayangkara Kelurahan Redjosarie Kecamatan Kawedanan, Kabupaten Magetan. Pemilihan Pabrik Gula Redjosarie sebagai lokasi penelitian dilakukan secara *purposive*. Pemilihan tempat penelitian ini dikarenakan Pabrik Gula Redjosarie merupakan salah satu pabrik gula yang berada di PT. Perkebunan Nusantara XI yang memiliki kinerja yang baik dalam bidang perkebunan tebu dan pengolahan tebu menjadi gula kristal putih dan tetes. Hal tersebut dikarenakan Pabrik Gula Redjosarie memiliki pasokan bahan baku yang melimpah dan hasil produksi gula kristal putih termasuk ke dalam SNI GKP I. Pertimbangan selanjutnya adalah masih ditemukan permasalahan terkait dengan kualitas gula kristal putih yaitu produk rusak yang berupa gula krikilan, gula halus, gula C/D, skrap basah, dan skrap kering yang tidak sesuai dengan SNI GKP No. 3140.3.2010. Pabrik Gula Redjosarie memiliki kapasitas giling 26.000 kwintal per hari. Waktu penelitian dimulai pada tanggal 22 Februari 2016 – 22 Maret 2016.

4.2 Metode Penentuan Responden

Teknik penentuan responden yang dilakukan di Pabrik Gula Redjosarie menggunakan teknik *non probability sampling* dimana metode yang digunakan adalah metode *purposive sampling*. Responden dalam penelitian ini adalah karyawan yang bekerja di kantor Pengolahan dan kantor Quality Control Pabrik Gula Redjosarie yang berjumlah 10 orang. Pemilihan responden tersebut dikarenakan dalam melakukan pengendalian kualitas yang berpengaruh cukup besar adalah di bagian pengolahan bagian quality control Pabrik Gula Redjosarie. Data responden dalam penelitian ini disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Data responden

No	Nama Responden	Jabatan
1	Ahmad Hariyanto, SP	Manajer Pengolahan
2	Edy Sucipto	Asisten Manajer Pengolahan
3	Suharjito, ST	Kasi Pengolahan
4	Susilo	Kasi Setrifikasi Produk
5	Khoirul Anwar	Kasi Lingkungan Hidup

Sumber : Pabrik Gula Redjosarie (2016)

Tabel 8. Data responden (lanjutan)

No	Nama Responden	Jabatan
6	Anggit Adhitya Warman	Administrasi Pengolahan
7	Trijono D.K, SP	Asisten Manajer Quality Control
8	Agung Suparyadi	Staf Penelitian QC
9	Andri	Staf Penelitian QC
10	Soni Suharnoko	Staf Penelitian QC

Sumber : Pabrik Gula Redjosarie (2016)

4.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan secara langsung di Pabrik Gula Redjosarie yang menjadi objek penelitian. Pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data primer

Data primer diperoleh secara langsung dari sumber data. Sumber data tersebut adalah karyawan kantor pengolahan dan kantor quality control yang terkait dalam pengambilan data yang diinginkan. Data yang didapatkan berupa proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie, faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih, dan faktor yang menyebabkan kerusakan produk gula kristal putih. Pengumpulan data primer yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Wawancara

Wawancara merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dengan melakukan diskusi atau tanya jawab secara langsung dengan pihak kantor pengolahan dan kantor quality control Pabrik Gula Redjosarie untuk memperoleh informasi mengenai jenis-jenis permasalahan dalam proses produksi gula dan penyebab dari permasalahan tersebut serta permasalahan yang berkaitan dengan pengendalian kualitas gula kristal putih.

b. Observasi

Observasi merupakan pengamatan atau peninjauan secara langsung pada tempat penelitian yaitu Pabrik Gula Redjosarie dengan mengamati bagaimana sistem kerja karyawan, proses produksi gula dari tahap awal

sampai tahap akhir dan kegiatan pengendalian kualitas gula kristal putih yang telah dilakukan di Pabrik Gula Redjosarie.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung dan pelengkap dari data primer yang dapat diperoleh dari pustaka, penelitian terdahulu, dan data perusahaan yang berhubungan dengan objek yang diteliti. Data sekunder bertujuan untuk melengkapi dan mendukung data primer yang telah didapatkan selama kegiatan penelitian. Data tersebut meliputi profil perusahaan, flowsheet proses produksi gula, jenis kerusakan selama proses produksi gula, parameter standart kualitas gula kristal putih, faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula berupa kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, suhu siraman, dan warna gula. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan berbagai cara yaitu :

a. Studi pustaka

Studi pustaka merupakan pengumpulan data dan informasi yang berkaitan dengan topik penelitian melalui literatur yang relevan seperti buku, artikel, jurnal penelitian, pendapat para ahli, dan makalah yang berguna secara teoritis dalam mendukung kegiatan penelitian.

b. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan salah satu alat kelengkapan data berfungsi dalam menunjang informasi yang telah didapatkan dari lapang sehingga mampu mendeskripsikan kondisi lapang secara lebih optimal. Dokumentasi dapat berupa dokumen, foto, video dan data-data yang terkait dengan aktivitas yang dilakukan selama kegiatan penelitian.

4.4 Metode Analisis Data

4.4.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif sering disebut pula sebagai analisis statistika deduktif yang memberi penjelasan yang berkaitan tentang bagaimana merangkum suatu kumpulan data dalam bentuk yang mudah dibaca dan dipahami dan lebih cepat memberikan informasi yang disajikan dalam bentuk grafik, tabel, nilai penyebaran dan nilai pemusatan. Analisis deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini

bertujuan untuk mencari informasi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih. Dalam proses produksi, analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan bagaimana proses produksi gula yang berlangsung pada Pabrik Gula Redjosarie yang dapat mempengaruhi kualitas gula kristal putih yang diproduksi.

4.4.2 Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linear berganda pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie. Pengolahan data faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas Gula Kristal Putih (GKP) menggunakan program SPSS (*Statistical Product and Service Solution*). Model regresi linear berganda diformulasikan sebagai berikut :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7 + b_8X_8 + b_9X_9 + e \quad (4.1)$$

Keterangan :

- Y = Warna gula (IU)
- a = Konstanta
- b = Koefisien regresi variabel $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
- X_1 = Kadar fosfat (ppm)
- X_2 = Suhu PP ($^{\circ}$ C)
- X_3 = pH
- X_4 = Jam berhenti giling (jam)
- X_5 = Vaccum stasiun penguapan (CmHg)
- X_6 = Lama waktu masak (jam)
- X_7 = Vaccum stasiun masakan (CmHg)
- X_8 = Hk masakan (%)
- X_9 = Suhu siraman ($^{\circ}$ C)
- e = Kesalahan (error)

1. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji normalitas, autokorelasi, heteroskedastisitas dan multikolinearitas. Uji normalitas adalah untuk melihat apakah nilai residual dalam suatu model regresi terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dapat dilakukan dengan uji histogram, uji normal P Plot, uji Chi Square, Skewness dan Kurtosis atau uji

Kolmogorov Smirnov. Uji normalitas dapat dilakukan dengan melihat penyebaran data faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih pada sumbu diagonal atau grafik. Apabila data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah diagonal maka model regresi memenuhi asumsi normalitas.

Uji multikolinearitas bertujuan untuk menguji adanya hubungan (korelasi) antar variabel kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman pada model regresi penelitian ini. Untuk mengetahui apakah dalam suatu model terdapat multikolinearitas maka dapat dilihat dari nilai R^2 yang tinggi, dan dilihat dari nilai *variance inflation factor* (VIF) dan nilai *tolerance*. Apabila nilai $VIF < 10$ atau nilai *tolerance* $> 0,10$ maka model tersebut tidak ada multikolinearitas antar variabel bebasnya.

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan nilai varians dari residual suatu pengamatan ke pengamatan yang lainnya. Heteroskedastisitas terjadi apabila variasi u_t tidak konstan atau berubah-ubah secara sistematis seiring dengan berubahnya nilai variabel independen. Untuk dapat mengetahui apakah dalam suatu model regresi terdapat asumsi heteroskedastisitas dapat menggunakan beberapa cara, salah satunya adalah dengan melihat ada tidaknya suatu pola tertentu pada grafik *scatterplot* yaitu antara SRESID dan ZPRED dimana sumbu Y adalah variabel warna gula (IU) sedangkan sumbu X adalah residual ($Y_{\text{residual}} - Y_{\text{sesungguhnya}}$). Apabila terdapat pola tertentu yang teratur (bergelombang, melebar, dan menyempit) maka dapat disimpulkan bahwa model tersebut terjadi heteroskedastisitas sedangkan apabila tidak ada pola yang jelas dan titik-titik menyebar di atas atau di bawah angka 0 pada sumbu Y maka tidak terjadi heteroskedastisitas.

Uji autokorelasi digunakan untuk menguji korelasi (hubungan) yang terjadi diantara anggota-anggota dari serangkaian pengamatan yang tersusun dalam rangkaian waktu (seperti pada data runtun waktu atau *time series rate*) atau yang tersusun dalam rangkaian ruang (seperti pada data silang waktu atau *cross-sectional data*). Dalam penelitian ini untuk mendeteksi ada atau tidaknya autokorelasi maka digunakan uji *Durbin-Watson* (DW test). Pengambilan

keputusan ada atau tidaknya autokorelasi pada suatu model regresi berdasarkan sebagai berikut :

- a. $4 - d_l < d_w < 4$ berarti mempunyai autokorelasi negatif
- b. $4 - d_u < d_w < 4 - d_l$ berarti tidak bisa disimpulkan
- c. $d_u < d_w < 4 - d_u$ berarti tidak mempunyai autokorelasi
- d. $d_l < d_w < d_u$ berarti tidak bisa disimpulkan
- e. $0 < d_w < d_l$ berarti mempunyai autokorelasi positif

2. Uji Regresi Linear Berganda

Pengujian regresi linear berganda menggunakan Uji F yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel X (kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman) dan variabel Y (warna gula), dimana variabel X benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap variabel Y.

Perumusan hipotesis dalam uji F adalah sebagai berikut:

H_0 = Tidak ada pengaruh secara signifikan antara kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lamawaktu masak,

vaccumstasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman (X) secara bersama-sama terhadap warna gula (Y)

H_a = Ada pengaruh secara signifikan antara kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lamawaktu masak, vaccum

stasiunmasakan, HK masakan, dan suhu siraman(X) secara bersama-samaterhadap warna gula (Y)

Koefisien determinan (R^2) digunakan untuk mengetahui persentase perubahan variabel Y (warna gula) yang disebabkan oleh variabel X (kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman), atau dengan kata lain koefisien determinan digunakan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel independen.

Uji t yang bertujuan untuk melihat apakah ada pengaruh nyata atau signifikan variabel X (kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman) mempengaruhi variabel Y (warna gula) dengan asumsi bahwa variabel lain dianggap konstan. Pengujian ini dilakukan dengan membuat

hipotesis yaitu H_0 (tidak ada pengaruh yang signifikan pada kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman terhadap warna gula (IU)) dan H_a (ada pengaruh yang signifikan pada kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman terhadap warna gula (IU)). Pengambilan keputusan didasarkan pada nilai probabilitas, apabila nilai probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima sedangkan apabila nilai probabilitas $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

4.4.3 Analisis *Statistical Quality Control* (SQC)

Analisis data menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) yang terdiri dari lembar pengecekan, histogram, diagram pareto, diagram sebab akibat, dan peta kendali. Penjelasan lebih rinci adalah sebagai berikut.

1. Lembar Pengecekan (*check sheet*)

Data yang diperoleh dari Pabrik Gula Redjosarie terutama data yang berupa jumlah produksi dan data kerusakan produk gula kristal putih pada musim giling tahun 2011-2015, kemudian disajikan dalam bentuk tabel secara rapi dan terstruktur dengan menggunakan *check sheet*. Hal ini dilakukan agar memudahkan dalam memahami data tersebut sehingga bisa dilakukan analisa lebih lanjut.

2. Histogram

Apabila ingin lebih mudah dalam membaca atau menjelaskan data dengan cepat maka data dari *check sheet* yang berupa kerusakan produk pada musim giling tahun 2011-2015 perlu disajikan dalam bentuk histogram yang berupa alat penyajian data secara visual berbentuk grafik batang yang memperlihatkan distribusi nilai yang diperoleh dalam bentuk angka.

3. Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data kerusakan gula musim giling tahun 2011-2015 dari kiri ke kanan berdasarkan urutan ranking tertinggi hingga terendah. Diagram pareto juga merupakan suatu gambar yang digunakan untuk membantu menemukan permasalahan yang terpenting dalam kerusakan gula untuk segera diselesaikan sampai dengan permasalahan yang tidak harus segera diselesaikan. Dengan menggunakan

diagram pareto maka dapat terlihat masalah mana yang lebih dominan terhadap kerusakan gula sehingga dapat diketahui prioritas penyelesaian masalah. Fungsi diagram pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas gula dari yang paling besar ke yang paling kecil.

4. Diagram sebab-akibat (*Fishbone Diagram*)

Diagram Sebab Akibat adalah sebuah alat untuk mengenali elemen proses (penyebab) yang mungkin memberikan pengaruh pada hasil. Apabila sudah diketahui masalah utama yang paling dominan terhadap kerusakan gula kristal putih maka dilakukan analisa faktor penyebab kerusakan produk tersebut dengan menggunakan diagram *fishbone*. Pada penelitian ini diagram *fishbone* digunakan untuk menganalisis faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan pada produk gula kristal putih. Setelah diketahui faktor penyebab kerusakan produk maka dapat disusun rekomendasi tindakan untuk melakukan perbaikan kualitas produk gula.

Langkah-langkah dalam penyusunan diagram *fishbone* (diagram sebab-akibat) adalah sebagai berikut :

a. Menentukan prioritas masalah

Apabila terdapat banyak permasalahan dalam kerusakan produk gula kristal putih maka perlu diteliti masalah mana yang paling penting untuk segera diselesaikan.

b. Mencari faktor penyebab masalah

Membuat daftar semua penyebab dari kerusakan produk gula kristal putih yang mungkin berpengaruh terhadap akibat yang muncul dengan menggunakan diagram sebab-akibat melalui teknik *Brainstorming* (sumbang saran). Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah manusia, material, mesin, metode dan pengawasan mutu.

c. Menemukan penyebab utama yang paling berpengaruh

Teliti dan pastikan sebab-akibat yang paling dominan dan paling berpengaruh terhadap masalah kerusakan produk gula kristal putih yang terjadi dengan memastikan adanya pengaruh antara sebab terhadap akibat. Penentuan penyebab dari suatu masalah dapat dilakukan dengan cara diskusi atau voting.

5. Analisis Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali (*Control Chart*) digunakan sebagai alat untuk mengendalikan kualitas gula kristal putih secara statistik. Adapun langkah-langkah dalam membuat peta kendali sebagai berikut :

a. Garis pusat/ *Central Line* (CL)

Garis pusat merupakan rata-rata kerusakan gula kristal putih

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (4.2)$$

Keterangan :

$\sum np$: jumlah total produk gula yang rusak

$\sum n$: jumlah total produk gula yang diperiksa

b. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

Untuk menghitung batas kendali atas atau UCL dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (4.3)$$

Keterangan :

\bar{p} : rata-rata ketidaksesuaian produk gula kristal putih

n : jumlah produksi gula

c. Batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

Untuk menghitung batas kendali bawah atau LCL dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (4.4)$$

Keterangan :

\bar{p} : rata-rata ketidaksesuaian produk gula kristal putih

n : jumlah produksi

Catatan : jika nilai $LCL < 0$ maka nilai LCL dianggap = 0

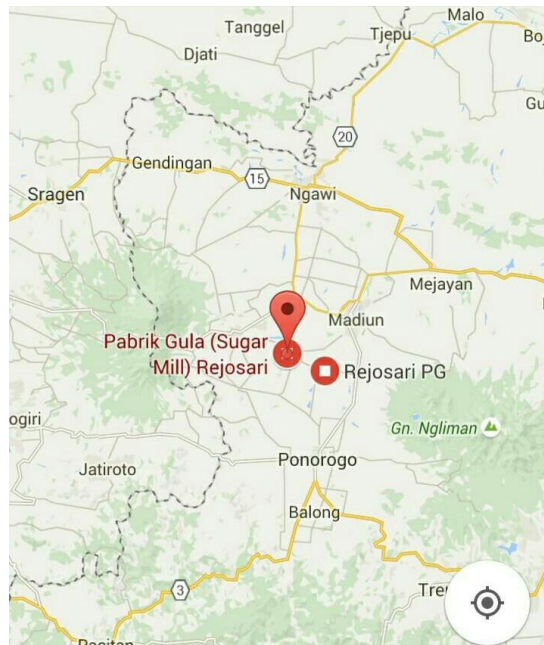
Apabila data yang diperoleh selama penelitian tidak seluruhnya berada dalam batas kendali yang telah ditetapkan maka pengendalian kualitas gula kristal putih yang dilakukan Pabrik Gula Redjosarie perlu adanya perbaikan.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Profil Pabrik Gula Redjosarie

5.1.1 Sejarah Pabrik Gula Redjosarie

Pabrik Gula Redjosarie terletak di Jalan Bhayangkara Kelurahan Redjosarie Kecamatan Kawedanan Kabupaten Magetan. Pabrik Gula Redjosarie terletak di kaki Gunung Lawu sebelah timur dengan ketinggian 117 m diatas permukaan laut. Daerah tersebut sangat cocok untuk tanaman palawija dan tebu karena kondisi tanah yang berbukit dan berbatu. Lokasi Pabrik Gula Redjosarie dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Peta lokasi Pabrik Gula Redjosarie
(Sumber : Pabrik Gula Redjosarie, 2015)

Pabrik Gula Redjosarie didirikan oleh Pemerintah Hindia Belanda pada tahun 1890 dan dimiliki oleh pihak N.I.L.M (*Nationale Industrie & Landbouw Maatschappy*). Pada tanggal 27 Desember 1957 Pabrik Gula Redjosarie diambil alih oleh Pemerintah Republik Indonesia dan pada tahun 1960-1963 Pabrik Gula Redjosarie berstatus Perusahaan Perkebunan Negara (PPN) kesatuan Jawa Timur I Surabaya. Tahun 1963-1968 Pabrik Gula berstatus Perusahaan Gula Negara dan dikelola oleh Perusahaan Perkebunan Gula daerah inspeksi wilayah V di Surabaya yang bernaung dibawah Departemen Pertanian Republik Indonesia. Tahun 1968-1 Mei 1981 Pabrik Gula Redjosarie yang berstatus Perusahaan Negara dan dikelola

oleh Direksi Perusahaan Negara Perkebunan XX berkedudukan di Jalan Merak No.

1 Surabaya. Tanggal 1 Mei 1981 sampai tanggal 13 Februari 1996, Pabrik Gula Redjosarie bersatus Perusahaan Perseroan Terbatas (Persero) dengan Peraturan Pemerintah No. 6 Tahun 1972 dan No. 43 Tahun 1974 telah menyatakan “Perusahaan Negara Perkebunan XX” dan disingkat “PT. Perkebunan XX (Persero) Pabrik Gula Redjosarie”. Tanggal 14 Februari sampai dengan sekarang berstatus PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) dan bernaung dibawah Departemen Keuangan & Departemen Pertanian Republik Indonesia.

Pabrik Gula Redjosarie dikenal sebagai lumbung tebu rakyat oleh masyarakat sekitar. Hal ini karena kondisi agroekosistem yang memungkinkan tanaman tebu tumbuh dengan baik sehingga relatif dapat bersaing dengan komoditas lain. Pentingnya tebu rakyat dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku dan pengembangan produktivitas Pabrik Gula lebih lanjut maka pihak Pabrik Gula Redjosarie memberikan pelayanan prima kepada para petani tebu dengan sebaik-baiknya. Secara periodik, Pabrik Gula Redjosarie menyelenggarakan Forum Temu Kemitraan (FTK) yang bertujuan untuk membahas berbagai persoalan yang dihadapi oleh para petani baik didalam masa giling maupun diluar masa giling.

5.1.2 Visi dan Misi Pabrik Gula Redjosarie

1. Visi

Menjadi perusahaan agribisnis berbasis tebu yang tangguh, tumbuh, dan terkemuka.

Penjelasan :

- a. Agribisnis berbasis tebu mencakup usaha yang menghasilkan produk yang berasal dari bahan baku tebu. Produk yang berasal dari bahan tebu misalnya gula kristal, alkohol, *biofuel*, biokompos, *yeast* (ragi), sirup/gula cair (*palatinusa*), L-LYSINE, ekstrak ampas, *cogeneration* (energi), *particle board*, kampak rem, kalium vinase, dan kertas.
- b. Tangguh menunjukkan kekuatan perusahaan yang tahan dalam menghadapi segala gejolak perubahan dan mampu menyesuaikan diri (adaptif) terhadap tuntutan dan tantangan perubahan lingkungan serta mampu memenangkan persaingan.

- c. Tumbuh menunjukkan keadaan perusahaan yang mampu meningkatkan nilai tambah dan kontribusi bagi *stakeholder* dari waktu ke waktu, bertambah besar skala ekonomi (skala usaha) dan profitabilitasnya secara berkelanjutan.
- d. Terkemukamenunjukkan keadaan bahwa perusahaan telah unggul dalam industri sejenis, baik dalam harga pokok produksi, kualitas produk, efisiensi penggunaan sumber daya, dan pelayanan; mampu bersaing dengan perusahaan sejenis; menjadi contoh (*role model*); serta mampu mencitrakan sebagai perusahaan agribisnis usaha tebu berkelas dunia.

2. Misi

Mengelola usaha agribisnis berbasis tebu untuk memberikan kontribusi bagi peningkatan kesejahteraan dan kemajuan *stakeholder* melalui pemanfaatan sumber daya secara efisien dan lestari.

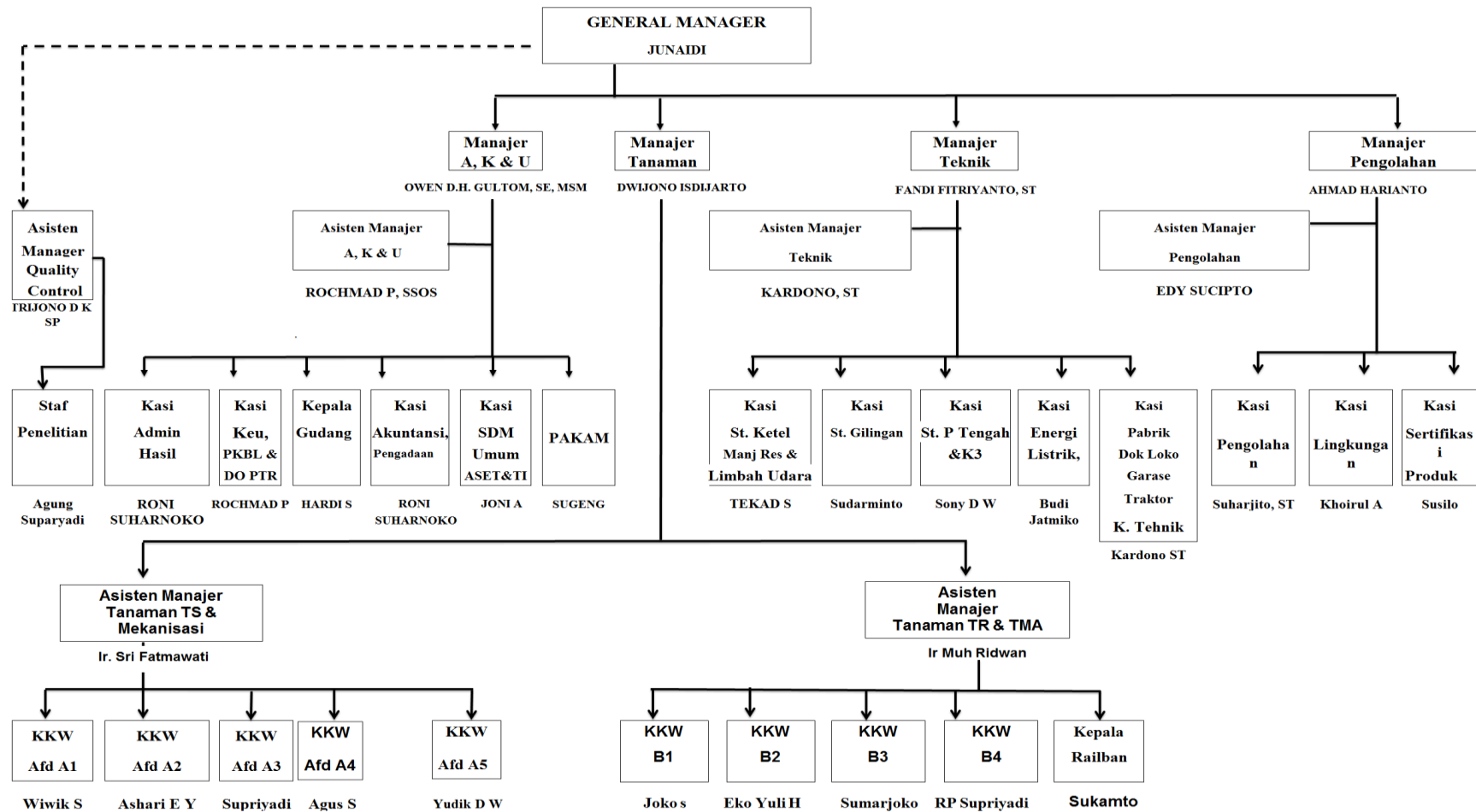
Penjelasan :

- a. Usaha utama yang dikelola oleh Pabrik GulaRedjosarie adalah agribisnis berbasis tebu yang menghasilkan kristal gula, tetes dan biokompos. Produk-produk yang lain yang berasal dari bahan tebu merupakan peluang untuk dikembangkan di masa depan.
- b. Maksud utama dari pendirian Pabrik GulaRedjosarie adalah untuk memberikan kontribusi bagi kesejahteraan dan kemajuan *stakeholder*. Aspek kesejahteraan mencakup baik kesejahteraan lahir maupun batin, sedangkan aspek kemajuan mencakup pengetahuan, budaya, dan peradaban. *Stakeholder* Pabrik GulaRedjosarie meliputi pemilik perusahaan (negara), karyawan, petani, pelanggan, pemerintah daerah, masyarakat sekitar, dan lain-lain.
- c. Sumber daya perusahaan meliputi sumber daya alam, manusia, mesin, metode, material, modal, waktu, informasi, dan lain-lain. Pabrik GulaRedjosarie berkomitmen untuk mengelola setiap satuan sumber daya perusahaan secara efisien agar menghasilkan produk-produk yang memberikan nilai tambah optimal bagi *stakeholder*.
- d. Agribisnis merupakan usaha yang berbasis sumber daya alam dan sangat dipengaruhi oleh iklim. Kelestarian alam dan lingkungan merupakan syarat bagi keberlangsungan usaha agribisnis, demikian juga bagi kesejahteraan dan kemajuan generasi berikutnya. Oleh karena itu Pabrik GulaRedjosarie dalam

menjalankan usaha berkomitmen untuk senantiasa menjaga, memelihara, dan mewujudkan kelestarian alam dan lingkungan.

5.1.3 Struktur Organisasi Pabrik Gula Redjosarie

Pelaksanaan kinerja perusahaan dalam melakukan pencapaian tujuan organisasi membutuhkan adanya roda penggerak organisasi yang diwujudkan dengan adanya struktur organisasi dalam suatu perusahaan. Berikut ini merupakan gambaran umum struktur organisasi Pabrik Gula Redjosarie yang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Struktur organisasi Pabrik Gula Redjosarie (Sumber : Pabrik Gula Redjosarie, 2016)

Tugas dan wewenang dari struktur organisasi Pabrik Gula Redjosarie Magetan dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain:

1. General Manajer

General Manajer merupakan jabatan tertinggi di Pabrik Gula Redjosarie yang diberi tanggung jawab oleh Direksi PT.Perkebunan Nusantara XI (Persero). General Manager membawahi Manajer Tanaman, Manajer Pengolahan, Manajer Teknik, dan Manajer Administrasi Keuangan dan Umum (AKU). Tugas kerja General Manager adalah sebagai berikut:

- a. Mengelola, mengembangkan strategi pabrik gula dengan prinsip *good corporate governance* selaras dengan panduan *code of conduct* dan persyaratan peraturan lain yang berlaku.
- b. Mengkoordinir 4 Bagian (AKU, Tanaman, Pabrikasi, Instalasi) untuk mencapai target produksi / RKAP.
- c. Menganalisa data menjadi informasi kinerja pabrik gula dengan manajemen yang kokoh.
- d. Mengkoordinir keabsahan, keakuratan, kelengkapan data dan informasi lainnya.
- e. Menyelesaikan permasalahan di PG terkait dengan hukum
- f. Mengatur pelaksanaan pembinaan wilayah untuk tebu TR, sedangkan untuk HGU dapat menghasilkan tanaman tebu mempunyai rendemen tinggi .
- g. Mengkoordinir agar karyawan memiliki jiwa kewirausahaan sehingga mampu menghasilkan laba di Pabrik Gula yang dipimpinnya.
- h. Mengkoordinir tiap Bagian untuk memiliki fungsi kepatuhan terkait SOP.
- i. Melakukan kegiatan EWS (*Early Warning System*).
- j. Menyusun RKAP dan pengendalian pelaksanaannya di tiap Bagian.
- k. Mengkoordinir perencanaan, penyediaan, pendayagunaan dan pengembangan SDM di pabrik gula.
- l. Mengatur penanganan limbah, pengamanan, pemeliharaan harta perusahaan.
- m. Menyampaikan laporan-laporan pabrik gula sesuai jadwal yang ditentukan.
- n. Melaksanakan *Internal Consultant*.
- o. Membina karyawan dan keluarganya sehingga mampu meningkatkan citra positif di lingkungan wilayah kerja.

2. Manajer Administrasi Keuangan dan Umum (AKU)

Manajer Administrasi Keuangan dan Umum (AKU) membawahi bidang Kasi. Sdm & Umum, Kasi. Keuangan, Kasi. Akuntansi, Kasi. Gudang, Kasi. Pengadaan dan Kasi. Administrasi Hasil. Tugas kerja Manajer Administrasi Keuangandan Umum (AKU) adalah sebagai berikut :

- a. Mengembangkan strategi bagian Administrasi Keuangan dan Umum (AKU) dengan prinsip *good corporate governance* selaras dengan panduan *code of conduct* dan persyaratan peraturan lain yang berlaku.
- b. Menyediakan kecukupan keuangan sesuai RKAP Pabrik Gula menjadi kinerja bagian AKU dan pengendalian pelaksanaannya .
- c. Mengkoordinir penyusunan Permintaan Modal Kerja dan daftar permintaan barang Pabrik Gula.
- d. Mengkoordinir administrasi semua transaksi keuangan dan admnistrasi aktiva benda Pabrik Gula.
- e. Mengkoordinir administrasi produksi, penyimpanan, pemasaran hasil produksi.
- f. Mengkoodinir administrasi SDM dan urusan Hukum Agraria.
- g. Mengkoordinir urusan asuransi, harta perusahaan, penyimpanan surat-surat berharga, dan dokumen .
- h. Mengkoordinir administrasi dan penimbangan tebu, administrasi gudang, pengadaan dan penyimpanan bahan /barang.
- i. Memeriksa kebenaran transaksi keuangan.
- j. Melaksanakan pekerjaan Bagian AKU dengan manajemen yang kokoh dan bertanggung jawab atas fungsi keuangan.
- k. Memiliki target pencapaian sasaran Bagian AKU untuk mengevaluasi keabsahan, keakuratan, kelengkapan data dan informasi lainnya meliputi Pembukuan, Kas/Bank, Pengadaan bahan/barang, SDM, Neraca/Laporan Bulan, Keamanan.
- l. Mengevaluasi Laporan Manajemen.
- m. Menyusun laporan Kinerja Individu dan Penilaian Kinerja Karyawan terkait promosi golongan / jabatan karyawan .
- n. Melakukan kegiatan EWS (*Early Warning System*)
- o. Menyusun RKAP dan pengendalian pelaksanaannya.

- p. Mengatur pengamanan, pemeliharaan harta perusahaan dan hal-hal berkaitan dengan hukum
- q. Menghimpun dan mengkompilasi laporan antar bagian di pabrik gula sesuai jadwal .
- r. Melaksanakan *Internal Consultant*.
- s. Menjalin kerjasama yang baik dengan pihak terkait.
- t. Mengembangkan dan mengevaluasi kinerja jajaran dibawahnya dalam hal efektivitas dan efisiensi kinerja.
- u. Mengkoordinasikan RKAP dan PMK.
- v. Mengendalikan biaya operasional Pabrik Gula.
- w. Mengelola Administrasi Keuangan secara tepat dan akurat.
- x. Mengelola Administrasi Gudang dan Administrasi Hasil.
- y. Menyusun dan melaksanakan tutup buku Pabrik Gula.
- z. Mengkoordinir administrasi transaksi keuangan, aktiva benda, sumber daya, harta perusahaan , pengadaan /penyimpanan bahan/barang ,penimbangan tebu, daftar permintaan barang/bahan pabrik gula, surat berharga/ dokumen.

3. Manajer Tanaman

Manajer Tanaman membawahi bidang Ketua Kebun Wilayah (KKW), Petugas Tebang Angkut (PTA), dan Petugas Tebang Rakyat (PTR). Tugas kerja Manajer Tanaman adalah sebagai berikut :

- a. Mengembangkan strategi bagian Tanaman Tebu dengan prinsip *good corporate governance* selaras dengan panduan *code of conduct* dan persyaratan peraturan lain yang berlaku.
- b. Menyediakan bahan baku tebu sesuai sasaran perusahaan dengan memperhitungkan laba rugi menjadi pasokan kinerja pabrik gula dengan manajemen yang kokoh dan bertanggung jawab atas semua fungsi di lingkup pabrik gula maupun di PTPN XI.
- c. Memiliki target pencapaian sasaran pabrik gula untuk mengevaluasi keabsahan, keakuratan, kelengkapan data dan informasi lainnya terkait dengan perkembangan globalisasi dan melakukan analisa kinerja pabrik gula.
- d. Memiliki fungsi kepatuhan terkait sebagaimana manajemen pabrik gula mematuhi peraturan dan SOP yang harus dipatuhi.

- e. Mengkoordinir kinerja bagian Tanaman sehingga sasaran kinerja pabrik gula yang dipimpin dapat tercapai.
- f. Melakukan kegiatan EWS (*Early Warning System*).
- g. Menyusun RKAP dan pengendalian pelaksanaannya bagian Tanaman.
- h. Mengatur pembinaan wilayah, pengamanan, pemeliharaan harta perusahaan dan hal-hal berkaitan dengan hukum khusus bagian tanaman.
- i. Menyampaikan laporan-laporan bagian tanaman pabrik gula sesuai jadwal yang ditentukan.
- j. Melaksanakan *Internal Consultant* bagian tanaman.
- k. Menjalin kerjasama yang baik dengan pihak terkait di bagian Tanaman
- l. Memberdayakan, mengawasi, melatih, mengembangkan dan mengevaluasi kinerja para karyawan.
- m. Manajer bagian dan jajaran dibawahnya dalam hal efektivitas kinerja.

4. Manajer Teknik

Manajer Teknik bidang ini membawahi : kasi ketel, listrik, gilingan, besali, pemurnian, penguapan, masakan, pendingin, puteran, bangunan & limbah, peltek.

Tugas Manajer Teknik adalah sebagai berikut :

- a. Merencanakan dan melaksanakan jadwal pemeliharaan/perbaikan peralatan pabrik di luar dan di dalam masa giling sesuai bagian/stasiun ketel yang menjadi tanggung jawabnya.
- b. Melakukan penyusunan serta evaluasi RKAP, PMK, AU-20 dan Investasi di bagian/stasiun yang menjadi tanggung jawabnya.
- c. Memelihara kelancaran reparasi mesin dan instalasi untuk mencapai kapasitas giling yang direncanakan, baik kualitas maupun kuantitasnya di bagian/stasiun yang menjadi tanggung jawabnya.
- d. Mengawasi dan mengendalikan penggunaan maupun pengadaan barang/bahan pabrik seefektif dan seefisien mungkin.
- e. Menyusun dan melakukan evaluasi jumlah tenaga kerja yang ada di bagian/stasiunnya.
- f. Melaksanakan terselenggaranya P2K3.

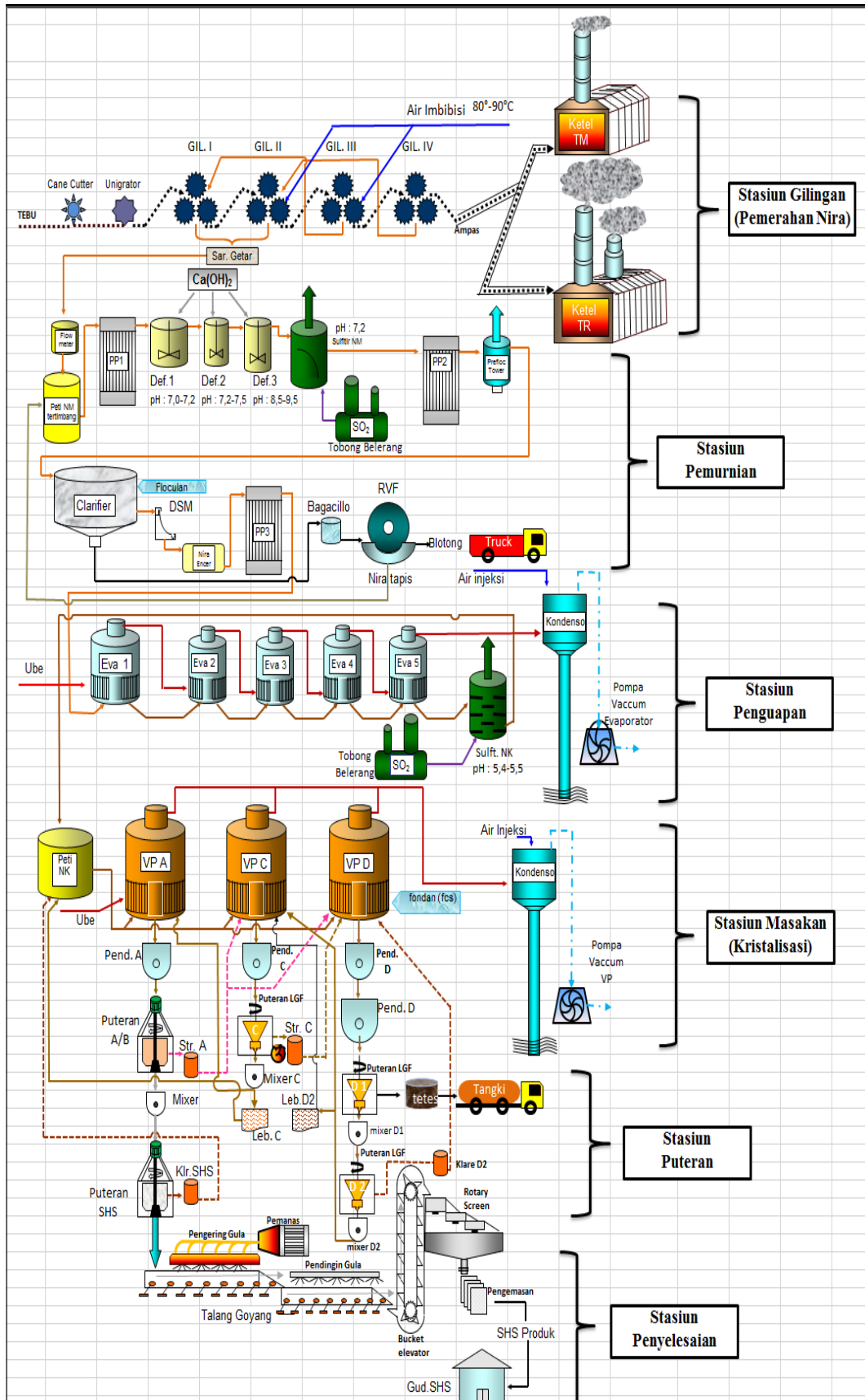
5. Manajer Pengolahan

Tugas dan tanggung jawab dari Manajer Pengolahan adalah bertanggung jawab atas pelaksanaan pengolahan/produksi gula dan limbah. Bagian manajer pengolahan ini membawahi :

- a. Asisten manajer pengolahan berperan mewakili tugas-tugas manajer
- b. Staf pengolahan/produksi gula berperan membantu dalam melaksanakan pengolahan/produksi gula.
- c. Staf laboratorium berperan membantu dalam melaksanakan analisa laboratorium atas produksi gula.
- d. Staf pengolahan limbah berperan membantu dalam melaksanakan pengolahan limbah pabrik

5.2 Proses Produksi Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Redjosarie

Proses produksi gula kristal putih memerlukan waktu pengolahan 6-8 jam. Dalam waktu yang relatif singkat tersebut kualitas dan macam produk gula yang dihasilkan ditentukan oleh proses produksi yang dilakukan di dalam pabrik. Pabrik gula di Indonesia menggunakan proses sulfitasi untuk melakukan proses produksi gula kristal putih. Salah satu contoh pabrik gula yang menggunakan proses sulfitasi dalam melakukan proses produksi gula kristal putih adalah Pabrik Gula Redjosarie. Proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie terbagi menjadi enam stasiun kerja, antara lain : stasiun gilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan, stasiun puteran, dan stasiun penyelesaian.



Gambar 8. Flowsheet proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjoserie (Sumber : Pabrik Gula Redjoserie, 2016)

Proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie dibagi menjadi 6 stasiun kerja, antara lain :

1. Pemerahan Nira (Stasiun Gilingan)

Proses pemerahan nira dari batang tebu yang sudah disiapkan menjadi cacahan yang halus dengan alat kerja pendahuluan sebelumnya dilaksanakan dengan menggunakan alat yang disebut gilingan. Tujuan dari gilingan adalah untuk mengambil nira dalam tebu semaksimal mungkin sehingga kehilangan gula dalam ampas seminimal mungkin (pol ampas rendah). Tebu yang masuk ke stasiun gilingan langkah awal melewati meja tebu (*cane table*). Tebu yang sudah ada di *cane table* selanjutnya masuk ke alat kerja pendahulu yaitu *cane cutter* dan *unigrator*. *Cane cutter* bertujuan untuk memotong tebu menjadi ± 20 cm sedangkan *unigrator* berfungsi sebagai pencacahan. Kegunaan alat kerja pendahulu adalah untuk membuka sel-sel tebu agar lebih mudah melewati proses pemerahan nira selanjutnya.

Tebu yang telah melewati alat kerja pendahulu selanjutnya akan melewati proses pemerahan nira pertama yaitu pada gilingan I. Gilingan I akan menghasilkan Nira Perahan Pertama (NPP) yang langsung dialirkan ke bak nira tertimbang. Gilingan I memiliki tekanan hidrolik sebesar 200 kg/cm^2 . Setelah melewati proses pemerahan di gilingan I selanjutnya melewati proses pemerahan di gilingan II. Pada gilingan II menghasilkan Nira Perahan Lanjutan 2 (NPL 2) dan memiliki tekanan hidrolik sebesar 180 kg/cm^2 . Setelah melewati proses pemerahan di gilingan II selanjutnya melewati proses pemerahan di gilingan III. Pada gilingan III menghasilkan Nira Perahan Lanjutan 3 (NPL 3) dan memiliki tekanan hidrolik sebesar 180 kg/cm^2 . Hasil perahan nira pada gilingan III digunakan untuk pengenceran ampas pada gilingan II. Proses pemerahan nira terakhir berlangsung di gilingan IV. Pada gilingan IV menghasilkan Nira Perahan Lanjutan 4 (NPL 4) dan memiliki tekanan hidrolik sebesar 200 kg/cm^2 . Hasil perahan nira pada gilingan IV digunakan untuk pengenceran ampas pada gilingan III. Pada gilingan II diberi air imbibisi murni sebesar 60 % dan untuk gilingan III di beri air imbibisi murni sebesar 40%. Air imbibisi murni berasal dari air panas/air kondensat dengan suhu $75 \text{ }^\circ\text{C}$. Pemberian air imbibisi bertujuan untuk membantu pengeluaran nira pada gilingan berikutnya, sehingga kehilangan gula

dalam ampas dapat di tekan sekecil mungkin. Imbibisi di Pabrik Gula Redjosarie menggunakan sistem imbibisi majemuk yaitu tidak hanya pemberian air saja melainkan pemberian nira agar % pol ampasnya rendah.



Gambar 9. Stasiun gilingan (Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

2. Pemurnian Nira (Stasiun Pemurnian)

Proses yang terjadi di stasiun pemurnian bertujuan untuk menghilangkan bukan gula (BG) sebanyak mungkin yang berada di dalam nira mentah dengan menekan kerusakan dan kehilangan gula seminimal mungkin dengan cara kimia, fisika dan cara kimia fisika. Komponen yang terkandung di dalam nira merupakan bahan terlarut berupa sukrosa dan monosakarida yang mempunyai sifat yang saling berlawanan. Dimana sukrosa tidak tahan dalam keadaan asam dan sebaliknya monosakarida akan stabil dalam keadaan asam dan akan pecah dalam situasi alkalis, sehingga diupayakan dengan pengaturan pH, suhu dan waktu agar tahan dalam keadaan ekstrim secara bersamaan.



Gambar 10. Stasiun pemurnian (Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

Nira mentah yang akan diproses di stasiun pemurnian berasal dari stasiun gilingan yang terdiri dari air, brix, pol (gula), bukan gula (BG), dan kotoran. Nira

mentah yang telah ditampung di bak nira mentah tertimbang selanjutnya dipompa ke Pemanas Pendahuluan I (PP I) dengan suhu 75° - 80° C yang bertujuan untuk mengumpulkan protein nira dan koloid, mencegah dan mematikan mikroba serta mempercepat poses reaksi. Nira yang telah dipanaskan pada PP I selanjutnya masuk ke Defekator I. Pada Defekator I, nira diberi susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) sebesar 6° Be dengan pH 7,0-7,2 yang bertujuan untuk menetralkan nira supaya tidak terjadi inversi. Setelah nira berada di Defekator I selanjutnya masuk ke Defekator II dan Defekator III. Pada Defekator II dan Defekator III juga diberikan Susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dengan pH 8,6-10,5 yang bertujuan untuk membentuk inti endapan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Selanjutnya nira menuju ke Peti sulfitir nira mentah yang selanjutnya akan direaksikan dengan SO_2 dengan pH 7-7,2 yang bertujuan untuk menetralkan kelebihan susu kapur dan membentuk endapan.

Nira mentah tersulfitir dipompa ke Pemanas Pendahulu II (PP II) dengan suhu 105° - 110° C yang bertujuan untuk menyempurnakan reaksi antara ion kalsium dengan anion sulfit, menurunkan viskositas nira, dan menurunkan kelarutan endapan kalsium sulfit. Setelah PP II, nira mentah sulfitir dialirkan ke Flash Tank yang bertujuan untuk mengeluarkan gas-gas yang tidak terembunkan yang dapat mengganggu proses pengendapan. Nira yang telah melewati Fash Tank selanjutnya dialirkan ke *Single Tray Clarifier* (STC) yang bertujuan untuk mempermudah atau mempercepat proses pengendapan dan mempercepat reaksi antara flocculant dengan endapan. Pada *Single Tray Clarifier*, nira diberi larutan flocculant yang bertujuan untuk mempercepat pengendapan dan mengikat kotoran yang berbentuk koloid menjadi gumpalan. Nira yang telah melalui *Single Tray Clarifier* (STC) kemudian nira dijernihkan menggunakan DSM screen yang hasilnya berupa nira jernih yang ditampung pada *Clear Juice Tank*, sedangkan nira kotoranya ditampung pada peti nira kotor yang selanjutnya akan ditapis pada RVF (*Rotary Vacum Filter*). Hasil dari RVF yang berupa nira tapis dialirkan ke bak nira mentah tertimbang. Pada RVF menghasilkan hasil sampingan berupa blotong. Nira yang ditampung di *Clear Juice Tank* berupa nira encer selanjutnya dipompa ke Pemanas Pendahulu III (PP III) dengan suhu 110° - 115° C yang bertujuan untuk membantu proses penguapan.



Gambar 11. *Rotary Vacuum Filter*(RVF)
(Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

3. Penguapan Nira (Stasiun Penguapan)

Proses penguapan mempunyai tujuan untuk menguapkan sebagian besar air yang terkandung dalam nira encer ($\pm 70\%$) tanpa merusak sukrosa yang dilakukan seefisien mungkin hingga konsentrasi nira mendekati jenuh dengan kekentalan $\pm 32^\circ\text{Be}$ atau nilai brix sekitar 60 dan menekan kehilangan gula sekecil mungkin. Jika badan penguapan tidak mampu menghasilkan nira yang diharapkan maka akan menambah beban di stasiun masakan.



Gambar 12. Stasiun Penguapan (Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

Cara penguapan nira yaitu dengan menguapkan air di dalam bejana uap dengan suhu $>100^\circ\text{C}$. Penguapan nira dilakukan dalam bejana bertekanan yaitu pada BP I dan II serta BP III, IV dan V dalam kondisi vacuum dimana badan akhir vacuum 60-63 CmHg dengan tujuan menurunkan suhu didih nira untuk menghindari kerusakan sukrosa karena peningkatan suhu dan mengurangi penggunaan uap. Satu seri badan penguapan di Pabrik Gula Redjosarie menggunakan tipe *Quintuple effect*. Dengan tipe *Quintuple effect* berarti 1 kg uap mampu menguapkan 5 kg air. Badan penguapan di Pabrik Gula Redjosarie

berjumlah 6 unit, dimana setiap harinya beropersai 5 unit saja karena 1 unit untuk setiap harinya dilakukan penyekrapan (pembersihan).

Nira yang dipanaskan di PP III dialirkan ke Badan Penguapan I (BP I) yang diuapkan dengan menggunakan uap bekas. Nira yang telah diuapkan di BP I selanjutnya dialirkan ke BP II, pada BP II dilakukan penguapan lagi dengan menggunakan uap nira yang dihasilkan dari penguapan di BP I. Setelah nira diuapkan di BP II selanjutnya nira diuapkan di BP III dengan menggunakan uap nira yang dihasilkan dari penguapan BP II. Nira dari BP III diuapkan lagi di BP IV dengan menggunakan uap nira yang dihasilkan dari penguapan BP III. Nira dari BP IV diuapkan lagi di BP V atau badan penguapan akhir dengan menggunakan uap nira yang dihasilkan dari penguapan BP IV. Uap nira yang dihasilkan pada BP V ditarik ke bejana pengembunan (kondensor) yang bertujuan untuk dikondensasikan dengan air dan membuat vacuum sedangkan nira kental pada badan akhir (BP V) ditarik pompa ke peti nira sulfitir yang bertujuan untuk menurunkan pHnya sampai dengan pH 5,4-5,5. Sulfitir nira kental bertujuan agar viskositas nira berkurang dan pemucatan warna nira kental dengan perubahan *ferri* menjadi *ferro*.

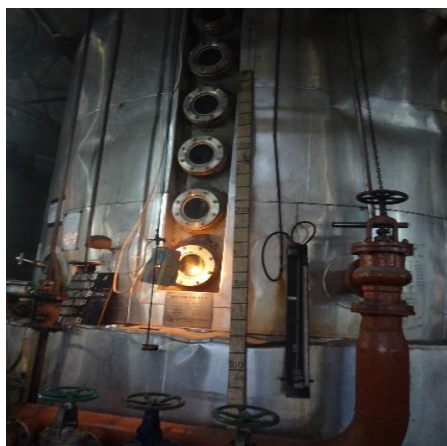
4. Proses Kristalisasi (Stasiun Masakan)

Proses kristalisasi adalah proses perubahan nira kental dari zat cair ke zat padat yang berbentuk kristal dengan cara menguapkan air yang terkandung dalam nira sampai dengan ukuran kristal yang dikehendaki. Bejana terjadinya pemasakan adalah suatu effect tunggal penguapan yang bekerja di bawah hampa (*single effect evaporator*) dengan kondisi vacuum 60-62 CmHg dalam suatu pipa pemanas. Didalam praktek kristalisasi tidak mungkin dapat berhasil mengeluarkan semua gula yang ada dalam nira kental sebagai kristal, tetapi harus melalui beberapa tingkat pemasakan. Di Pabrik Gula Redjosarie, proses pemasakan yang dilakukan berjalan dengan sistem tiga tingkat pemasakan ACD. Tingkatan masakan ini berdasarkan HK bahan yang ada yaitu < 85%.

a. Masakan A

Masakan A adalah masakan yang berbahan diskap atau nira kental dengan gula halus sebagai bahan bibitan yang menghasilkan gula SHS, stroop A dan klare SHS yang menjadi hasil sampingan. Pertama-tama adalah membuat bibit (A_2) dengan cara menarik diksap dan babonan gula C dan D_2 untuk dilebur ± 100 HL (*graining volume*) dipekatkan sampai benangan ± 2 cm, kemudian tarik gula halus (*einwurf*) dari peti babonan ± 20 HL, suhu diatur agar kejenuhan tetap berada pada daerah meta mantap sambil melihat kondisi pasir. Apabila hasil kristal masih kotor segera dicuci dengan air dan klare SHS. Bila kondisi kristal sudah cukup rata dan rapat, dilanjutkan dengan menarik diksap sambil melihat kemampuan pasir, lihat keadaan kristal jangan sampai timbul pasir palsu. Begitu seterusnya hingga dicapai volume ± 250 HL.

Apabila bibit sudah tipis (benangan) dari larutan induknya, maka bibit tersebut dioper ke pan B, operannya setengah dilanjutkan dengan penarikan diksap atau leburan gula C dan D_2 dilebur dengan diksap dan klare SHS untuk pembesaran kristal dan keadaan masak tetap dipertahankan pada daerah meta mantap. Apabila kondisi larutan (benangan) sudah tipis, volume sudah mencapai 200 HL dan besar kristal sudah rata, maka bibit (A_2) dioper setengah volume dari bibit tersebut (± 100 HL) menjadi masakan jenis A_1 . Demikian proses dilakukan berulang-ulang hingga volume masakan A_1 penuh ± 250 HL. Apabila masakan sudah tua, benangan tipis dan besar kristal sudah rata dan memenuhi syarat maka siap diturunkan.



Gambar 13. Pan masakan A (Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

b. Masakan C

Masakan C adalah masakan yang berbahan dari diskap, stroop A dan menggunakan bibitan dari gula D₂ yang menghasilkan gula C dan stropp C. Pertama-tama tarik stroop A ± 100 HI, ditambah diksap ± 20 HL, tahan sampai benangan 2,5 cm. Kemudian masukan gula D₂ sebagai inti kristal ± 100 cc. Tahan masakan pada daerah metamantap dan jangan sampai timbul kristal palsu. Kemudian dilakukan sogokan untuk melihat HK masakan dan untuk menarik bahan yang akan ditambahkan selanjutnya, sehingga didapat masakan turun sesuai dengan yang dikehendaki.



Gambar 14. Pan masakan C (Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

c. Masakan D

Masakan D adalah masakan gula yang berbahan dari diskap, stroop A, stroop C dan klare D dengan menggunakan fondan sebagai bibitan dan menghasilkan gula D, tetes dan klare D. Pertama-tama adalah membuat bibit D₂, yaitu menarik diksap dan stroop A ± 100 HL, lalu dilanjutkan dengan pemekatan hingga tercapai pada kejenuhannya. Kemudian masukan fondan sebanyak ± 200 cc lewat lubang pemasukan yang berfungsi sebagai inti kristal, tahan beberapa saat. Lihat dalam mikroskop untuk mengetahui kondisi pasir rata atau tidak. Kemudian lakukan sogokan untuk melihat HK masakan, sehingga akan diketahui bahan apa yang akan ditambahkan selanjutnya.

Apabila Kristal sudah rapat dan volume mencapai 250 HL, maka masakan D₂ dipecah ke pan lain untuk dijadikan setengah volume bibit D₂ (125 HL). Kemudian masing-masing pan ditambah klare D atau stroop C, selanjutnya dilihat hasilnya melalui sogokan. Pemilihan penarikan larutan/bahan harus diperhitungkan bahwa nantinya masakan D turun dengan HK 59 – 60%. Setelah

dapat pilihan bahan yang akan ditarik, maka penarikan bahan tersebut sampai volume pan masakan penuh (± 250 HL). Selanjutnya dengan penuaan masakan ini dapat dilihat dengan mikroskop. Bila kristal sudah rata, kuat dan rapat serta lapisan induk sudah tipis, maka masakan siap diturunkan.



Gambar 15. Pan masakan D (Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

5. proses Pemisahan (Stasiun Puteran)

Stasiun puteran mempunyai tujuan utamayaitu memisahkan antara gula atau padatan dengan stroop atau cairannya berdasarkan dengan *gaya centrifugal*. Pemisahan antara gula dengan stroop dilakukan dengan cara menyaring. Penyaringan dilakukan dengan kekuatan putaran. Alat putaran dilengkapi dengan saringan didalamnya, sehingga stroopak akan lolos menembus saringan dan gula akan tertekan disaringan. Pabrik Gula Redjosarie memiliki 2 tipe puteran yaitu *High Grade Fugal* (HGF) dan *Low Grade Fugal* (LGF). Puteran *High Grade* digunakan untuk memutar hasil dari masakan (*masquite*) A, sedangkan untuk puteran *Low Grade* digunakan untuk memutar hasil masakan (*masquite*) C dan D. Puteran *High Grade* terdiri dari 1 jenis puteran yang disebut *Single Curring* yang berjumlah 2 unit sedangkan puteran *Low Grade* terdiri dari 2 jenis puteran yaitu 2 unit puteran C₁ dan 6 unit puteran D₁ serta 3 unit puteran D₂.

a. Puteran *High Grade Fugal* (HGF)

Puteran *High Grade* digunakan untuk memutar hasil dari masakan (*masquite*) A yang memiliki nilai HK 80-82%. Cara kerja puteran HGF adalah alat puteran secara otomatis berputar dengan kecepatan 250 rpm dan membuka saluran masuk masakan yang akan diputar hingga ketebalan yang dikehendaki. Selanjutnya alat secara otomatis menambah kecepatan putar dan diberi air siraman yang bersuhu 70° C. Siraman A pada kecepatan 350 rpm selama 10-15 detik yang akan menghasilkan stroop A dan siraman B pada kecepatan putar 675 selama 10 detik yang akan menghasilkan klare SHS. Kecepatan putar saat mencapai 1.050 rpm dilakukan penyetiman dengan uap baru selama beberapa detik, setelah itu kecepatan putar akan menurun hingga 50 rpm dan alat penggaruk gula akan secara otomatis membajak gula dari basket puteran dan gula SHS turun ke talang goyang. Puteran HGF menghasilkan 3 jenis produk yaitu gula SHS, stroop A dan klare SHS. Gula SHS merupakan gula kristal putih yang siap dipasarkan ke konsumen dan digunakan untuk konsumsi rumah tangga maupun sektor industri, stroop A merupakan bahan masakan untuk masakan C sedangkan klare SHS merupakan bahan masakan untuk masakan A.



Gambar 16. Puteran *High Grade Fugal* (HGF)
(Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

b. Puteran *Low Grade Fugal* (LGF)

Puteran *Low Grade* digunakan untuk memutar hasil masakan (*masquite*) C dan D. Puteran LGF dijalankan secara kontinyu dengan penggerak motor listrik, sebelum menjalankan puteran terlebih dulu menjalankan pompa oli yang berfungsi sebagai pelumas puteran. Setelah puteran berputar penuh, *valve mesquite* dibuka dan disemprot dengan air panas (suhu 40°C) bertujuan memisahkan stroop dengan kristal gula dengan gaya centrifugal, gula terlempar

dari basket dan ditangkap oleh badan puteran jatuh ke mixer. Untuk puteran D_1 menghasilkan gula D_1 dan tetes, sedangkan puteran D_2 menghasilkan gula D_1 dan klare D. Gula D merupakan bahan masakan untuk masakan A dan C, tetes merupakan produk sampingan yang digunakan untuk pupuk tanaman tebu dan juga untuk bahan pembuatan kecap. Masakan C dipompa ketalang mixer C, kemudian masuk keputaran kontinyu. Putaran C menghasilkan gula C dan stroop C. Gula C merupakan bahan masakan untuk masakan A sedangkan stroop C merupakan bahan masakan untuk masakan D.



Gambar 17. Puteran *Low Grade Fugal* (LGF)
(Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

6. proses Penyelesaian (Stasiun Penyelesaian)

Tahap akhir proses produksi gula adalah di stasiun penyelesaian. Tujuan stasiun penyelesaian adalah agar kristal gula dapat terjamin keamanan dan daya tahannya terhadap pengaruh perubahan kualitas, sehingga menghasilkan standar mutu yang baik. Untuk mencapai sasaran tersebut, maka kristal hasil puteran SHS yang masih mengandung air dan ukuran kristalnya tidak rata, terlebih dulu harus disempurnakan dengan cara :

- a. Kandungan air dalam kristal dihilangkan dengan pengeringan gula (*Sugar Dryer*) dan pendinginan (*Sugar Cooler*)
- b. Kerataan kristal dilakukan dengan penyaringan (*Rotary Sugar Screen*)
- c. Pembungkusan/pengemasan dilakukan dengan dilapisi plastik dan penjaitan sak.

Gula produk dari penyaringan dikemas dalam karung plastik dan ditimbang pada timbangan berkel dengan berat netto 50 kg/karung. Gula yang telah ditimbang dan dikemas harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Gula harus kering dan bersih (kadar air minimal 0,7 %)

- b. Warna kristal gula sesuai standar P3GI (<400 IU)
- c. Ukuran kristal memenuhi standar (0,8–1,1 mm)
- d. Berat bersih tiap karung 50 kg
- e. Karung utuh atau tidak robek dan dalam keadaan rapi.



Gambar 18. Stasiun penyelesaian(Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

7. Gudang Penyimpanan

Fungsi dari gudang penyimpanan adalah untuk menampung dan menyimpan hasil gula produk setelah melalui pengepakan dalam karung dengan berat bersih 50 kg. Agar kualitas gula didalam gudang dapat tahan dan aman, maka bangunan gudang harus memenuhi persyaratan tertentu. Syarat-syarat gudang penyimpanan adalah sebagai berikut :

- a. Konstruksi bangunan kuat baik lantai, dinding dan atap tidak bocor serta tidak mudah tergenang air
- b. Kondisi ruangan kering atau tidak lembab sehingga harus dipasang *hygrometer* untuk mengetahui kelembaban udara dalam gudang
- c. Terdapat alat pemadam kebakaran
- d. Ventilasi dan penerangan cukup
- e. Lantai harus dibuat sedemikian rupa agar selalu kering
- f. Jauhkan dari benda yang mudah terbakar
- g. Terdapat alat thermometer untuk mengetahui suhu dalam gudang



Gambar 19. Gudang penyimpanan gula (Sumber : Dokumentasi peneliti, 2016)

Untuk memenuhi persyaratan gudang penyimpanan tersebut maka di Pabrik GulaRedjosarie pada atapnya dipasang seng, sedangkan lantai gudang terdiri dari:

- a. Lantai beton sebagai lapisan terbawah
- b. Anyaman bambu (gedeg) dan keping untuk memberi sirkulasi udara
- c. Karung goni sebagai lapisan teratas

Sistem penyusunan karung gula digudang pada Pabrik GulaRedjosarie disebut staple yaitu cara penyusunan karung setiap 10 karung disusun 6 karung membujur dan 4 karung melintang dengan tinggi maksimal 45 karung, hal ini ditujukan untuk mempermudah dalam perhitungan.

Kapasitas gudang

Gudang A = Untuk gudang pupuk

Gudang B = 58.000 Kw gula SHS

Gudang C = 47.000 Kw gula SHS

Gudang D = Untuk menyimpan *raw sugar*

Gudang E = 32.500 Kw gula SHS

Gudang F = 32.500 Kw gula SHS

Gudang G = 11.500 Kw gula SHS

5.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Redjosarie

Sebelum dilakukan analisis uji asumsi klasik dan analisis regresi linear berganda, terlebih dahulu dilakukan uji validitas dan uji reabilitas yang bertujuan untuk menguji keakuratan instrumen atau variabel penelitian. Uji validitas adalah suatu pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui sah atau tidaknya variabel yang digunakan dalam pengumpulan data penelitian, sedangkan uji reabilitas merupakan suatu pengukuran yang bertujuan untuk menguji konsistensi variabel pengukuran dari waktu ke waktu apabila fenomena yang diukur tidak berubah. Uji reabilitas dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji reabilitas

Cronbach's Alpha	N of Items
.616	10

Sumber : Hasil Pengolahan data (2016)

Berdasarkan hasil uji reabilitas diketahui nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,616 yang berarti nilai tersebut lebih besar dari 0,60 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel yang digunakan dalam penelitian ini reliabel atau konsisten. Uji validitas dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji validitas

	R Tabel	R Hitung (Pearson Correlation)
Warna gula	0,334	0,507
Kadar fosfat	0,334	0,954
Suhu PP	0,334	0,506
pH	0,334	0,779
Jam berhenti giling	0,334	0,422
Vaccum stasiun penguapan	0,334	0,839
Lama waktu masak	0,334	0,510
Vaccum stasiun masakan	0,334	0,463
HK masakan	0,334	0,596
Suhu siraman	0,334	0,822

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Variabel penelitian dikatakan valid apabila nilai R hitung lebih besar dari R tabel. Jumlah n pada penelitian sebesar 35 dengan tingkat signifikansi sebesar 0,05 sehingga nilai df nya ($35 - 2 = 33$) adalah 0,334. Berdasarkan hasil uji validitas diketahui bahwa nilai R hitung variabel warna gula, kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak,

vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman secara berturut-turut sebesar 0,507; 0,954; 0,506; 0,779; 0,422; 0,839; 0,510; 0,463; 0,596; dan 0,822. Nilai tersebut lebih besar dari nilai R tabel (0,334) sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel penelitian yang digunakan adalah valid.

5.3.1 Uji Asumsi Klasik

Pengujian asumsi klasik adalah persyaratan statistik yang harus dipenuhi pada analisis regresi linear berganda yang berbasis *Ordinary Least Square* (OLS). Tujuan pengujian asumsi klasik adalah untuk memberikan kepastian bahwa persamaan regresi yang didapatkan memiliki ketetapan dalam estimasi, tidak bias, dan konsisten. Uji asumsi klasik yang digunakan pada penelitian ini adalah uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi. Penjelasan lebih rinci adalah sebagai berikut.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk melihat apakah nilai residual dalam suatu model regresi terdistribusi normal atau tidak. Data yang baik dan layak digunakan dalam suatu penelitian adalah data yang memiliki distribusi normal. Data berdistribusi normal merupakan data yang mempunyai sebaran merata sehingga benar-benar dapat mewakili populasi. Pada penelitian ini, uji normalitas yang digunakan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas yaitu apabila nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* lebih besar dari 0,05 maka data tersebut terdistribusi normal, sedangkan apabila nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* lebih kecil dari 0,05 maka data tersebut tidak terdistribusi normal. Perhitungan uji normalitas dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji normalitas dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*

		Unstandardized Residual
N		35
Normal Parameters ^a	Mean	.0000000
	Std. Deviation	5.49949135
Most Extreme Differences	Absolute	.123
	Positive	.123
	Negative	-.066
Kolmogorov-Smirnov Z		.272
Asymp. Sig. (2-tailed)		.666

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Berdasarkan hasil uji normalitas dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh nilai *Asymp. Sig.(2-tailed)* sebesar 0,666. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *Asymp. Sig.(2-tailed)* lebih besar daripada tingkat signifikan 0,05 sehingga menunjukkan data dalam penelitian ini terdistribusi secara normal. Oleh sebab itu, data dalam penelitian ini tidak terkena asumsi normalitas karena data yang digunakan terdistribusi secara normal atau nilai *Asymp. Sig.(2-tailed)* lebih besar dari 0,05.

2. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas digunakan untuk mengetahui adanya hubungan antara beberapa atau semua variabel bebas dalam suatu model regresi. Jika dalam suatu model terdapat multikolinearitas maka model tersebut memiliki kesalahan standar yang besar sehingga koefisien tidak dapat ditaksir dengan ketepatan yang tinggi. Salah satu cara untuk melihat model tersebut terkena multikolinearitas apa tidak yaitu dengan cara melihat nilai *Tolerance* dan *Variance Inflation Factors* (VIF). Dasar pengambilan keputusan dalam uji multikolinearitas adalah apabila nilai *tolerance* lebih besar dari 0,10 dan nilai VIF lebih kecil dari 10,00 maka tidak terjadi multikolinearitas, sedangkan apabila nilai *tolerance* lebih kecil dari 0,10 dan nilai VIF lebih besar dari 10,00 maka terjadi multikolinearitas. Hasil uji multikolinearitas dengan melihat nilai *Tolerance* dan *Variance Inflation Factors* (VIF) dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji multikolinearitas dengan melihat nilai *Tolerance* dan *Variance Inflation Factors* (VIF)

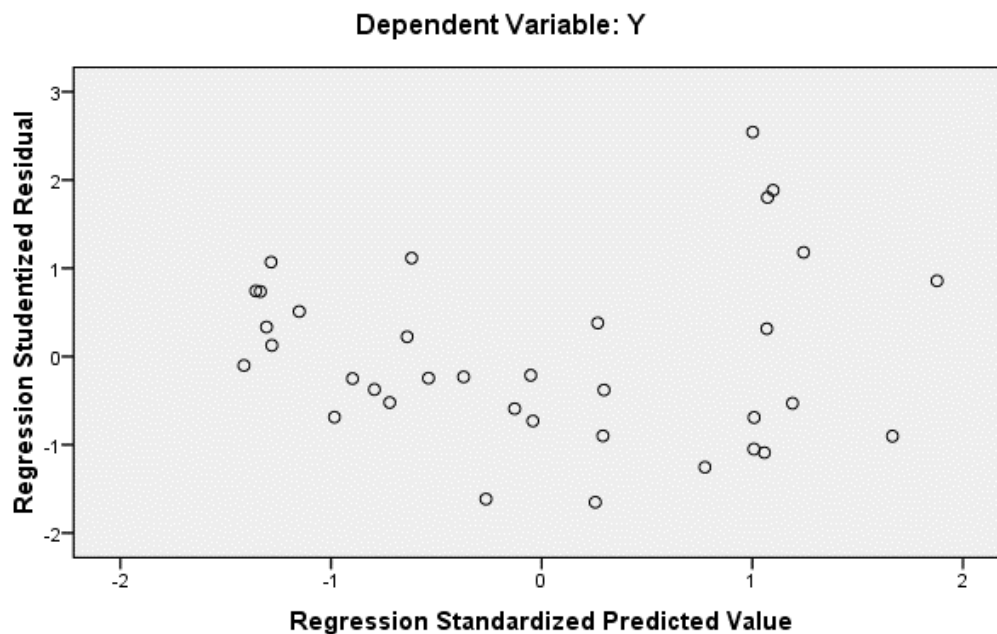
Model	Collinearity Statistic	
	Tolerance	VIF
Kadar fosfat	.624	1.602
Suhu PP	.153	6.545
pH	.628	1.593
Jam berhenti giling	.613	1.630
Vaccum stasiun penguapan	.380	2.633
Lama waktu masak	.180	5.567
Vaccum stasiun masakan	.602	1.662
HK masakan	.344	2.906
Suhu siraman	.114	8.753

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Berdasarkan hasil uji multikolinearitas dengan melihat nilai *Tolerance* dan *Variance Inflation Factors* (VIF) menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini tidak terkena asumsi multikolinearitas. Hal ini terbukti pada nilai *tolerance* variabel kadar fosfat (X_1), suhu PP (X_2), pH (X_3), jam berhenti giling (X_4), vaccum stasiun penguapan (X_5), lama waktu masak (X_6), vaccum stasiun masakan (X_7), HK masakan (X_8), dan suhu siraman (X_9) secara berturut-turut sebesar 0,624; 0,153; 0,628; 0,613; 0,380; 0,180; 0,602; 0,344; dan 0,114 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,10. Nilai *Variance Inflation Factors* (VIF) dari kesembilan variabel bebas secara berturut-turut sebesar 1,602; 6,545; 1,593; 1,630; 2,633; 5,567; 1,662; 2,906; dan 8,753 dimana nilai VIF lebih kecil dari 10,00.

3. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan nilai variance dari residual satu pengamatan dengan pengamatan lainnya. Apabila nilai residual satu pengamatan ke pengamatan lainnya tetap maka disebut homoskedastisitas sedangkan apabila nilainya berbeda disebut heteroskedastisitas. Salah satu cara untuk menguji ada tidaknya asumsi heteroskedastisitas dapat menggunakan grafik *Scatter plot*. Dasar pengambilan keputusan dalam uji heteroskedastisitas adalah apabila terdapat pola tertentu pada grafik *Scatter plot* seperti titik-titik yang membentuk pola yang teratur (bergelombang, menyebar kemudian menyempit) maka dapat disimpulkan bahwa telah terjadi heteroskedastisitas, sedangkan apabila tidak ada pola yang jelas serta titik-titik menyebar maka tidak terjadi heteroskedastisitas. Hasil uji heteroskedastisitas dengan menggunakan grafik *Scatter plot* dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Hasil uji heteroskedastisitas dengan menggunakan grafik *Scatter plot*

Berdasarkan hasil uji heteroskedastisitas dengan menggunakan grafik *Scatter plot* dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar dan tidak membentuk pola tertentu yang jelas, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi asumsi heteroskedastisitas pada model regresi ini.

4. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi digunakan untuk mengetahui adanya korelasi antara nilai residual pada suatu pengamatan dengan pengamatan lain pada model regresi. Salah satu cara untuk menguji autokorelasi adalah dengan menggunakan uji *Durbin-Watson*. Dasar pengambilan keputusan pada uji autokorelasi adalah sebagai berikut:

- a. $4 - d_l < d_w < 4$ berarti mempunyai autokorelasi negatif
- b. $4 - d_u < d_w < 4 - d_l$ berarti tidak bisa disimpulkan
- c. $d_u < d_w < 4 - d_u$ berarti tidak mempunyai autokorelasi
- d. $d_l < d_w < d_u$ berarti tidak bisa disimpulkan
- e. $0 < d_w < d_l$ berarti mempunyai autokorelasi positif

Tabel 13. Hasil uji autokorelasi dengan menggunakan uji *Durbin-Watson*

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.711 ^a	.506	.328	6.413	1.566

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Berdasarkan hasil uji autokorelasi dengan menggunakan uji *Durbin-Watson* dengan $n = 35$ (jumlah sampel 35 hari giling) dan $k = 9$ (jumlah variabel bebas sebanyak 9 variabel) diperoleh nilai d_w sebesar 1,566; nilai d_l sebesar 0,9079 dan nilai D_u sebesar 2,1440. Berdasarkan nilai tersebut dapat dikatakan bahwa $d_l < d_w < D_u$ atau $0,9079 < 1,566 < 2,1440$ sehingga model regresi ini tidak dapat disimpulkan mengenai asumsi autokorelasinya.

5.3.2 Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linear berganda bertujuan untuk mengukur pengaruh variabel bebas (kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman) terhadap variabel terikat (warna gula). Analisis regresi linear berganda terdiri dari uji F, uji koefisien determinan (R^2), dan uji t. Bentuk umum persamaan regresi linear berganda adalah sebagai berikut.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7 + b_8X_8 + b_9X_9 + e \quad (5.1)$$

Keterangan :

- Y = Warna gula (IU)
- a = Konstanta
- b = Koefisien regresi variabel $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
- X_1 = Kadar fosfat (ppm)
- X_2 = Suhu PP ($^{\circ}C$)
- X_3 = pH
- X_4 = Jam berhenti giling (jam)
- X_5 = Vaccum stasiun penguapan (CmHg)
- X_6 = Lama waktu masak (jam)
- X_7 = Vaccum stasiun masakan (CmHg)
- X_8 = Hk masakan (%)
- X_9 = Suhu siraman ($^{\circ}C$)
- e = Kesalahan (error)

1. Uji F

Uji F bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel X (kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman) dan variabel Y

(warna gula), dimana variabel X benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap variabel Y. Hasil analisis regresi linear berganda dengan uji F dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil analisis regresi linear berganda dengan uji F

Model	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1052.090	9	116.899	2.842	.019 ^a
Residual	1028.310	25	41.132		
Total	2080.400	34			

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Berdasarkan tabel hasil analisis regresi linear berganda dengan uji F diketahui bahwa nilai F-hitung sebesar 2,842 dengan tingkat signifikansi uji sebesar 0,019. Nilai tingkat signifikansi lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa bentuk persamaan linear (5.1) sudah tepat dan dapat digunakan dalam penelitian ini. Hal tersebut menjelaskan bahwa variabel kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman secara bersama-sama berpengaruh nyata dan dapat digunakan untuk memprediksi nilai warna gula (IU).

2. Uji Koefisien Determinan (R^2)

Uji koefisien determinan (R^2) digunakan untuk mengetahui persentase perubahan variabel Y (warna gula) yang disebabkan oleh variabel X (kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman), atau dengan kata lain koefisien determinan digunakan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel independen. Hasil analisis regresi linear berganda dengan uji koefisien determinan (R^2) dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil analisis regresi linear berganda dengan uji koefisien determinan (R^2)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.711 ^a	.506	.328	6.413

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Berdasarkan tabel hasil analisis regresi linear berganda dengan uji koefisien determinan (R^2) dapat diketahui nilai R sebesar 0,711 yang

menunjukkan bahwa hubungan antara warna gula (IU) dengan variabel kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman adalah kuat. Nilai R Square berdasarkan tabel diatas sebesar 0,506 dimana nilai tersebut menunjukkan hubungan antara warna gula (IU) dengan variabel kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman adalah sedang. Nilai R Square 0,506 atau 50,6% variasi warna gula (IU) dipengaruhi oleh variabel kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman sedangkan 49,4% variasi warna gula (IU) dijelaskan oleh faktor-faktor di luar model.

3. Uji t

Uji t bertujuan untuk melihat apakah ada pengaruh nyata atau signifikan variabel X (kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun penguapan, lama waktu masak, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman) mempengaruhi variabel Y (warna gula) dengan asumsi bahwa variabel lain dianggap konstan. Hasil analisis regresi linear berganda dengan uji t dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil analisis regresi linear berganda dengan uji t

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	431.293	158.467		2.722	.012
Kadar fosfat	.025	.061	.074	.415	.682
Suhu PP	.659	1.393	.170	.473	.640
Ph	.662	3.631	.032	.182	.857
Jam berhenti giling	.158	.403	.071	.393	.697
Vaccum stasiun penguapan	-7.448	2.225	-.764	-3.348	.003
Lama waktu masak	2.221	1.042	.707	2.131	.043
Vaccum stasiun masakan	1.901	1.289	.267	1.475	.153
HK masakan	.064	1.725	.009	.037	.971
Suhu siraman	.992	1.061	.389	.934	.359

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Berdasarkan tabel hasil analisis regresi linear berganda dengan uji t dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula

(IU) adalah variabel vaccum stasiun penguapan dan lama waktu masak dengan nilai signifikansi secara berturut-turut sebesar 0,003 dan 0,043 yang berarti nilai tersebut lebih kecil dari 0,05. Berdasarkan nilai signifikansi tersebut dapat dikatakan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Artinya variabel vaccum stasiun penguapan dan lama waktu masak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel lainnya seperti kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman memiliki nilai signifikansi secara berturut-turut sebesar 0,682; 0,640; 0,857; 0,697; 0,153; 0,971; dan 0,359 yang berarti nilai tersebut lebih besar dari 0,05 (H_0 diterima dan H_a ditolak). Artinya variabel kadar fosfat, suhu PP, pH, jam berhenti giling, vaccum stasiun masakan, HK masakan, dan suhu siraman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU).

Penjelasan mengenai hasil analisis regresi linear berganda dengan uji t secara lebih rinci adalah sebagai berikut :

a. Kadar fosfat (X_1)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel kadar fosfat masing-masing adalah 0,025 dan 0,682. Nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 yaitu 0,682 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel kadar fosfat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel kadar fosfat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula dikarenakan pada stasiun gilingan nira yang memiliki kandungan kadar fosfat yang rendah akan ditambahkan susu kapur sehingga kadar fosfat menjadi seimbang.

b. Suhu PP (X_2)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel suhu PP masing-masing adalah 0,659 dan 0,640. Nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 yaitu 0,640 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel suhu PP tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel suhu PP tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula dikarenakan pada stasiun pemurnian terdapat 3 kali pemanasan nira yaitu pada Pemanas Pendahulu (PP) I, II, dan III, sehingga apabila suhu tidak tercapai pada PP I maka akan dilakukan peningkatan suhu pada PP II dan PP III. Hal tersebut menyebabkan suhu PP tercapai pada stasiun pemurnian.

c. pH (X_3)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel pH masing-masing adalah 0,662 dan 0,857. Nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 yaitu 0,857 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel pH tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel pH tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula dikarenakan pada stasiun gilingan sifat dari nira mentah adalah asam (pH : 5,4–5,6) yang cenderung merusak sukrosa sehingga nira mentah sesegera mungkin dinetralkan dengan penambahan susu kapur 2^0 Be. Pada Defekator II dan III pH nira diturunkan menjadi kondisi basa (pH : 8,6-10,5) dan direaksikan dengan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang bertujuan untuk membentuk inti endapan, sedangkan pada peti sulfitir nira mentah pH nira dinetralkan kembali (7-7,2) dan direaksikan dengan SO_2 yang bertujuan untuk menetralkan kelebihan susu kapur dan membentuk inti endapan. Kondisi pH yang sesuai adalah 7-7,2 sehingga pH yang tercapai di peti nira tersulfitir telah sesuai.

d. Jam berhenti giling (X_4)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel jam berhenti giling masing-masing adalah 0,158 dan 0,697. Nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 yaitu 0,697 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel jam berhenti giling tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel jam berhenti giling tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula dikarenakan apabila ada peralatan atau mesin produksi yang mengalami kerusakan dimana berakibat pada jam berhenti giling, maka pihak instalasi sesegera mungkin melakukan penanganan guna menghindari jam berhenti giling yang terjadi. Penanganan yang dilakukan adalah dengan memperbaiki peralatan atau mesin produksi yang bermasalah.

e. Vaccum stasiun penguapan (X_5)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel vaccum stasiun penguapan masing-masing adalah - 7,448 dan 0,003. Nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,003 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel vaccum stasiun penguapan berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel vaccum stasiun penguapan berpengaruh secara signifikan terhadap

warna gula dikarenakan pada stasiun penguapan di Pabrik Gula Redjosarie terdapat 6 badan penguapan, tetapi yang paling berpengaruh adalah pada badan penguapan akhir sehingga apabila kondisi vaccum pada badan penguapan akhir tidak tercapai maka akan mempengaruhi warna gula. Nilai koefisien regresi variabel vaccum stasiun penguapan adalah $-7,448$ menunjukkan bahwa setiap penambahan 1 CmHg vaccum stasiun penguapan maka akan menurunkan warna gula (IU) sebesar 7,448 dengan asumsi bahwa faktor lain dianggap konstan.

f. Lama waktu masak (X_6)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel lama waktu masak masing-masing adalah 2,221 dan 0,043. Nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,043 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel lama waktu masak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel lama waktu masak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula dikarenakan pada stasiun masakan apabila lama waktu masak tinggi maka warna gula yang dihasilkan akan gosong karena tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan yaitu sebesar 2-3 jam waktu masak. Nilai koefisien regresi variabel lama waktu adalah 2,221 menunjukkan bahwa setiap penambahan 1 jam lama waktu masak maka akan menaikkan warna gula (IU) sebesar 2,221 dengan asumsi bahwa faktor lain dianggap konstan.

g. Vaccum stasiun masakan (X_7)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel vaccum stasiun masakan masing-masing adalah 1,901 dan 0,153. Nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 yaitu 0,153 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel vaccum stasiun masakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel vaccum stasiun masakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula dikarenakan pada stasiun masakan apabila kondisi vaccum tidak tercapai maka akan dilakukan penutupan semua kran yang berhubungan dengan pan sedangkan kran hubungan (pancingan) pan dengan bejana pengembunan (kondensor) dibuka, apabila vaccum sudah mencapai 45 CmHg maka proses tersebut dihentikan. Hal tersebut menyebabkan vaccum stasiun masakan tercapai dengan sempurna.

h. HK masakan (X_8)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel HK masakan masing-masing adalah 0,064 dan 0,971. Nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 yaitu 0,971 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel HK masakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel HK masak tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula dikarenakan apabila HK masakan tidak tercapai maka dilakukan penambahan bibit gula sehingga HK masakan tercapai yaitu sebesar $< 85\%$.

i. Suhu siraman (X_9)

Nilai koefisien regresi dan signifikansi pada variabel suhu siraman masing-masing adalah 0,992 dan 0,359. Nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 yaitu 0,359 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel suhu siraman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula (IU). Variabel suhu siraman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap warna gula dikarenakan pada stasiun puteran Pabrik Gula Redjosarie alat puteran HGF (*High Grade Fugal*) sudah modern sehingga suhu siraman diatur secara otomatis.

Persamaan regresi yang diperoleh berdasarkan hasil dari uji F, uji koefisien determinan (R^2), dan uji t adalah sebagai berikut:

$$Y = 431,293 - 7,448 X_5 + 2,221 X_6 + e \quad (5.2)$$

Keterangan :

- Y = Warna gula (IU)
- a = Konstanta
- b = Koefisien regresi variabel X_5, X_6
- X_5 = Vaccum stasiun penguapan (CmHg)
- X_6 = Lama waktu masak (Jam)

Berdasarkan persamaan (5.2) dapat diketahui bahwa nilai konstanta sebesar 431,293 artinya apabila nilai variabel vaccum stasiun penguapan dan lama waktu masak dianggap konstan atau tetap maka nilai warna gula (IU) adalah sebesar 431,293 sehingga kualitas gula kristal putih yang dihasilkan jelek karena memiliki nilai warna gula sebesar 431,293 (> 400 IU). Nilai koefisien regresi variabel vaccum stasiun penguapan sebesar -7,448 artinya setiap penambahan 1 CmHg vaccum stasiun penguapan maka akan mengurangi nilai warna gula (IU) sebesar 7,448 sehingga kualitas gula kristal putih yang dihasilkan baik karena

apabila vacuum stasiun penguapan dinaikkan maka akan mengurangi titik didih nira sehingga tidak terjadi kerusakan pada warna gula sebaliknya apabila vacuum stasiun penguapan diturunkan maka titik didih nira akan meningkat sehingga terjadi perubahan pada warna gula sehingga kualitas yang dihasilkan menurun. Nilai koefisien regresi variabel lama waktu masak sebesar 2,221 artinya setiap penambahan 1 jam lama waktu masak maka akan meningkatkan nilai warna gula (IU) sebesar 2,221 sehingga kualitas gula kristal putih yang dihasilkan menurun. Hal tersebut dikarenakan apabila terjadi penambahan waktu lama masak maka kristal gula akan mengalami karamelisasi sehingga warna gula akan berwarna coklat kehitaman (gosong).

5.4 Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Redjosarie

Kegiatan pengendalian kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie dimulai dari pengendalian bahan baku sampai dengan pengendalian produk jadi. Kegiatan pengendalian dilakukan oleh pihak yang terkait dengan naungan di bawah pihak quality control dan pihak pabrikasi. Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data kerusakan produk gula kristal putih pada musim giling tahun 2011-2015. Penyelesaian masalah pengendalian kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie dilakukan melalui beberapa metode, antara lain: lembar pengecekan, histogram, diagram pareto, diagram sebab-akibat, dan peta kendali. Penjelasan lebih rinci adalah sebagai berikut:

5.4.1 Lembar Pengecekan (*Check Sheet*)

Langkah pertama yang akan dilakukan dalam pengendalian kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie secara statistik adalah dengan cara membuat lembar pengecekan (*check sheet*). Fungsi lembar pengecekan adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data kerusakan produk gula serta proses analisisnya. Dalam penelitian ini permasalahan kerusakan produk gula difokuskan pada gula krikilan, gulahalus, gula C/D, skrap basah, dan skrap kering. Adapun hasil pengumpulan data melalui lembar pengecekan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 17.

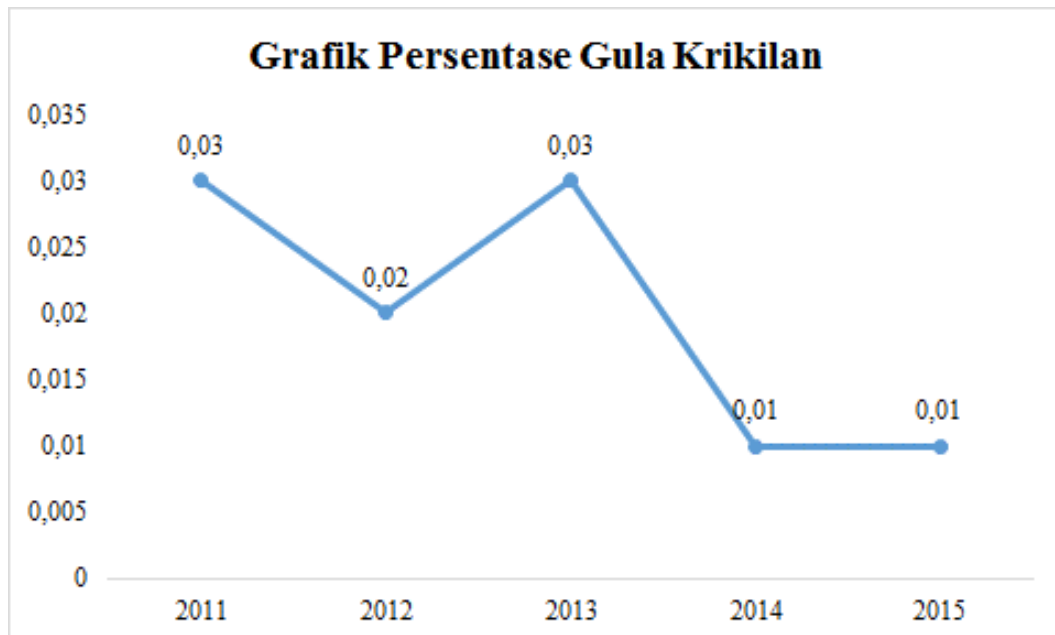
Tabel 17. Data jumlah produksi dan persentase kerusakan produk gula kristal putih

di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Tahun	Jumlah Produksi (Ton)	Jumlah Produk Rusak (Ton)									
		Gula Krikilan	%	Gula Halus	%	Gula C/D	%	Skrap Basah	%	Skrap Kering	%
2011	14.640,50	3,88	0,03	14,57	0,10	176,85	1,21	1,63	0,01	1,67	0,01
2012	17.490,80	4,38	0,02	5,04	0,03	137,32	0,79	1,66	0,01	1,66	0,01
2013	14.799,40	4,40	0,03	2,30	0,02	155,80	1,05	10,5	0,07	1,70	0,01
2014	19.519,50	2,51	0,01	1,11	0,01	117,42	0,60	0,86	0,01	0,85	0,01
2015	18.669,50	1,71	0,01	6,42	0,03	56,63	0,30	1,00	0,01	1,08	0,01
Total	85.119,70	16,88	0,02	29,44	0,03	644,02	0,76	15,65	0,02	6,96	0,01

Sumber :Data sekunder (diolah) 2016 an kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa jumlah produksi selama 5 tahun berturut-turut sebesar 14.640,50 ton, 17.490,80 ton, 14.799,40 ton, 19.519,50 ton, dan 18.669,50 ton. Dalam kurun waktu 5 tahun, jumlah produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie mengalami fluktuasi. Dalam kegiatan produksi gula kristal putih terdapat kerusakan produk yaitu seperti gula krikilan, gula halus, gula C/D , skrap basah, dan skrap kering.

Gula krikilan merupakan jenis kerusakan produk gula kristal putih yang terjadi karena proses pemasakan gula, besar jenis butir kristal yang terbentuk tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Standar besar jenis butir gula kristal putih menurut SNI adalah berkisar antara 0,8 mm – 1,2 mm, sedangkan gula krikilan memiliki besar jenis butir > 1,2 mm. Berdasarkan data jumlah produksi dan kerusakan produk gula kristal putih jenis gula krikilan di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011 terdapat 0,03% kerusakan atau 3,88 ton dari jumlah produksi sebesar 14.640,50 ton. Tahun 2012 terdapat 0,02% kerusakan atau 4,38 ton dari jumlah produksi sebesar 17.490,80 ton. Tahun 2013 terdapat 0,03% kerusakan atau 4,40 ton dari jumlah produksi sebesar 14.799,40 ton. Tahun 2014 terdapat 0,01% kerusakan atau 2,51 ton dari jumlah produksi sebesar 19.519,50 ton sedangkan pada tahun 2015 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,71 ton dari jumlah produksi sebesar 18.669,50 ton. Dari total produksi gula kristal putih pada tahun 2011-2015 sebesar 85.119,70 ton terdapat 0,02% gula krikilan atau sebanyak 16,88 ton gula krikilan. Grafik persentase gula krikilan pada musim giling tahun 2011-2015 dapat dilihat pada gambar 21.

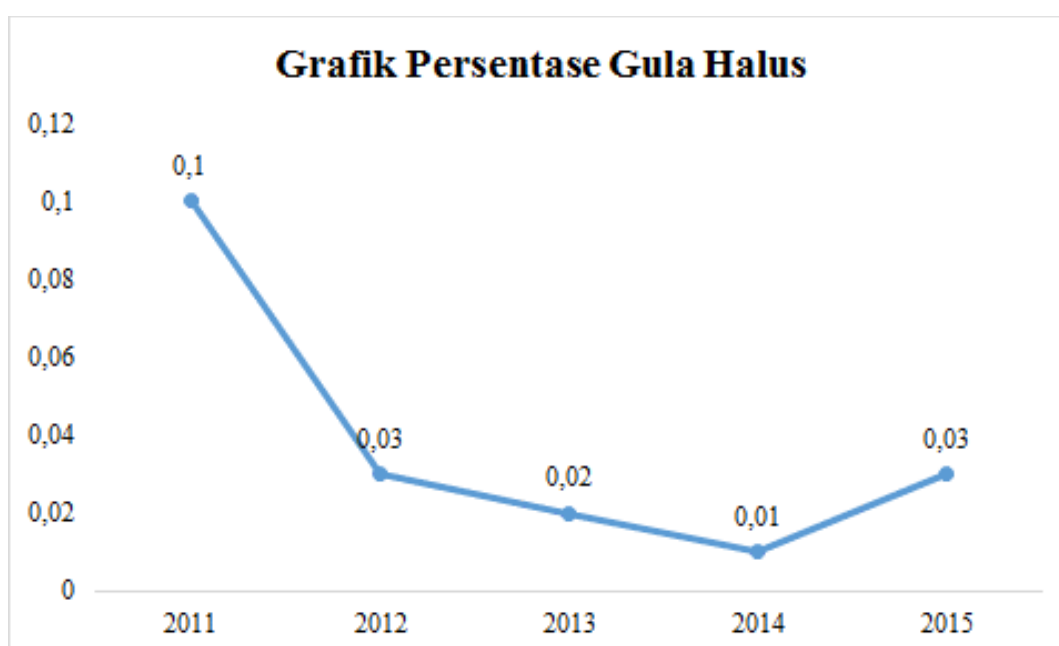


Gambar 21. Grafik persentase gula krikilan di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Berdasarkan grafik persentase gula krikilan di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011 dan tahun 2013 persentase gula krikilan menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu sebesar 0,03%. Hal tersebut dikarenakan pada tahun 2011 dan tahun 2013, produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie tidak berjalan optimal dikarenakan mesin dan peralatan produksi mengalami kerusakan. Tidak hanya permasalahan mesin dan peralatan produksi tetapi gula krikilan juga disebabkan oleh proses pemasakan yang bermasalah contohnya adalah pola masak yang tidak tepat. Pola masak harus diperhatikan dalam stasiun masakan sehingga besar jenis butir yang diperoleh seragam sehingga tidak menyebabkan persentase gula krikilan meningkat.

Gula halus merupakan jenis kerusakan produk gula kristal putih yang terjadi karena proses pemasakan gula, besar jenis butir kristal yang terbentuk tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Standar besar jenis butir gula kristal putih menurut SNI adalah berkisar antara 0,8 mm – 1,2 mm, sedangkan gula halus memiliki besar jenis butir < 0,8 mm. Berdasarkan data jumlah produksi dan kerusakan produk gula kristal putih jenis gula halus di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011 terdapat 0,10% kerusakan atau 14,57 ton dari jumlah produksi sebesar 14.640,50 ton.

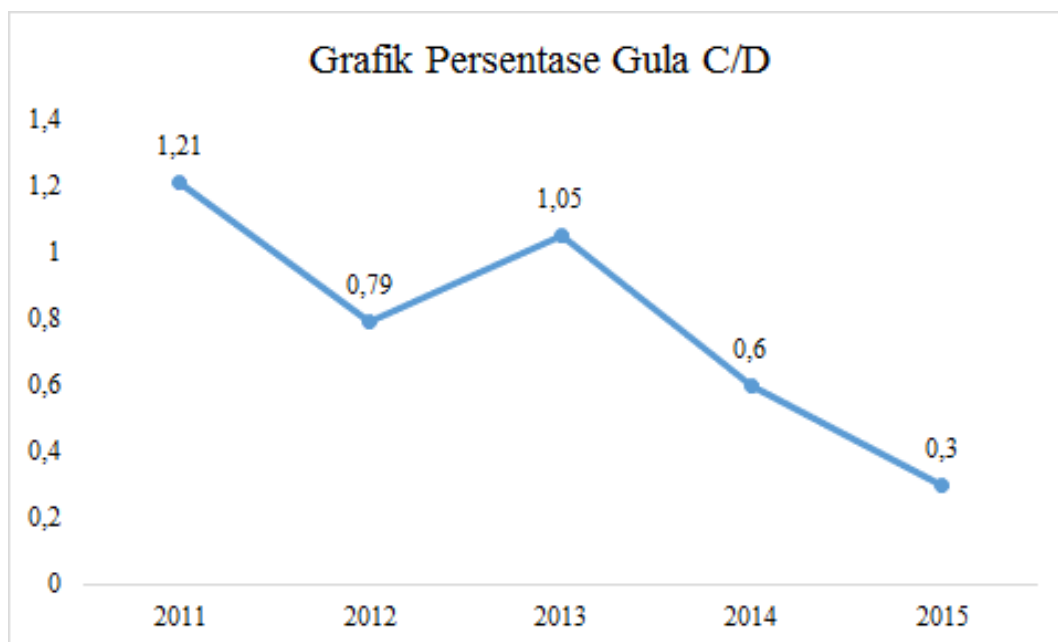
Tahun 2012 terdapat 0,03% kerusakan atau 5,04 ton dari jumlah produksi sebesar 17.490,80 ton. Tahun 2013 terdapat 0,02% kerusakan atau 2,30 ton dari jumlah produksi sebesar 14.799,40 ton. Tahun 2014 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,11 ton dari jumlah produksi sebesar 19.519,50 ton sedangkan pada tahun 2015 terdapat 0,03% kerusakan atau 6.42 ton dari jumlah produksi sebesar 18.669,50 ton. Dari total produksi gula kristal putih pada tahun 2011-2015 sebesar 85.119,70 ton terdapat 0,03% gula halus atau sebanyak 29,44 ton gula halus. Grafik persentase gula halus pada musim giling tahun 2011-2015 dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 22. Grafik persentase gula halus di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Berdasarkan grafik persentase gula halus di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011 persentase gula halus menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu sebesar 0,1%. Hal tersebut dikarenakan pada tahun 2011, produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie tidak berjalan optimal dikarenakan mesin dan peralatan produksi mengalami kerusakan. Tidak hanya permasalahan mesin dan peralatan produksi tetapi gula halus juga disebabkan oleh proses pemasakan yang bermasalah contohnya adalah pola masak yang tidak tepat. Pola masak harus diperhatikan dalam stasiun masakan sehingga besar jenis butir yang diperoleh seragam sehingga tidak menyebabkan persentase gula halus meningkat.

Gula C/D merupakan jenis kerusakan produk gula kristal putih yang terjadi karena sisa gula C/D yang masih terdapat di peti stroop yang tidak dijadikan bibitan pada proses pembuatan gula kristal putih. Berdasarkan data jumlah produksi dan kerusakan produk gula kristal putih jenis gula C/D di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011 terdapat 1,21% kerusakan atau 176,85 ton dari jumlah produksi sebesar 14.640,50 ton. Tahun 2012 terdapat 0,79% kerusakan atau 137,32 ton dari jumlah produksi sebesar 17.490,80 ton. Tahun 2013 terdapat 1,05% kerusakan atau 155,80 ton dari jumlah produksi sebesar 14.799,40 ton. Tahun 2014 terdapat 0,60% kerusakan atau 117,42 ton dari jumlah produksi sebesar 19.519,50 ton sedangkan pada tahun 2015 terdapat 0,30% kerusakan atau 56,63 ton dari jumlah produksi sebesar 18.669,50 ton. Dari total produksi gula kristal putih pada tahun 2011-2015 sebesar 85.119,70 ton terdapat 0,76% gula C/D atau sebanyak 644,02 ton gula C/D. Grafik persentase gula C/D pada musim giling tahun 2011-2015 dapat dilihat pada gambar 23.

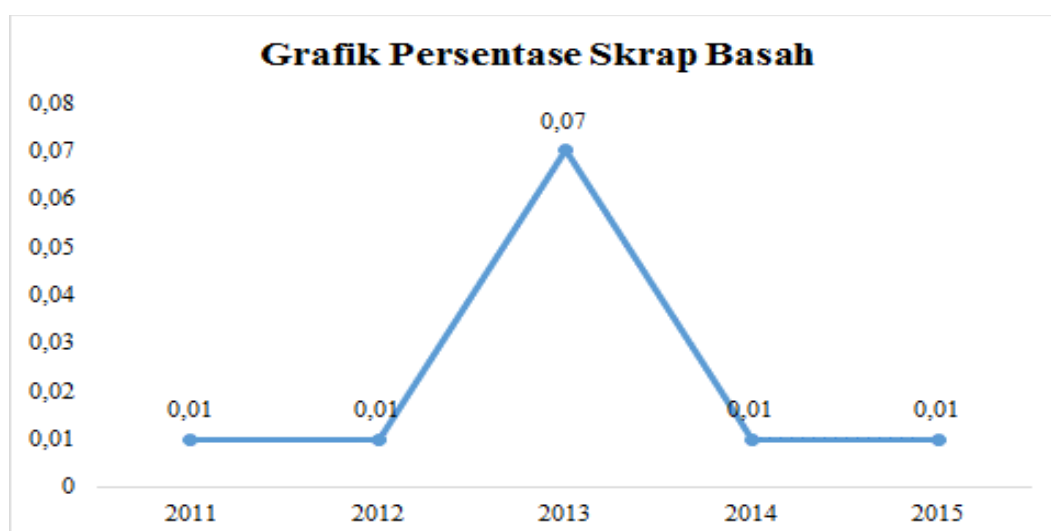


Gambar 23. Grafik persentase gula C/D di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Berdasarkan grafik persentase gula C/D di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011 persentase gula C/D menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu sebesar 1,21%. Hal tersebut dikarenakan pada tahun 2011, produksi gula kristal putih di Pabrik Gula

Redjosarie tidak berjalan optimal dikarenakan mesin dan peralatan produksi mengalami kerusakan. Tidak hanya permasalahan mesin dan peralatan produksi tetapi masih terdapat sisa guladi peti stroop C/D yang tidak dijadikan bibitan pada proses pembuatan gula kristal putih, sehingga presentase gula C/D meningkat.

Skrap basah merupakan jenis kerusakan produk gula kristal putih yang terjadi karena sisa masakan gula yang menempel pada bejana dan mesin produksi yang digunakan selama proses produksi. Skrap basah berwarna coklat tua dengan kadar air $> 0,1$ %. Berdasarkan data jumlah produksi dan kerusakan produk gula kristal putih jenis skrap basah di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,63 ton dari jumlah produksi sebesar 14.640,50 ton. Tahun 2012 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,66 ton dari jumlah produksi sebesar 17.490,80 ton. Tahun 2013 terdapat 0,07% kerusakan atau 10,5 ton dari jumlah produksi sebesar 14.799,40 ton. Tahun 2014 terdapat 0,01% kerusakan atau 0,86 ton dari jumlah produksi sebesar 19.519,50 ton sedangkan pada tahun 2015 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,00 ton dari jumlah produksi sebesar 18.669,50 ton. Dari total produksi gula kristal putih pada tahun 2011-2015 sebesar 85.119,70 ton terdapat 0,02% skrap basah atau sebanyak 15,65 ton skrap basah. Grafik persentase skrap basah pada musim giling tahun 2011-2015 dapat dilihat pada gambar 24.

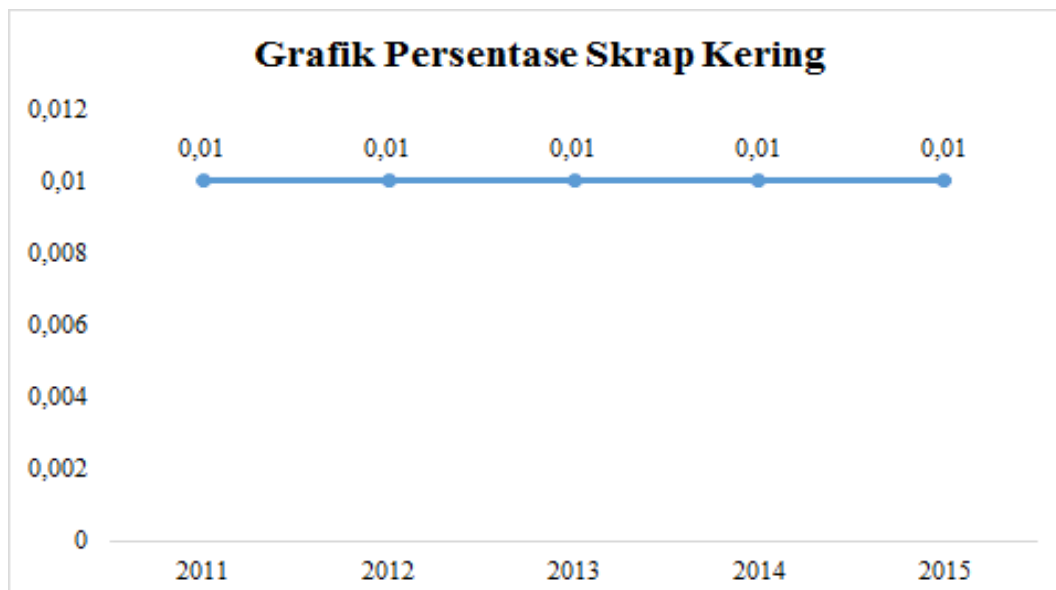


Gambar 24. Grafik persentase skrap basah di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Berdasarkan grafik persentase skrap basah di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2013 persentase

skrap basah menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu sebesar 0,07%. Hal tersebut dikarenakan pada tahun 2013, produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie tidak berjalan optimal dikarenakan mesin dan peralatan produksi mengalami kerusakan. Tidak hanya permasalahan mesin dan peralatan produksi tetapi masih terdapat sisa masakan gula yang menempel pada bejana dan mesin produksi yang digunakan selama proses produksi., sehingga presentase skrap basah meningkat.

Skrap kering merupakan jenis kerusakan produk gula kristal putih yang terjadi karena sisa gula dalam pabrik di akhir giling yang menempel pada talang goyang dan dinding-dinding bejana. Berdasarkan data jumlah produksi dan kerusakan produk gula kristal putih jenis skrap kering di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,67 ton dari jumlah produksi sebesar 14.640,50 ton. Tahun 2012 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,66 ton dari jumlah produksi sebesar 17.490,80 ton. Tahun 2013 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,70 ton dari jumlah produksi sebesar 14.799,40 ton. Tahun 2014 terdapat 0,01% kerusakan atau 0,85 ton dari jumlah produksi sebesar 19.519,50 ton sedangkan pada tahun 2015 terdapat 0,01% kerusakan atau 1,08 ton dari jumlah produksi sebesar 18.669,50 ton. Dari total produksi gula kristal putih pada tahun 2011-2015 sebesar 85.119,70 ton terdapat 0,01% skrap kering atau sebanyak 6,96 ton skrap kering. Grafik persentase skrap basah pada musim giling tahun 2011-2015 dapat dilihat pada gambar 25.

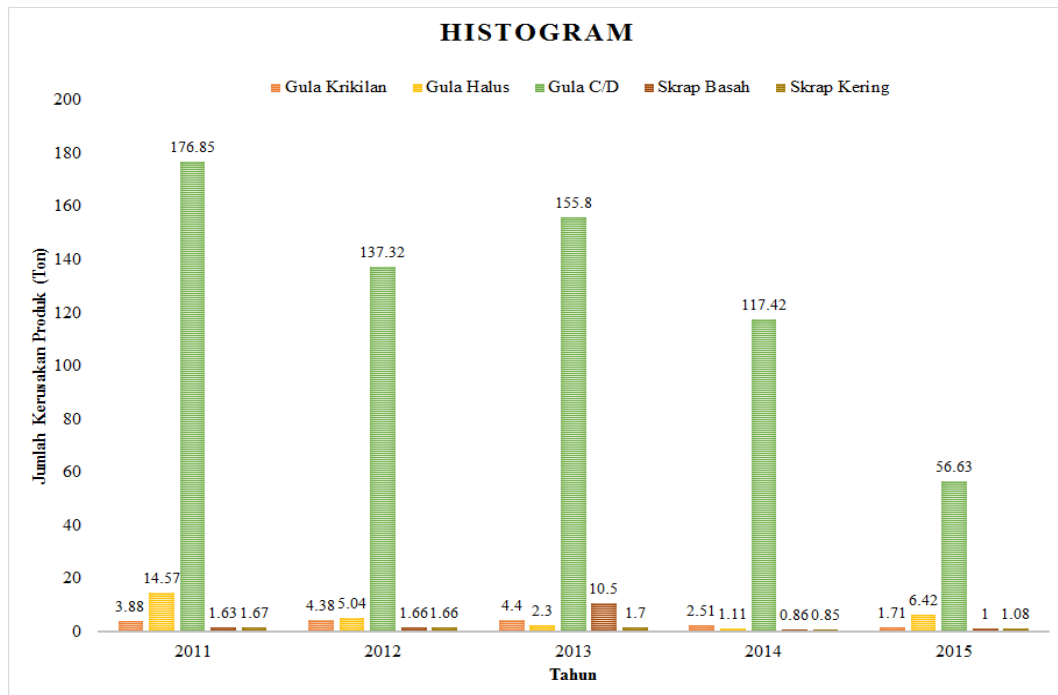


Gambar 25. Grafik persentase skrap kering di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Berdasarkan grafik persentase skrap kering di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 dapat diketahui bahwa pada tahun 2011-2015 persentase skrap kering menunjukkan hasil yang konstan yaitu sebesar 0,01%. Hal tersebut dikarenakan hanya sedikit sisa masakan gula yang menempel pada bejana dan talang goyang, hal tersebut menyebabkan presentase skrap kering konstan dari musim giling tahun 2011-2015.

5.4.2 Histogram

Langkah kedua dalam proses pengendalian kualitas secara statistik adalah dengan membuat histogram. Supaya lebih mudah dalam melihat kerusakan produk gula kristal putih maka data dari lembar pengecekan (*check sheet*) disajikan dalam bentuk histogram yang berupa alat penyajian data secara visual berbentuk grafik batang. Berikut gambar 26 menunjukkan analisis histogram dari kerusakan produk gula kristal putih.



Gambar 26. Histogram kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Histogram diatas menunjukkan bahwa kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 berfluktuasi. Kerusakan produk yang sangat besar secara berturut-turut adalah jenis gula C/D, gula halus, gula krikilan, skrap basah, dan skrap kering. Jumlah total kerusakannya adalah sebagai berikut : 644,02 ton, 29,44 ton, 16,88 ton, 15,65 ton, dan 6,96 ton. Gambar diatas menunjukkan gambaran visual yang jelas mengenai kerusakan produk gula kristal putih dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2015.

Berdasarkan histogram kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 menunjukkan bahwa kerusakan produk gula kristal putih adalah jenis gula C/D dengan persentase kerusakan dari musim giling tahun 2011-2015 secara berturut-turut sebesar 1,21%; 0,79%; 1,05%; 0,60%; dan 0,30%. Gula C/D memiliki persentase paling tinggi dikarenakan pada musim giling tahun 2011-2015 sisa gula yang ada di peti stroop C/D masih banyak karena gula C/D yang ada tidak dijadikan bibitan pada proses pembuatan gula kristal putih.

5.4.3 Diagram Pareto

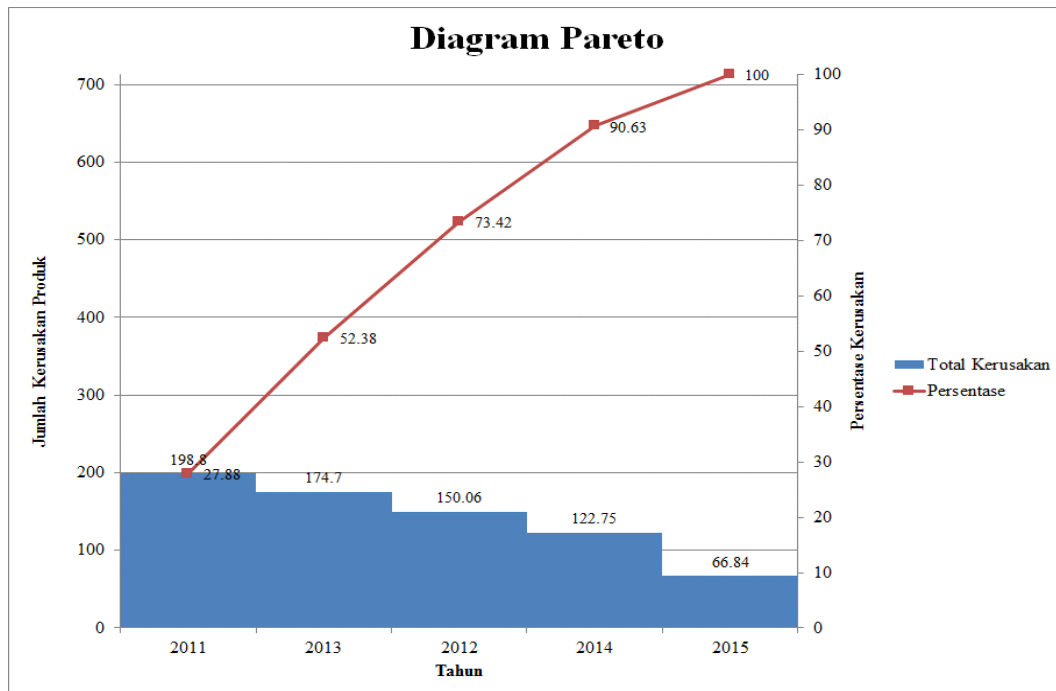
Diagram pareto digunakan untuk melihat masalah kerusakan produk gula yang lebih dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah. Dengan diagram pareto maka dapat dipilih suatu masalah atau proses untuk diperbaiki, namun perlu diperhatikan bahwa masalah yang sering terjadi bukan berarti masalah yang harus dipecahkan tetapi disesuaikan dengan kebutuhan yang ada. Berikut tabel 18 merupakan data frekuensi kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie pada musim giling tahun 2011-2015.

Tabel 18. Data frekuensi kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Jenis Kerusakan	Jumlah (Ton)				
	2011	2012	2013	2014	2015
Gula krikilan	3,88	4,38	4,4	2,51	1,71
Gula halus	14,57	5,04	2,3	1,11	6,42
Gula C/D	176,85	137,32	155,8	117,42	56,63
Skrap basah	1,63	1,66	10,5	0,86	1,00
Skrap kering	1,67	1,66	1,7	0,85	1,08
Total	198,8	150,06	174,7	122,75	66,84

Sumber :Data sekunder (diolah) 2016

Berdasarkan data frekuensi kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 menunjukkan bahwa pada tahun 2011 jumlah kerusakan produk gula sebesar 198,8 ton, tahun 2012 jumlah kerusakan gula sebesar 160,06 ton, tahun 2013 jumlah kerusakan produk gula sebesar 174,7 ton, tahun 2014 jumlah kerusakan gula sebesar 122,75 sedangkan pada tahun 2015 jumlah kerusakan produk gula sebesar 66,84 ton. Selanjutnya dari tabel 9 digunakan untuk menyusun diagram pareto pada gambar 27.

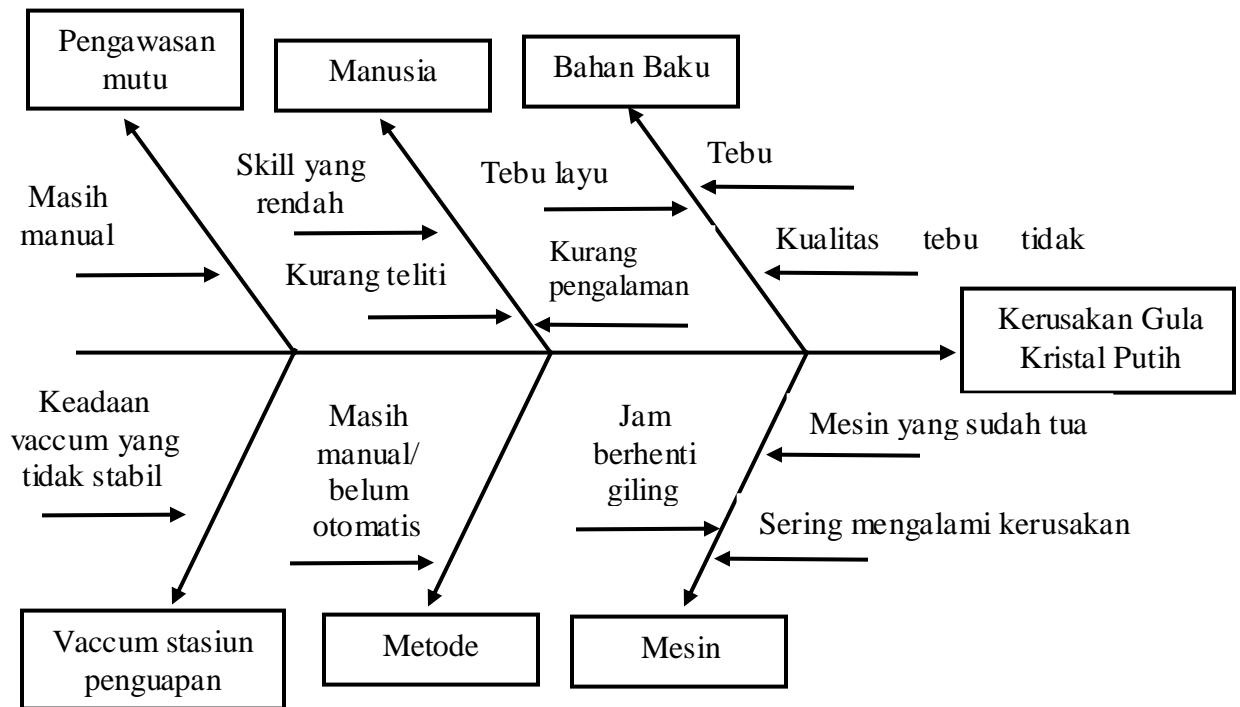


Gambar 27. Diagram pareto kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Berdasarkan diagram pareto kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 diketahui bahwa total kerusakan produk gula yang paling tinggi terjadi pada tahun 2011 sebesar 27,88% dari total kerusakan produk sebesar 198,8 ton. Persentase kerusakan kedua sampai terakhir secara berturut-turut adalah sebagai berikut tahun 2013, 2012, 2014, dan 2015 dengan nilai presentase sebesar 24,5%, 21,04%, 17,21%, dan 9,37%. Persentase kerusakan produk gula kristal putih dari tahun ke tahun mengalami penurunan, hal tersebut dikarenakan pengendalian yang dilakukan oleh Pabrik Gula Redjosarie dari tahun 2011-2015 semakin baik.

5.4.4 Diagram Sebab-akibat (*Fishbone Diagram*)

Diagram sebab-akibat adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengenali elemen proses (penyebab) yang memberikan pengaruh pada hasil. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi dan menjadi penyebab kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie secara umum dibagi menjadi 6 macam seperti gambar 28.



Gambar 28. Diagram sebab-akibat yang berkaitan dengan faktor-faktor Penyebab kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie

1. *Man* (Manusia)

Man (manusia) merupakan tenaga kerja yang terlibat dalam kegiatan proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie. Faktor manusia mempengaruhi dalam kualitas gula yang dihasilkan, hal itu dikarenakan tenaga kerja merupakan operator yang menjalankan semua kegiatan yang berkaitan dengan proses produksi gula, sehingga apabila tenaga kerja tidak ahli dan terampil dalam bidang yang dijalannya maka akan mempengaruhi keberlanjutan proses yang dijalankan. Tenaga kerja yang ada di Pabrik Gula Redjosarie kurang mempunyai skill pada bidang yang dijalannya, kurang berpengalaman, dan kurang teliti dalam menjalankan tugasnya sehingga dapat mempengaruhi kualitas gula yang dihasilkan.

Penyebab dari tenaga kerja yang kurang mempunyai skill pada bidang yang mereka jalani dikarenakan kurangnya ada pelatihan yang berkaitan dengan proses produksi gula kristal putih. Solusi yang diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memberikan pelatihan kerja secara berkala kepada para tenaga kerja sehingga dapat menambah pengetahuan yang luas terkait

pekerjaannya serta melakukan seleksi tenaga kerja yang mempunyai skill yang sesuai dengan bidang pekerjaannya. Penyebab tenaga kerja kurang berpengalaman dikarenakan kurangnya arahan dari atasan terkait cara kerja yang baik sehingga para tenaga kerja bekerja sesuai dengan pengalaman yang didapatkan tanpa memperhatikan SOP (Standar Operasional Prosedur) yang berlaku di dalam pabrik. Solusi yang diterapkan adalah dengan memberikan arahan terkait pekerjaan yang akan dilakukan dan sering melakukan diskusi supaya dapat memberikan kesempatan bagi para tenaga kerja untuk bertukar pendapat serta melakukan pendampingan agar para tenaga kerja lebih mudah dalam menjalankan pekerjaannya.

Penyebab kurangnya ketelitian para tenaga kerja dalam menjalankan tugasnya dikarenakan kurang adanya pengawasan kerja dari atasan sehingga para pekerja asal-asalan dalam melakukan pekerjaannya. Solusi yang diterapkan dengan memberi peringatan apabila ada tenaga kerja yang kurang teliti dan melakukan kesalahan dalam melakukan pekerjaannya sehingga dapat memberikan efek jera dan tidak melakukan kesalahannya kembali. Permasalahan lain yang terjadi adalah operator yang terlambat dalam melakukan koordinasi sehingga kegiatan proses produksi gula terhambat. Solusi yang diterapkan adalah dengan melakukan *inhouse training* sebelum proses produksi gula berjalan. Kegiatan *inhouse training* dilakukan pada saat LMG (Luar Masa Giling).

2. *Material* (Bahan baku)

Material (bahan baku) merupakan segala sesuatu yang digunakan sebagai bahan yang menunjang dalam proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie yang terdiri dari bahan baku dan bahan tambahan. Permasalahan yang terjadi terkait dengan bahan baku utama dalam proses produksi gula kristal putih adalah adanya tebu layu karena *over stock* di emplacement, adanya tebu terbakar dari lahan, dan tidak adanya pengawasan kualitas terhadap bahan baku. Penyebab adanya tebu layu dikarenakan terjadi kelebihan persediaan (*over stock*) di emplacement. Bahan baku yang di kirim ke pabrik tidak sesuai dengan jatah yang telah ditetapkan sehingga menyebabkan terjadi penimbunan bahan baku. Solusi yang diterapkan adalah dengan melakukan koordinasi dengan bagian QC (*Quality Control*) dan bagian tanaman untuk pengaturan pola tebang, pemberian *Surfactan*

pada stasiun gilingan dan pemberian *Disinfectan*, dan tidak terlalu banyak menerima tebu yang masuk ke dalam pabrik sehingga sisa tebu yang ada di emplacement dapat ditekan.

Penyebab adanya tebu terbakar dikarenakan keteledoran pemilik lahan sehingga menyebabkan kebakaran lahan dan adanya kesengajaan pemilik lahan untuk membakar tebu yang bertujuan untuk mengurangi kotoran yang ada di bagian tanaman tebu. Adanya tebu terbakar menyebabkan sistem FIFO (*First In First Out*) terganggu. Solusi yang diterapkan adalah dengan melakukan koordinasi dengan bagian QC (*Quality Control*) dan bagian tanaman untuk pengaturan tebangan dan pola giling, melakukan pengurangan jatah tebang kepada petani apabila mengirim tebu terbakar ke dalam pabrik, dan segera mengolah tebu terbakar untuk mengurangi kerusakan sukrosa yaitu dengan cara mendahulukan tebu terbakar 3 kali truk yang mengangkut tebu terbakar kemudian 1 kali lori yang berisi tebu segar sampai tebu terbakar habis. Penyebab tidak adanya pengawasan kualitas terhadap bahan baku dikarenakan bahan baku utama yang diperoleh pabrik gula sebagian besar berasal dari tebu milik petani sehingga pengawasan kualitas sangat sulit dilakukan. Solusi yang diterapkan adalah dengan melakukan pengawasan kualitas di Selektor 1, 2, dan 3 sehingga kualitas tebu yang diterima sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, dan memberikan peringatan kepada para petani apabila tebu yang dikirim tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Permasalahan yang terkait dengan bahan tambahan yang digunakan selama proses produksi gula kristal putih tidak ada permasalahan, hal itu dikarenakan sebelum bahan tambahan digunakan dalam proses produksi gula terlebih dahulu dilakukan pengujian di Laboratorium P3GI (Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia) sehingga bahan tambahan sudah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.



Gambar 29. Tebu layu

Sumber : Dokumentasi peneliti (2016)



Gambar 30. Tebu terbakar

Sumber : Dokumentasi peneliti

(2016)

3. *Machine* (Mesin)

Machine (mesin) merupakan mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie. Mesin dan peralatan produksi yang digunakan oleh Pabrik Gula Redjosarie hampir seluruhnya adalah peninggalan jaman belanda sehingga memiliki umur yang cukup tua yang menyebabkan terjadi kerusakan mesin dan peralatan produksi yang tidak diinginkan selama proses produksi. Kerusakan mesin dan peralatan produksi menyebabkan terganggunya proses produksi yang dijalankan dan menyebabkan jam berhenti giling semakin meningkat. Apabila pabrik ingin melakukan penggantian seluruh mesin dan peralatan produksi dengan mesin dan peralatan yang baru maka akan membutuhkan biaya yang sangat besar, oleh karena itu Pabrik Gula Redjosarie tidak melakukan penggantian mesin dan peralatan produksi melainkan melakukan perawatan dan perbaikan mesin dan peralatan produksi yang mengalami kerusakan sehingga dapat beroperasi kembali sebagaimana mestinya dan mengurangi jam berhenti giling.

Penyebab mesin yang sudah tua dikarenakan mesin dan peralatan produksi di Pabrik Gula Redjosarie merupakan peninggalan jaman belanda sehingga memiliki umur yang cukup tua. Solusi yang diterapkan guna mengatasi permasalahan mesin yang sudah tua adalah dengan melakukan pemeliharaan dan perawatan rutin pada mesin dan peralatan produksi di luar masa giling (LMG) maupun dalam masa giling (DMG). Penyebab mesin yang sering mengalami kerusakan adalah kurang adanya perawatan dan perbaikan mesin dan peralatan produksi sehingga mesin dan peralatan produksi sering mengalami kerusakan.

Solusi yang diterapkan adalah dengan melakukan perbaikan mesin dan peralatan produksi yang mengalami kerusakan sehingga dapat beroperasi kembali, dan melakukan penggantian mesin dan peralatan produksi apabila sudah tidak bisa diperbaiki lagi. Penyebab adanya jam berhenti giling dikarenakan mesin dan peralatan produksi mengalami kerusakan pada saat proses produksi gula berlangsung. Jam berhenti giling di Pabrik Gula Redjosarie pada musim giling tahun 2015 terdapat 15,46% jam berhenti giling atau 335,083 jam dari jumlah jam giling sebesar 2.169,479 jam. Solusi yang diterapkan untuk mengatasi jam berhenti giling adalah dengan melakukan perbaikan semua mesin dan peralatan produksi dalam masa giling atau PDG (perbaikan dalam giling).

4. *Method* (Metode)

Method (metode) merupakan perintah kerja atau instruksi kerja yang harus diterapkan dalam proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie. Metode yang digunakan dalam proses produksi gula menentukan kualitas gula yang dihasilkan. Metode yang diterapkan di Pabrik Gula Redjosarie merupakan metode yang masih manual atau belum otomatis sehingga kualitas gula kristal putih yang dihasilkan kadang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Masih adanya peralatan yang manual peninggalan jaman belanda menyebabkan keakuratan hasil analisis kurang maksimal. Penanganan atau solusi yang diterapkan adalah dengan melakukan modernisasi peralatan secara bertahap, dan melakukan adaptasi inovasi dari pabrik gula luar negeri atau pabrik gula yang sudah modern sehingga metode yang digunakan semakin berkembang.

5. Pengawasan mutu

Pengawasan mutu gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie masih dilakukan secara manual atau diamati secara langsung tanpa menggunakan peralatan modern sehingga terkadang pengawasan yang dilakukan tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pengawasan mutu yang dilakukan biasanya untuk mengukur pH dan kekentalan nira, pengukuran tersebut masih menggunakan peralatan secara manual sehingga keakuratan hasil analisis tidak maksimal. Metode manual dipilih karena lebih mudah dalam melakukannya dan satu-satunya yang dianggap efektif dalam menentukan ataupun mengawasi kualitas gula kristal putih yang dihasilkan. Solusi yang diterapkan untuk

mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan sering melakukan pengawasan terhadap masing-masing kegiatan proses produksi gula kristal putih dan melakukan modernisasi peralatan yang digunakan untuk melakukan pengawasan kualitas.

6. Vaccum stasiun penguapan

Proses penguapan mempunyai tujuan untuk menguapkan sebagian besar air yang terkandung dalam nira encer ($\pm 70\%$) tanpa merusak sukrosa dengan dilakukan seefisien mungkin hingga konsentrasi nira mendekati jenuh dengan kekentalan $\pm 32^\circ\text{Be}$ atau sekitar brix 60 dan menekan kehilangan gula sekecil mungkin. Jika badan penguapan tidak mampu menghasilkan nira yang diharapkan maka akan menambah beban di stasiun masakan. Keadaan vacuum stasiun penguapan harus dijaga kestabilannya terutama di badan akhir, sedikitnya mencapai tekanan hampa 62 cmHg. Disamping vacuum badan akhir, vaccum badan yang lain harus diperhatikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Ketidakstabilan tekanan vacuum disebabkan oleh adanya kotoran kerak pada badan penguapan. Solusi yang diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan pembersihan badan penguapan secara rutin dan sebaik – baiknya dengan cara *chemis* maupun mekanis.

Setelah dijabarkan mengenai masalah yang terjadi dan apa yang menjadi penyebabnya, kemudian dilakukan penyusunan usulan perbaikan guna menghindari terjadinya permasalahan yang sama. Usulan perbaikan dari semua faktor yang mempengaruhi kualitas gula kristal putih, masalah yang terjadi dan penyebab dari masing-masing masalah dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19. Usulan perbaikan masalah yang terjadi berkaitan dengan kualitas gula kristal putih

No	Faktor	Masalah	Usulan Perbaikan
1	Bahan Baku (<i>Material</i>)	Tebu layu karena <i>over stock</i> di empalcement	Melakukan koordinasi dengan bagian QC (<i>Quality Control</i>) dan bagian tanaman untuk pengaturan pola tebang. Pemberian <i>Surfactan</i> pada stasiun gilingan dan pemberian <i>Disinfectan</i> . Tidak terlalu banyak menerima

Tebu terbakar	<p>tebu yang masuk ke dalam pabrik sehingga sisa tebu yang ada di emplacement dapat ditekan.</p> <p>Melakukan koordinasi dengan bagian QC (<i>Quality Control</i>) dan bagian tanaman untuk pengaturan tebangan dan pola giling.</p> <p>Melakukan pengurangan jatah tebang kepada petani apabila mengirim tebu terbakar ke dalam pabrik.</p> <p>Segera mengolah tebu terbakar</p>
---------------	---

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Tabel 19. Usulan perbaikan masalah yang terjadi berkaitan dengan kualitas gula kristal putih (lanjutan)

No	Faktor	Masalah	Usulan Perbaikan
			untuk mengurangi kerusakan Sukrosa.
		Kualitas tebu yang tidak menentu	<p>Melakukan pengawasan kualitas di Selektor 1, 2, dan 3 sehingga kualitas tebu yang diterima sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.</p> <p>Memberikan peringatan kepada para petani apabila tebu yang dikirim tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.</p>
2	Mesin (<i>Machine</i>)	Mesin yang sudah tua	Melakukan pemeliharaan dan perawatan rutin pada mesin dan peralatan produksi di luar masa giling (LMG) maupun dalam masa giling (DMG).
		Sering mengalami kerusakan	<p>Melakukan perbaikan mesin dan peralatan produksi yang mengalami kerusakan sehingga dapat beroperasi kembali.</p> <p>Melakukan penggantian mesin dan peralatan produksi apabila sudah tidak bisa diperbaiki lagi.</p>
		Jam berhenti giling	Melakukan perbaikan semua mesin dan peralatan produksi dalam masa giling atau PDG (perbaikan dalam giling).
3	Manusia (<i>Man</i>)	Skill yang rendah	Memberikan pelatihan kerja secara berkala kepada para

Kurang
pengalaman

tenaga kerja sehingga dapat menambah pengetahuan yang luas terkait pekerjaannya serta melakukan seleksi tenaga kerja yang mempunyai skill yang sesuai dengan bidang pekerjaannya.

Memberikan arahan terkait pekerjaan yang akan dilakukan dan sering melakukan diskusi supaya dapat memberikan kesempatan bagi para tenaga kerja untuk bertukar pendapat serta melakukan pendampingan

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

Tabel 19. Usulan perbaikan masalah yang terjadi berkaitan dengan kualitas gula Kristal putih (lanjutan)

No	Faktor	Masalah	Usulan Perbaikan
			agar para tenaga kerja lebih mudah dalam melakukan pekerjaannya
		Kurang teliti	Memberi peringatan apabila ada tenaga kerja yang kurang teliti dan melakukan kesalahan dalam melakukan pekerjaannya sehingga dapat memberikan efek jera dan tidak melakukannya kembali.
4	Metode (<i>Method</i>)	Masih manual/belum otomatis	Melakukan adaptasi inovasi dari pabrik gula luar negeri atau pabrik gula yang sudah modern sehingga metode yang digunakan semakin berkembang.
5	Pengawasan Mutu	Masih manual	Sering melakukan pengawasan terhadap masing-masing kegiatan proses produksi gula kristal putih. Melakukan modernisasi peralatan yang digunakan untuk melakukan pengawasan kualitas.
6	Vaccum stasiun penguapan	Keadaan vaccum yang tidak stabil	Pembersihan badan penguapan secara rutin dan sebaik – baiknya dengan cara <i>chemis</i> maupun mekanis.

Sumber : Hasil pengolahan data (2016)

5.4.5 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali merupakan alat pengendalian kualitas secara statistik yang digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan masalah pada kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015. Tabel 17 dan 18 menunjukkan jumlah produksi gula kristal putih dan kerusakan produk gula pada setiap musim giling di Pabrik Gula Redjosarie, selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan peta kendali (*control chart*) yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kerusakan produk yang terjadi, apakah proses tersebut masih berada di dalam batas kendali ataukah berada di luar batas kendali. Titik-titik data yang berada dalam batas kendali menunjukkan proses masih berjalan normal namun apabila titik-titik data berada di luar batas

kendali maka proses tersebut harus segera dicari penyebab data yang melebihi batas kendali tersebut.

Langkah-langkah untuk membuat peta kendali p (peta kendali proporsi kerusakan) adalah sebagai berikut:

1. Menghitung persentase kerusakan

$$p = \frac{np}{n} \times 100\% \quad (5.3)$$

Keterangan :

np : Jumlah produk rusak

n : jumlah produk yang diperiksa

Maka perhitungan persentase kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 sebagai berikut:

$$p_{2011} = \frac{198,8}{14.640,50} \times 100\%$$

$$= 1,36\%$$

$$p_{2012} = \frac{150,06}{17.490,80} \times 100\%$$

$$= 0,86\%$$

$$p_{2013} = \frac{174,7}{14.799,40} \times 100\%$$

$$= 1,18\%$$

$$p_{2014} = \frac{122,75}{19.519,50} \times 100\%$$

$$= 0,63\%$$

$$p_{2015} = \frac{66,84}{18.669,50} \times 100\%$$

$$= 0,36\%$$

2. Menghitung garis pusat/*Central Line* (CL)

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} \times 100\% \quad (5.4)$$

Maka perhitungan garis pusat kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 sebagai berikut:

$$CL = \bar{p} = \frac{713,15}{85.199,70} \times 100\%$$

$$= 0,84\%$$

3. Menghitung batas kendali atas/*Upper Control Limit (UCL)*

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (5.5)$$

Maka perhitungan batas kendali atas kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,84\% + 3 \sqrt{\frac{0,84\% (100\% - 0,84\%)}{85.199,70}} \\ &= 0,84\% + 3 \sqrt{\frac{83,2944\%}{85.199,70}} \\ &= 0,84\% + 3\sqrt{0,0009\%} \\ &= 0,84\% + 3(0,03\%) \\ &= 0,84\% + 0,09\% \\ &= 0,93\% \end{aligned}$$

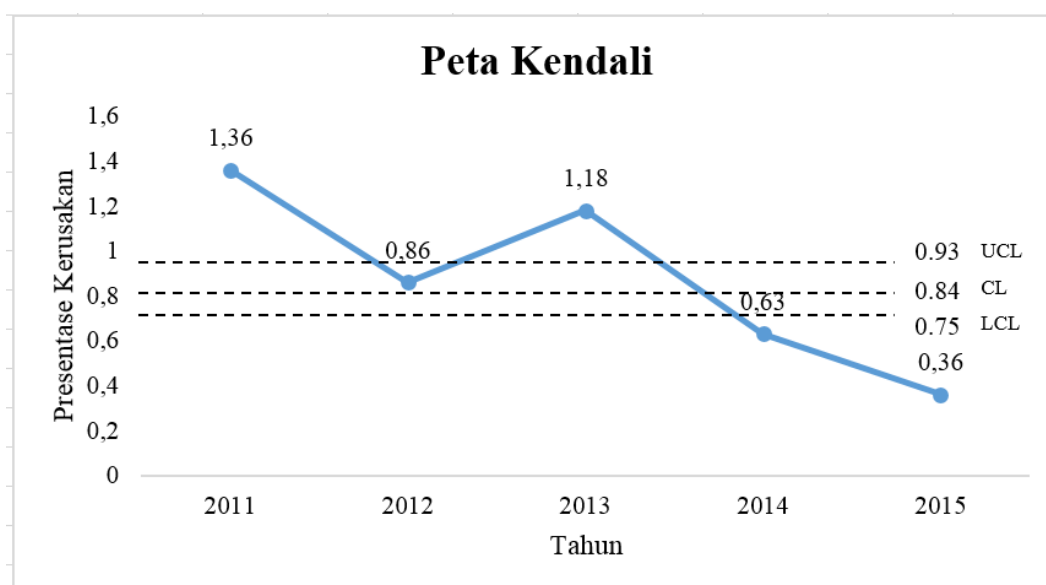
4. Menghitung batas kendali bawah/*Lower Control Limit (UCL)*

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (5.6)$$

Maka perhitungan batas kendali atas kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} LCL &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,84\% - 3 \sqrt{\frac{0,84\% (100\% - 0,84\%)}{85.199,70}} \\ &= 0,84\% - 3 \sqrt{\frac{83,2944\%}{85.199,70}} \\ &= 0,84\% - 3\sqrt{0,0009\%} \\ &= 0,84\% - 3(0,03\%) \\ &= 0,84\% - 0,09\% \\ &= 0,75\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan data persentase kerusakan produk dapat diketahui bahwa persentase kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 secara berturut-turut sebesar 1,36%, 0,86%, 1,18%, 0,63%, dan 0,36%. Nilai garis pusat atau *Central Line* (CL) kerusakan produk gula sebesar 0,84%, nilai batas kendali atas atau *Upper Central Line* (UCL) kerusakan produk gula sebesar 0,93% sedangkan nilai batas kendali bawah atau *Lower Central Line* (LCL) kerusakan produk gula sebesar 0,75%. Dari hasil perhitungan di atas, maka selanjutnya dapat dibuat sebuah peta kendali yang dapat dilihat pada gambar 31.



Gambar 31. Peta kendali kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015

Berdasarkan peta kendali kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 terdapat data kerusakan produk gula yang berada di luar batas kendali. Data yang berada di luar batas kendali atau berada di atas garis UCL adalah kerusakan produk gula pada musim giling tahun 2011, dan 2013 yaitu sebesar 1,36%, dan 1,18%, sedangkan data yang berada dalam batas kendali adalah kerusakan produk gula pada musim giling tahun 2012, 2014, dan 2015 yang memiliki nilai secara berturut-turut sebesar 0,86%, 0,63%, dan 0,36%. Titik data persentase kerusakan produk gula yang berada dalam batas kendali menunjukkan hasil dari proses pengendalian kualitas yang telah dilakukan oleh Pabrik Gula Redjosarie. Titik data persentase kerusakan produk gula yang berfluktuasi tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat penyimpangan dalam

proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie sehingga masih perlu dilakukan pengendalian kualitas gula kristal putih yang bertujuan untuk tetap menjaga kualitas gula yang dihasilkan selama proses produksi dan dapat menekan kerusakan produk yang rusak seminimal mungkin.

VI. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas dan Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Redjosarie Kabupaten Magetan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses produksi gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie menggunakan proses sulfitasi, yang mana terdiri dari enam proses, antara lain: pemerahan nira (stasiun gilingan), pemurnian nira (stasiun pemurnian), penguapan nira (stasiun penguapan), proses kristalisasi (stasiun masakan), proses pemisahan (stasiun puteran), dan proses penyelesaian (stasiun penyelesaian).
2. Berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda dengan pendugaan OLS (*Ordinary Least Square*) maka dapat diketahui terdapat dua faktor yang berpengaruh nyata atau signifikan pada taraf kepercayaan sebesar 0,05 terhadap kualitas gula kristal putih di Pabrik Gula redjosarie dengan indikator warna larutan (IU). Faktor-faktor tersebut adalah vaccum stasiun penguapan dan lama waktu masak. Nilai koefisien regresi variabel vaccum stasiun penguapan sebesar -7,448 artinya setiap penambahan 1 CmHg vaccum stasiun penguapan maka akan mengurangi nilai warna gula (IU) sebesar 7,448. Nilai koefisien regresi variabel lama waktu masak sebesar 2,221 artinya setiap penambahan 1 jam lama waktu masak maka akan meningkatkan nilai warna gula (IU) sebesar 2,221. Warna gula (IU) yang baik memiliki standar < 400 IU, dengan kata lain semakin rendah nilai warna gula maka kualitas gula kristal putih semakin baik.
3. Faktor yang menjadi penyebab kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie adalah faktor bahan baku, mesin, manusia, metode, lingkungan, dan vaccum stasiun penguapan. Faktor bahan baku terdiri dari tebu wayu karena *over stock* di emplacement, tebu terbakar, dan kualitas tebu yang tidak menentu. Faktor mesin terdiri dari mesin produksi yang sudah tua, mesin produksi yang sering mengalami kerusakan, dan adanya jam berhenti giling. Faktor manusia terdiri dari skill yang rendah, kurang teliti, dan kurang pengalaman. Faktor metode terjadi karena masih manual atau belum otomatis. Faktor pengawasan mutu terjadi karena dalam melakukan pengawasan mutu

masih manual sedangkan faktor vacuum stasiun penguapan terjadi karena keadaan vacuum yang tidak stabil.

4. Persentase kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 secara berturut-turut sebesar 1,36%, 0,86%, 1,18%, 0,63%, dan 0,36%. Berdasarkan peta kendali kerusakan produk gula kristal putih di Pabrik Gula Redjosarie musim giling tahun 2011-2015 terdapat data kerusakan produk gula yang berada di luar batas kendali. Titik data persentase kerusakan produk gula yang berada di luar batas kendali menunjukkan hasil dari proses pengendalian kualitas yang telah dilakukan oleh Pabrik Gula Redjosarie kurang tepat sedangkan pada tahun-tahun terakhir persentase kerusakan produk gula kristal putih menurun atau berada dalam batas kendali hal ini menunjukkan hasil dari proses pengendalian kualitas yang telah dilakukan oleh Pabrik Gula Redjosarie sudah tepat.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian mengenai Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas dan Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Redjosarie Kabupaten Magetan dapat diberi saran kepada Pabrik Gula Redjosarie adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya perbaikan, pemeliharaan dan perawatan secara rutin pada semua peralatan dan mesin produksi guna mengurangi jam berhenti giling sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar.
2. Pabrik Gula Redjosarie harus memperhatikan kondisi vacuum stasiun penguapan dan lama waktu masak gula sehingga diperoleh kualitas gula yang baik yaitu kondisi vacuum sebesar 62 CmHg dan lama waktu masak 2-3 jam.
3. Sebaiknya dilakukan perbaikan terhadap faktor bahan baku, mesin, manusia, metode, pengawasan mutu, dan vacuum stasiun penguapan guna meningkatkan kualitas gula kristal putih yang dihasilkan.
4. Perlu dilakukan pengendalian kualitas gula kristal putih yang bertujuan untuk menekan kerusakan produk gula kristal putih.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, Agus. 1987. *Manajemen Produksi : Pengendalian Produksi*. Yogyakarta : BPFE.
- Amanda, Kurnia. 2013. *Pengendalian (Controlling)*. Online. <http://kurniaamanda.blogspot.co.id/2013/11/pengendalian-controlling.html?m=1>. Diakses tanggal 24 Januari 2016.
- Amstrong, G & Kotler P. 1997. *Prinsip-prinsip Pemasaran, Cetakan Pertama*. Jakarta : Erlangga.
- Assauri, S. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- BSN, 2010. *Gula Kristal - Bagian 3 : Putih*. Online. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-mutiara-nugraheni-stpmisi/sni-31403-2010-gula-pasir.pdf>. Diakses tanggal 21 Januari 2016.
- Churmen, Imam. 2001. *Menyelamatkan Industri Gula Indonesia Edisi 1*. Jakarta : Millenium Publisher.
- Deptan. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Tebu*. Jurnal Departemen Pertanian.
- Dewan Gula Indonesia. 2007. *Kondisi Pergulaan Indonesia*. Jakarta : Sekretariat Dewan Gula Indonesia.
- Duwi. 2011. *Analisis Regresi Linear Berganda*. Online. <http://duwiconsultant.blogspot.com/2011/11/analisis-regresi-linear-berganda.html>. Diakses tanggal 25 Januari 2016.
- Firdaus, Muhammad. 2008. *Manajemen Agribisnis*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Gaspersz, V. 1997. *Manajemen Kualitas dalam Industri Jasa*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Goetsch, D.L dan Davis, S. 1994. *Introduction to Total Quality : Quality, Productivity, Competitiveness*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall International. Inc.
- Gujarati, Damodar. 2006. *Dasar-dasar Ekonometrika*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Haming, M dan Nurnajamuddin, M. 2007. *Manajemen Produksi Moern Operasi Manufaktur dan Jasa*. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Hasanah, Uswatun. 2013. *Skripsi tentang Analisis Pengendalian Kualitas Gula pada PG. Mojo di Kabupaten Sragen dengan Menggunakan Metode Six Sigma – DMAIC*. Yogyakarta : Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Iqbal, Hasan. 2008. *Pokok-Pokok Materi Statistik 2*. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Mockler, Robert J. 1984. *The Management Control Process*. New York: Appleton-CenturyCrofts.

- Muhandri, T dan Kadarsiman, D. 2008. *Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan*. Bogor : IPB Press.
- Naftali, Yohan. 2008. *Operational Management*. Online. <http://www.yohanli.com/category/management/operational-management>. Diakses tanggal 22 Januari 2016.
- Narimawati, Umi. 2008. *Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif, Teori dan Aplikasi*. Bandung : Agung Media.
- Prihantoro, Rudy. 2012. *Konsep Pengendalian Mutu*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Puspitasari, D.K. 2015. *Skripsi tentang Analisis Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih di Pabrik Gula Toelangan Sidoarjo*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Rahmawati, Suciana. 2012. *Skripsi tentang Analisis Pengendalian Kualitas Gula di PG Tasikmadu Kabupaten Karanganyar*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Risvan. 2015. *Faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas gula kristal putih selama proses penyimpanan*. Online. <http://www.risvank.com/2012/05/01/faktor-yang-mempengaruhi-penurunan-kualitas-gula-kristal-putih-selama-proses-penyimpanan/>. Diakses tanggal 12 Januari 2016.
- RKT Kementerian, 2013. *Produksi Gula di Indonesia*. Online. http://depan.go.id/sakip/admin/data/RKT_DIR_TAN_SEMUSIM_2013.pdf. Diakses tanggal 19 Januari 2016.
- Sabardi, Agus. 1997. *Pengantar Manajemen*. Yogyakarta : Unit Penerbit dan Percetakan Akademi Manajemen Perusahaan YKPN.
- Setyawan, Y. 2007. *Teknik-teknik Perbaikan Kualitas*. www.646_kuliah_1-3_bag2.co.id. Diakses tanggal 24 Januari 2016.
- Silvia, Evanila dkk. 2010. *Jurnal tentang Implementasi Metode Quality Function Deployment (QFD) Guna Meningkatkan Kualitas Gula Kristal Putih*. Prosiding Semirata Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2010 (POSTER).
- Sinar Tani. 2015. *Tingkatkan Produktivitas Tebu*. Online. <http://m.tabloidsinartani.com/index.php?id> Diakses tanggal 20 Januari 2016.
- Siswaidi. 2012. *Proses Pembuatan Gula Pasir*. Online. <http://industryoleochemical.blogspot.com/2012/04/proses-pembuatan-gula-pasir.html>. Diakses tanggal 19 Januari 2016.
- Soemohandojo, Toat. 2009. *Pengantar Injineriing Pabrik Gula*. Surabaya : Bintang.
- Stoner, James, A.F. 1986. *Manajemen Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.

- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Suryadiningrat, J.A. 2012. *Statistical Process Control (SPC)*. Online. <http://4s war.blogspot.com/2012/12/statistical-process-control-spc.html>. Diakses tanggal 22 Januari 2016.
- Syaputra, Irvandy. 2013. *Statistical Quality Control*. Online. <http://irvandy1993.blogspot.com/2013/06/statistical-quality-control.html>. Diakses tanggal 22 Januari 2016.
- Tjiptono, F dan Diana, A. 2003. *Total Quality Management (TQM) – Edisi Revisi*. Yogyakarta : C.V Andi Offset.
- Tumanggor, Sa'ir. 2005. *Jurnal tentang Analisis Pelaksanaan Pengendalian Mutu pada Perusahaan Pabrik Gula*. Jurnal Sistem Teknik Industri Volume 6 No. 2 April 2005.
- Untung S. 2012. *Proses Pembuatan Gula Pasir dari Tebu*. Online. <https://r3870me.wordpress.com/2012/12/22/proses-pembuatan-gula-pasir-dari-tebu/>. Diakses tanggal 20 Januari 2016.
- Wijayanto, Hendra. 2013. *Diagram Sebab-akibat*. Online. <http://adf.ly/4157196/banner/http://softwarecap.blogspot.com/2013/05/diagram-sebab-akibat.html>. Diakses tanggal 22 Januari 2016.