



PENGENDALIAN MUTU STATISTIK SUSU *ULTRA HIGH*

TEMPERATURE (UHT) DI PT XYZ

Statistical Quality Control of Ultra High Temperature (UHT) Milk

in PT XYZ

Ester Mastiur Sitorus¹ dan Ervina Mela^{1*}

¹Program Studi Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto Indonesia

*Alamat koresponden: ervina.mela@unsoed.ac.id

ABSTRAK

Susu *ultra high temperature* (UHT) merupakan salah satu produk yang banyak dikonsumsi karena kepraktisan dan higienitasnya. PT XYZ merupakan salah satu industri yang memproduksi susu UHT dengan varian rasa coklat dan stroberi. Berdasarkan catatan perusahaan terdapat variasi kandungan protein pada kedua produk tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai rata-rata kadar protein susu coklat dan susu stroberi pada peta kendali, serta menyusun diagram sebab-akibat untuk mengetahui faktor-faktor yang berpotensi menjadi penyebab fluktuasi kadar protein pada susu coklat dan stroberi PT XYZ. Data penelitian diperoleh dari catatan perusahaan, yang kemudian dianalisis menggunakan peta kendali *Moving Range* (MR) dan diagram sebab akibat (*fishbone*). Hasil penelitian menunjukkan terdapat nilai-nilai yang berada di luar batas kendali, baik pada varian rasa coklat maupun stroberi. Penyebab terjadinya variabilitas nilai kadar protein pada susu UHT baik pada rasa coklat maupun stroberi berasal dari 4 faktor. Faktor mesin berupa pengecekan mesin yang masih bersifat kuratif. Faktor manusia berupa kekurangan sumber daya manusia dan belum adanya pelatihan karyawan secara rutin. Faktor metode berupa penggunaan metode penuangan bahan yang masih manual. Faktor material berupa ketidakseragaman sumber dan kualitas bahan baku susu segar dari pemasok, dan perbedaan kualitas serta jenis bahan baku (antara susu segar dan susu rekombinasi).

Kata kunci: pengendalian mutu statistik, peta kendali MR, susu *ultra high temperature*

ABSTRACT

Ultra high temperature (UHT) milk is a product that is widely consumed because of its practicality and hygiene. PT XYZ is one of the industries that produces UHT milk with chocolate and strawberry flavors. Based on company records, there are variations in the protein content of the two products. The purpose of this study was to determine the average protein content of chocolate and strawberry milk on the control chart and to develop a



cause-and-effect diagram to determine the factors that triggered variation in protein levels in PT XYZ's chocolate milk and strawberry milk. The research data was obtained from company records, which were then analyzed using MR control charts and fishbone diagrams. The results showed that there were values that were outside the control limits, both in the chocolate and strawberry flavor variants. The cause of the variability in the value of protein content in UHT milk in both chocolate and strawberry flavors comes from 4 factors. The machine factor is in the form of machine checking, which is still curative. The human factor is a lack of human resources and the absence of regular employee training. The factor of the method of using materials that are still manual. Material factors are in the form of non-uniformity of sources and quality of raw materials for fresh milk from suppliers, and differences in quality and type of raw materials (between fresh milk and recombined milk).

Keywords: *statistical quality control, MR control chart, ultra high temperature milk*

PENDAHULUAN

Susu merupakan salah satu produk minuman yang banyak dikonsumsi karena kandungan gizinya yang cukup tinggi dan bervariasi, meliputi lemak, protein, mineral hingga vitamin. Namun, susu termasuk ke dalam bahan pangan yang mudah rusak disebabkan kadar airnya yang cukup tinggi sehingga kemungkinan terkontaminasi oleh mikroorganisme menjadi lebih tinggi (Thompson & Sabikhi, 2012). Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengolahan untuk mencegah kerusakan susu, sehingga umur simpan susu dapat diperpanjang. Salah satu metode yang telah umum digunakan adalah pengolahan dengan pemberian suhu tinggi berupa metode *Ultra High Temperature* (UHT). Pengolahan UHT merupakan rangkaian unit proses yang bertujuan untuk menghasilkan produk steril yang dapat bertahan pada suhu ruang selama beberapa bulan (Deeth & Lewis, 2017). Susu UHT merupakan satu olahan susu yang sudah dikenal secara luas karena kepraktisan dalam mengonsumsinya (Ratna et al., 2016). Selain itu, proses pengisian serta pengemasan yang dilakukan secara aseptis juga menyebabkan kontaminasi mikroorganisme pada susu UHT dapat diminimalkan bahkan dicegah.

Meskipun telah diproduksi dan dikemas secara aseptis, produk susu UHT masih rawan terhadap kontaminasi dikarenakan proses pengolahan susu UHT hanya membunuh mikroorganisme non-spora (Deeth & Lewis, 2017). Pencegahan kontaminasi merupakan bagian yang penting dalam pengendalian mutu produk susu UHT. Pengendalian mutu



bertujuan untuk memastikan kualitas produk sudah sesuai dan memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan sehingga aman untuk dipasarkan dan dikonsumsi (Gandhi et al., 2020). Di sisi lain, industri juga menginginkan tercapainya mutu yang seragam dengan biaya serendah mungkin dan sesuai dengan rentang waktu yang ditetapkan (Elmas, 2017).

PT XYZ merupakan salah satu industri yang telah memproduksi susu UHT sejak tahun 2009 dengan menghasilkan varian rasa coklat dan stroberi. Perusahaan telah melakukan pengendalian mutu terhadap produknya, meliputi pengendalian mutu bahan baku, proses dan produk akhir. Pada perkembangan berikutnya, perusahaan merasa perlu secara khusus melakukan analisis pengendalian mutu statistik terhadap kadar protein susu UHT hasil produksinya. Hal ini didasarkan pada pengamatan bahwa kadar protein susu UHT mengalami fluktuasi paling tinggi dibandingkan parameter lainnya. Perusahaan lalu menindaklanjuti pengujian kadar protein ini untuk mengetahui apakah fluktuasi tersebut masih dalam batas kendali atau tidak. Apabila ditemukan kadar protein susu berada di luar batas kendali maka, perlu dilanjutkan dengan analisis untuk mengetahui penyebab dari fluktuasi tersebut. Pengendalian mutu statistik adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengontrol keseragaman mutu produk supaya dapat mencapai kestabilan dalam proses produksi dan meningkatkan kapabilitas produksi melalui pengurangan variabilitas. Pengendalian mutu statistik menggunakan 7 alat dalam proses analisisnya, yaitu histogram, lembar pemeriksaan, diagram pareto, stratifikasi, diagram pencar, diagram sebab akibat dan peta kendali (Montgomery, 2013). Di antara ketujuh alat tersebut, peta kendali merupakan alat yang paling umum digunakan karena dapat menunjukkan variabilitas karakteristik produk.

Beberapa literatur menunjukkan bahwa analisis pengendalian mutu statistik telah diterapkan pada beberapa produk industri, seperti yang dilakukan oleh Agustina et al. (2020), Andespa (2020), Gardjito (2017), Hairiyah et al., (2019) dan Pusparini et al. (2018). Hal ini menunjukkan bahwa analisis pengendalian mutu statistik merupakan salah satu solusi yang dapat ditawarkan untuk meningkatkan efisiensi pada bidang produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui posisi rata-rata kadar protein susu coklat dan stroberi PT XYZ pada peta kendali, serta menyusun diagram sebab-akibat untuk



mengetahui faktor-faktor yang berpeluang menjadi penyebab fluktuasi kadar protein pada susu coklat dan susu stroberi PT XYZ.

METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Januari-Februari 2022 di PT XYZ. Data kadar protein dari dua varian rasa susu UHT (cokelat dan stroberi) diperoleh dari data perusahaan produksi sepanjang bulan Januari 2022. Data terdiri dari 121 data untuk susu UHT coklat dan 114 data untuk susu UHT stroberi. Proses pengolahan data pembuatan peta kendali dilakukan dengan *software Minitab*. Pada penelitian ini karena data yang diolah merupakan data variabel, maka digunakan peta kendali variabel peta kendali I-MR (*Individual and Moving-Range*) karena ukuran subkelompok adalah 1 (Lim & Antony, 2019). Jenis peta kendali ini telah digunakan pula dalam beberapa literatur, seperti pada pengendalian kualitas *crude palm oil* yang dilakukan oleh Hudori (2015) dan pada bidang farmasi yang dilakukan oleh Eissa et al. (2015).

Dalam proses pengolahan data untuk membuat peta kendali I-MR digunakan rumus-rumus berikut (Lim & Antony, 2019).

1. Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

\bar{x} = rata-rata dari seluruh data

$\sum x_i$ = jumlah seluruh data

n = banyaknya data

2. *Moving Range* dari setiap sampel data

$$MR = |x_i - x_{i-1}| \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

MR = *Moving Range*

x_i = nilai sampel ke-i

x_{i-1} = nilai sampel sebelum sampel ke-i



3. Rata-rata *Moving Range*

$$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{n-1} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

\overline{MR} = rata-rata *moving range*

MR = *Moving Range*

n = jumlah sampel

4. *Center Line* Peta Kendali *Moving Range*

$$CL = \frac{\sum \overline{MR}}{n} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

CL = *Center Line*

\overline{MR} = rata-rata *moving range*

n = jumlah sampel

5. *Center Line* Peta Kendali Individual

$$CL = \bar{x} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

CL = *Center Line*

\bar{x} = nilai rata-rata dari seluruh data

6. UCL dan LCL Peta Kendali *Moving Range*

$$UCL = D_4 \overline{MR} \dots\dots\dots (6)$$

$$LCL = D_3 \overline{MR} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

UCL = *Upper Control Limit* atau Batas Kendali Atas

LCL = *Lower Control Limit* atau Batas Kendali Bawah

\overline{MR} = rata-rata *moving range*

7. UCL dan LCL Peta Kendali Individual

$$UCL = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \dots\dots\dots (8)$$

$$LCL = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \dots\dots\dots (9)$$



Keterangan:

UCL = *Upper Control Limit* atau Batas Kendali Atas

LCL = *Lower Control Limit* atau Batas Kendali Bawah

\overline{MR} = rata-rata *moving range*

Adapun tahap pengolahan data dan analisis peta kendali (Jugulum, 2014) adalah sebagai berikut.

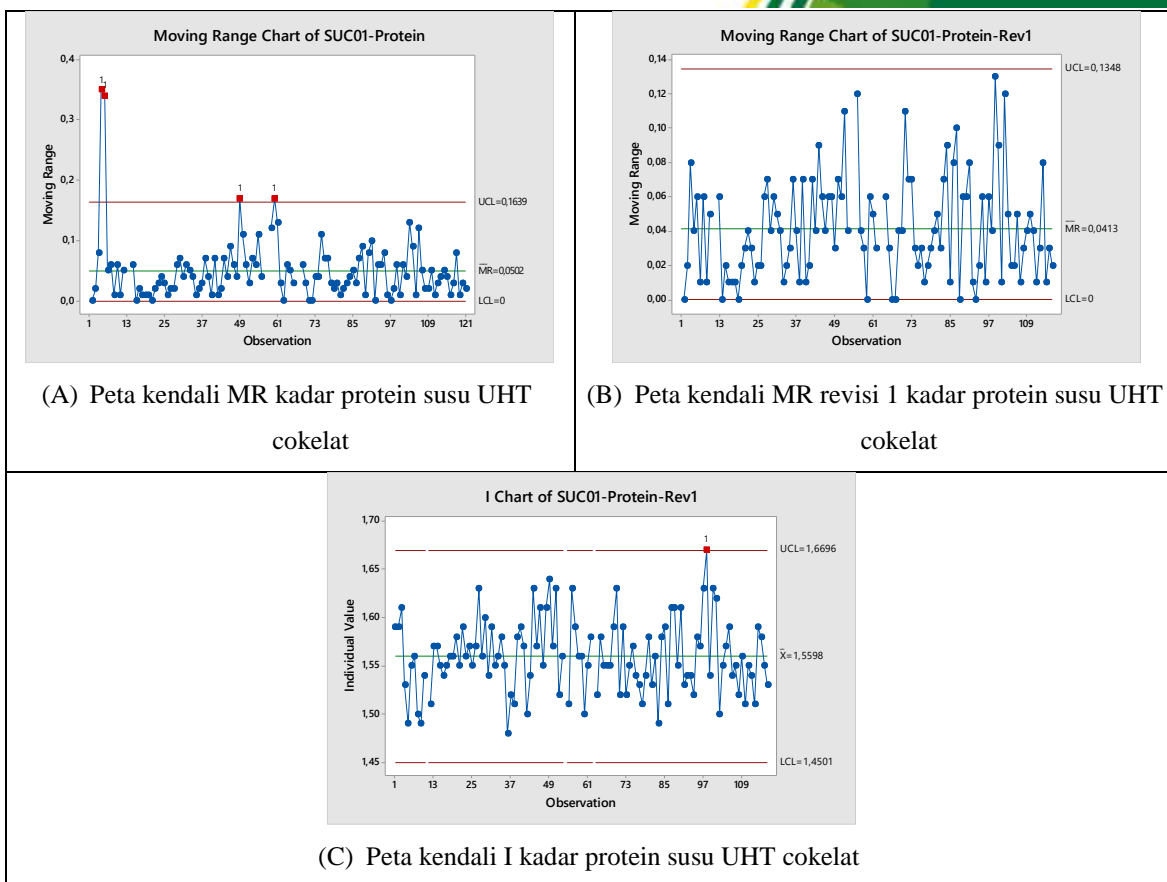
1. Pembuatan peta kendali MR dan pengamatan apakah semua titik dalam grafik berada dalam batas kendali.
2. Pengamatan terhadap titik di luar batas kendali. Jika terdapat titik yang berada di luar batas kendali, hal tersebut menunjukkan adanya keabnormalan atau penyebab khusus dalam proses.
3. Data yang menyebabkan terjadinya keabnormalan dieliminasi dari daftar data dan dilakukan perhitungan ulang dari batas kendali.
4. Pengulangan langkah 1 hingga 3 hingga diperoleh peta kendali MR yang stabil. Peta kendali MR yang telah stabil ditunjukkan dengan pola variabilitas normal dimana tidak terdapat titik yang berada di luar kendali (Eissa, 2018).

Setelah seluruh titik dalam peta kendali MR berada dalam kontrol, dapat dilakukan pembuatan peta kendali I untuk menganalisis kestabilan proses. Tahap selanjutnya adalah dengan merumuskan faktor-faktor penyebab variabilitas dalam bentuk diagram sebab akibat atau *fishbone* (Coccia, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Kendali Kadar Protein Susu UHT Coklat

Berdasarkan pengolahan data, diperoleh peta kendali kadar protein susu UHT yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kendali Susu UHT coklat

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada peta kendali yang digunakan pada analisis kadar protein susu UHT coklat yang dihasilkan perusahaan sepanjang bulan Januari 2022. Pada peta kendali MR yang ditunjukkan oleh Gambar 1A., terdapat 4 titik yang berada di luar batas kendali. Titik tersebut bernilai 1,88; 1,54; 1,44 dan 1,67. Sesuai dengan langkah analisis pada Lim & Antony (2019) maka revisi data diperlukan agar dihasilkan peta kendali MR yang normal melalui eliminasi nilai-nilai yang berada di luar batas kendali tersebut, sehingga diperoleh peta kendali MR yang normal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1B.

Setelah dilakukan revisi sebanyak 1 kali, diperoleh peta kendali MR yang telah stabil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1B sehingga dapat dilanjutkan ke tahap pembuatan peta kendali I yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 1C. Pada peta kendali I kadar protein pada susu UHT varian rasa coklat (Gambar 1C.) memperlihatkan terdapat 1



titik yang terletak di luar batas kendali. Titik tersebut mewakili susu UHT coklat dengan kadar protein bernilai 1,67. Adanya titik yang berada di luar batas kendali menunjukkan bahwa terdapat ketidakstabilan proses pada titik tersebut (Montgomery, 2013).

Peta Kendali Kadar Protein Susu UHT Stroberi

Berdasarkan pengolahan data diperoleh peta kendali kadar protein susu UHT stroberi Gambar 2 dan Gambar 3. Kadar protein pada susu UHT varian rasa stroberi, dapat dilihat pada Gambar 2A. Pada gambar terlihat terdapat titik-titik yang berada di luar batas kendali. Adapun titik-titik yang berada di luar batas kendali adalah 1,70; 1,19; 1,93; 1,26; 1,28 dan 1,54. Oleh karena itu, perlu dilakukan revisi data dengan cara mengeliminasi nilai-nilai yang berada di luar batas kendali hingga diperoleh peta kendali MR yang stabil. Adapun hasil revisi pertama dari peta kendali MR ditunjukkan pada Gambar 2B. Setelah dilakukan revisi data, dihasilkan peta kendali yang ditampilkan pada Gambar 2B. Pada peta kendali tersebut masih terdapat 8 titik yang berada di luar batas kendali atas. Adapun nilainya adalah 1,45 ;1,35; 0,93 ;1,61; 1,30 ;1,27 ;1,13 dan 1,30. Oleh karena itu, peta kendali tersebut belum stabil dan perlu dilakukan revisi data dengan menghilangkan titik-titik yang berada di luar batas kendali tersebut (Lim & Antony, 2019). Pada Gambar 2C ditunjukkan hasil revisi pada peta kendali MR.

Pada Gambar 2C dapat dilihat bahwa peta kendali MR belum stabil dikarenakan masih terdapat 4 titik yang berada di luar batas kendali dengan nilai sebesar 1,35 ;1,15 ;1,04 dan 1,29. Oleh karena itu, perlu dilakukan revisi data hingga diperoleh peta kendali MR yang stabil, ditandai dengan tidak adanya titik yang berada di luar batas kendali (Lim & Antony, 2019). Peta kendali MR yang dihasilkan melalui revisi ketiga ditunjukkan pada Gambar 2D. Pada peta kendali yang ditunjukkan Gambar 2D, masih terdapat 4 titik yang berada di atas batas kendali. Titik-titik tersebut mewakili susu UHT dengan kadar protein sebesar 1,36; 1,19; 1,19 dan 1,28. Adanya titik di luar batas kendali menunjukkan bahwa peta kendali MR belum dalam keadaan stabil, sehingga data masih perlu diperbaiki dengan cara menghapus titik-titik yang berada di luar batas kendali (Lim & Antony, 2019). Pada Gambar 2E ditunjukkan peta kendali hasil revisi keempat.



Pada peta kendali MR yang dihasilkan setelah revisi sebanyak 4 kali, masih terdapat 3 titik yang berada di luar batas kendali dengan kadar protein sebesar 1,19; 1,56 dan 1,29. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa peta kendali MR masih belum stabil, sehingga perlu dilakukan eliminasi ketiga titik yang berada di luar batas kendali agar diperoleh peta kendali MR yang stabil. Hasil revisi peta kendali MR kadar protein varian rasa stroberi ditunjukkan pada Gambar 2F. Gambar 2F menunjukkan bahwa masih terdapat 2 titik yang berada di atas batas kendali dengan kadar protein sebesar 1,19 dan 1,35. Oleh karena itu, perlu dilakukan revisi data dengan mengeliminasi kedua titik tersebut supaya dapat diperoleh peta kendali MR yang stabil (Lim & Antony, 2019). Setelah revisi dilakukan, diperoleh peta kendali MR yang ditunjukkan pada Gambar 3A.

Pada peta kendali MR yang ditunjukkan pada Gambar 3A, diketahui bahwa peta kendali masih belum stabil. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya 2 titik yang berada di atas batas kendali dengan kadar protein sebesar 1,19 dan 1,35. Dikarenakan peta kendali MR belum stabil, perlu dilakukan revisi data dengan menghapus 2 titik yang berada di luar batas kendali agar diperoleh peta kendali MR yang stabil. Adapun peta kendali yang dihasilkan setelah revisi ketujuh ditunjukkan pada Gambar 3B.

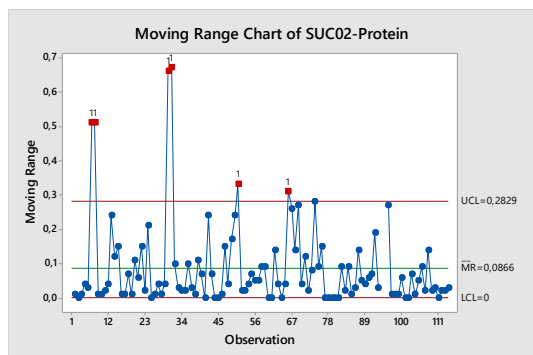
Pada peta kendali MR di Gambar 3B masih terdapat 2 titik yang berada di luar batas kendali. Kedua titik tersebut memiliki nilai kadar protein sebesar 1,19 dan 1,35. Oleh karena itu, dilakukan revisi data dengan menghapus kedua titik yang berada di luar batas kendali agar diperoleh peta kendali MR yang stabil (Lim & Antony, 2019). Pada Gambar 3C, ditunjukkan peta kendali MR yang dihasilkan melalui revisi yang telah dilakukan. Pada peta kendali MR yang ditunjukkan Gambar 3C dapat dilihat masih terdapat 1 titik yang berada di luar batas kendali. Titik tersebut mewakili susu UHT dengan kadar protein sebesar 1,28. Oleh karena itu, perlu dilakukan revisi pada data dengan menghapus titik tersebut sehingga dapat diperoleh peta kendali MR yang stabil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3D.

Setelah peta kendali MR stabil diperoleh, maka analisis dapat dilanjutkan dengan pembuatan peta kendali I menggunakan 77 data yang telah menghasilkan peta kendali MR yang stabil tersebut. Adapun hasil dari pembuatan peta kendali I tersebut ditunjukkan pada Gambar 3E. Pada peta kendali di Gambar 3E, dapat terlihat terdapat titik-titik yang berada

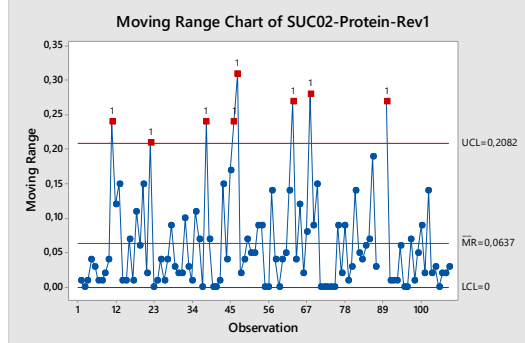


di luar batas kendali. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar protein pada susu UHT varian rasa stroberi yang diproduksi selama bulan Januari ternyata berada di luar kontrol. Terdapat 6 titik yang berada di bawah batas kendali dengan kadar protein berada pada rentang 1,00 hingga 1,10. Sementara 3 titik lainnya berada di atas batas kendali dengan nilai kadar protein berturut-turut sebesar 1,42; 1,53 dan 1,57.

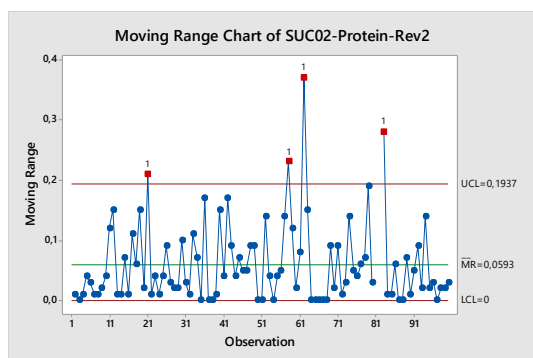
Dalam proses produksi, variasi hasil merupakan hal yang alami terdapat dalam produk. Namun, variasi tersebut dapat mempengaruhi pelaksanaan produksi, kualitas pelayanan, dan hasil produksi, sehingga memungkinkan terjadinya pola tidak tentu, resiko dan potensi kerusakan pada produk yang dihasilkan. Variasi dapat dibagi menjadi 2 tipe, yaitu variasi terkendali dan variasi tidak terkendali. Variasi terkendali (*controllable variation*) adalah variasi yang dapat dikendalikan atau variasi yang dapat dihilangkan atau diminimalisir jika dilakukan aktifitas perbaikan (Mrugalska & Ahram, 2017). Variasi jenis ini biasanya bersifat stabil, konsisten, kemungkinannya *random*, terprediksi, terjadi secara alamiah, inheren, sebab-sebab acak. Contoh jenis variasi ini adalah kurang homogennya bahan baku, kurang cermatnya operator dan lain-lain. Sedangkan variasi tidak terkendali (*uncontrollable variation*) adalah variasi yang tidak dapat dikendalikan (Lee et al., 2012). Variasi jenis ini biasanya bersifat tidak stabil, tidak konsisten, tidak terprediksi, dan umumnya terjadi karena faktor alam atau lingkungan, sehingga menyebabkan abnormalitas terhadap sistem dan dapat diperbaiki secara lokal. Contoh variasi jenis ini adalah kelembaban udara, suhu ruangan yang berubah-ubah, perubahan tegangan listrik, dan lain-lain (Lim & Antony, 2019). Berdasarkan pengamatan, variasi yang terjadi pada PT XYZ pada saat penelitian dilakukan lebih cenderung merupakan variasi yang terkendali. Selanjutnya dilakukan analisis sebab akibat menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone*) sehingga mengetahui penyebab variasi.



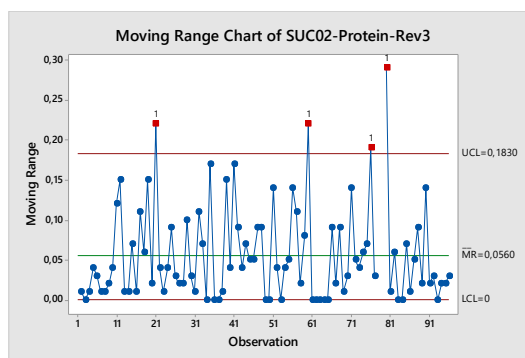
(A) Peta kendali MR kadar protein susu UHT stroberi



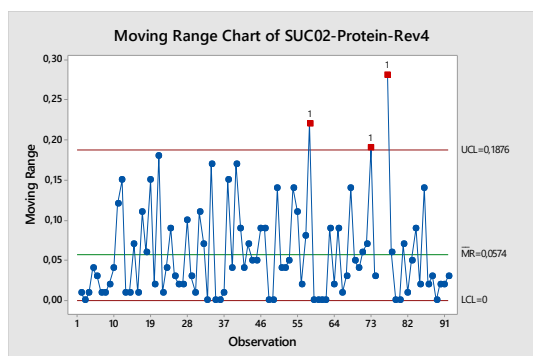
(B) Peta kendali MR revisi 1 kadar protein susu UHT stroberi



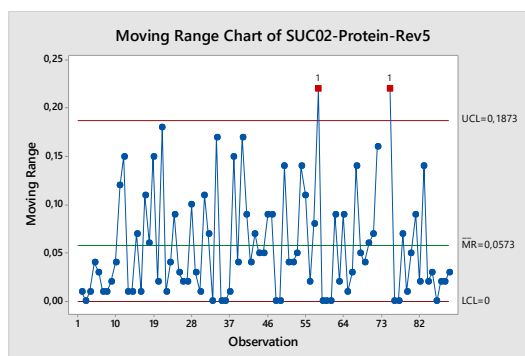
(C) Peta kendali MR revisi 2 kadar protein susu UHT stroberi



(D) Peta kendali MR revisi 3 kadar protein susu UHT stroberi

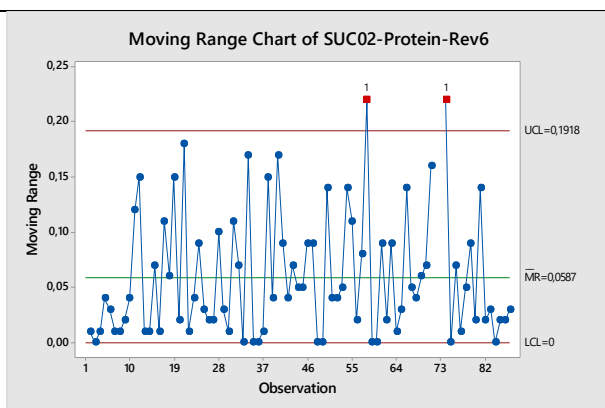


(E) Peta kendali MR revisi 4 kadar protein susu UHT stroberi

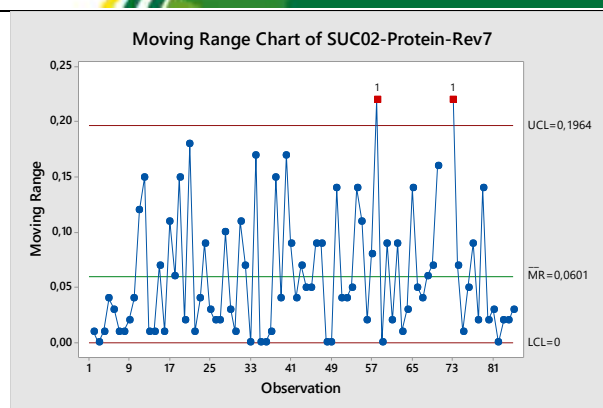


(F) Peta kendali MR revisi 5 kadar protein susu UHT stroberi

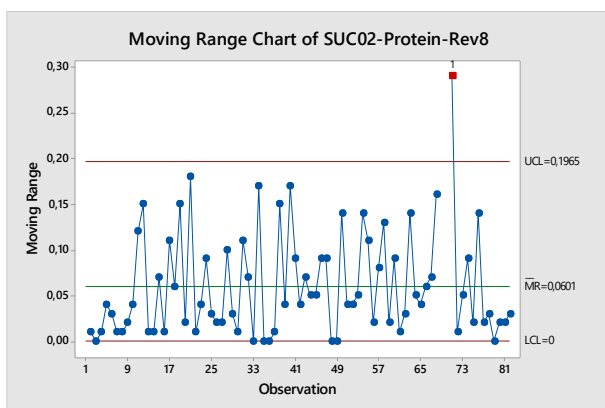
Gambar 2. Peta kendali MR I sampai dengan revisi ke-5 kadar protein susu UHT stroberi



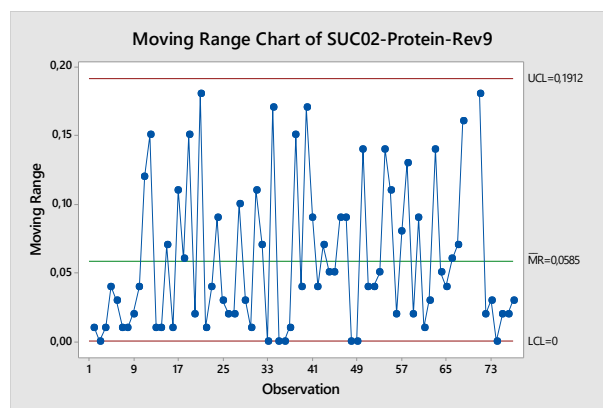
(A) Peta kendali MR revisi 6 kadar protein susu UHT stroberi



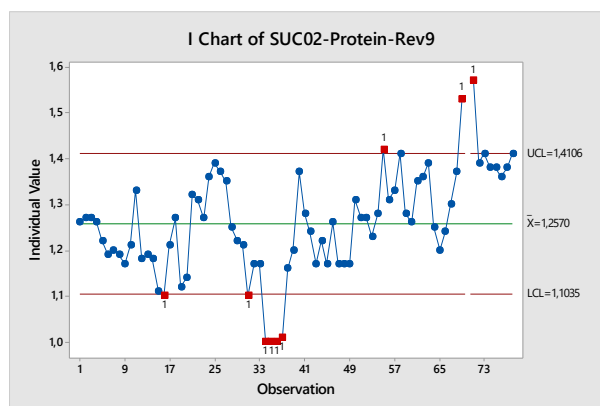
(B) Peta kendali MR revisi 7 kadar protein susu UHT stroberi



(C) Peta kendali MR revisi 8 kadar protein susu UHT stroberi



(D) Peta kendali MR revisi 9 kadar protein susu UHT stroberi



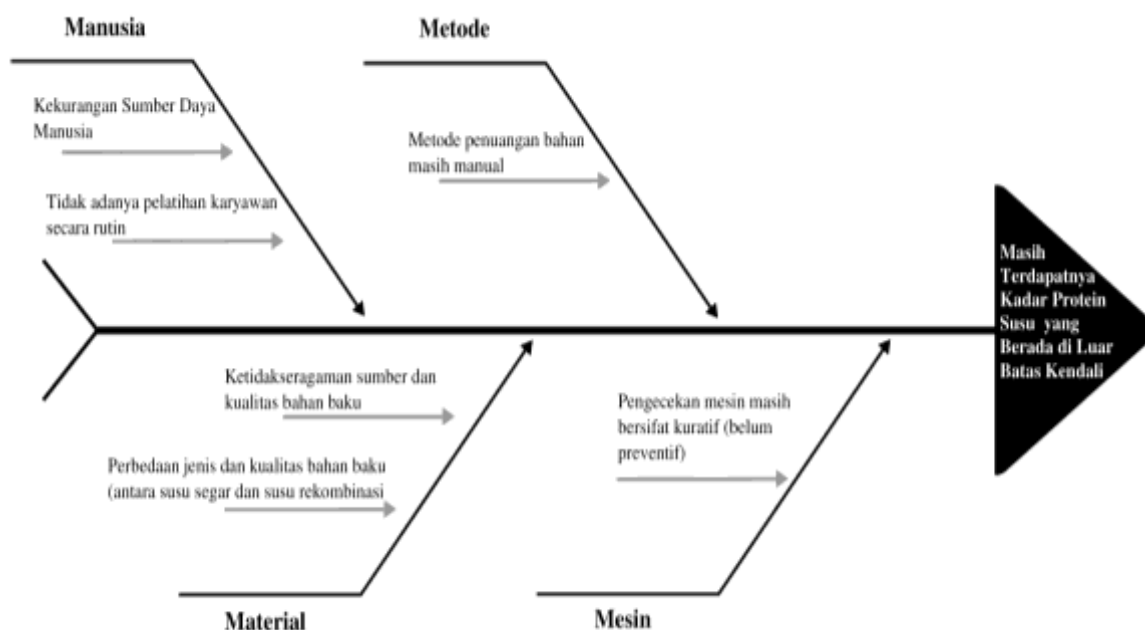
(E) Peta kendali I kadar protein susu UHT stroberi

Gambar 3. Peta kendali MR mulai dari revisi ke-6 dan peta kendali I kadar protein susu UHT stroberi



Diagram Sebab Akibat Variasi Kadar Protein Susu

Berdasarkan hasil analisis menggunakan peta kendali I-MR, ditemukan bahwa masih terdapat titik yang berada di luar batas kendali pada parameter protein susu UHT baik rasa coklat maupun stroberi. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan diagram sebab akibat pada Gambar 4 untuk mengetahui penyebab masih terdapatnya kadar protein susu UHT yang berada di luar batas kendali.



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat Susu UHT PT XYZ

Menurut Montgomery (2017) terdapat 6 faktor utama yang dapat menyebabkan adanya titik yang berada di luar batas kendali yang menunjukkan adanya kualitas produk yang tidak terkontrol selama proses produksi.

Mesin

Penyebab tidak terkendalinya kadar protein pada susu yang terjadi di perusahaan dapat disebabkan oleh faktor mesin. Faktor ini berhubungan dengan peralatan yang digunakan selama proses produksi berlangsung. Selama ini pengecekan terhadap mesin-mesin di perusahaan, masih bersifat kuratif dan bukan preventif. Pengecekan terhadap mesin hanya dilakukan saat terdapat kualitas bahan baku atau produk yang berada di luar



standar yang diacu oleh perusahaan. Misalnya pada tangki *mixing*, jika tangki *mixing* tidak bekerja secara optimal, maka dapat terjadi kegagalan pencampuran bahan yang berakibat pada terbentuknya sedimentasi dan tidak dihasilkannya susu UHT yang memiliki sifat sensori yang sesuai dengan standar (Kresta et al., 2016). Selain pada tangki *mixing* yang perlu diperhatikan adalah suhu mesin. Penelitian yang dilakukan oleh Pestana et al. (2015) menunjukkan bahwa perbedaan suhu yang digunakan selama proses pengolahan susu berpengaruh pada sifat kimia pada susu yang dihasilkan.

Peralatan yang digunakan harus selalu diperiksa dan dipastikan berfungsi dengan baik. Kerusakan pada mesin selain akan menyebabkan proses produksi terhambat, dan dapat pula menyebabkan menurunnya kualitas produk. Menurut Ratnadi & Suprianto (2016) pemeliharaan mesin yang tidak rutin dapat menyebabkan adanya ketidakstabilan mesin produksi, sehingga mesin rusak dan macet dalam penggunaannya, yang pada akhirnya dapat menyebabkan produksi terhambat dan tidak efisien dalam hal biaya.

Manusia

Pada proses produksi, manusia (pekerja) merupakan komponen penting dalam memastikan bahwa proses maupun produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan. Peran operator mesin dan tenaga kerja yang berhubungan dengan mesin menjadi sesuatu yang perlu mendapat perhatian lebih dari perusahaan karena untuk memastikan mesin-mesin berjalan dengan baik,. Operator mesin memiliki tugas dalam melakukan pengawasan terhadap kondisi mesin yang sedang bekerja agar sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang berlaku di perusahaan. Peran penting operator tersebut ditemukan pada pengamatan Faizuddin et al. (2016) yang menyimpulkan bahwa kesalahan pengaturan mesin oleh pekerja dapat berdampak pada peningkatan dihasilkannya produk gagal.

Selama pengamatan yang dilakukan di perusahaan, operator mesin ini hanya berjumlah 1 orang. Hal ini kemungkinan menyebabkan adanya beban kerja yang berlebihan yang dapat berakibat pada penurunan kualitas produk. Pengamatan yang dilakukan oleh Somadi et al. (2020) menunjukkan bahwa kurangnya jumlah pekerja menyebabkan pekerjaan menumpuk dan pengawasan kerja menjadi jarang dilakukan,



sehingga dapat terjadi proses kerja yang tidak sesuai dengan metode yang telah ditetapkan.

Selain faktor beban kerja yang berlebih, faktor lainnya berpotensi menyebabkan ketidakseragaman mutu produk dapat berasal dari tidak adanya pelatihan rutin untuk karyawan. Selama ini pelatihan baru diberikan kepada kepala divisi. Pelatihan atau penyegaran kepada seluruh karyawan sangat dibutuhkan. Materi pelatihan atau penyegaran ini dapat berupa materi yang berhubungan langsung dengan tugas dan fungsi karyawan pada bidang pekerjaannya, ataupun hal-hal yang umum misalnya tentang motivasi kerja, keselamatan kerja, bahkan tentang kemajuan teknologi dan perkembangan bisnis yang digeluti oleh perusahaan. Penelitian yang dilakukan oleh Cholis (2013) menunjukkan bahwa pelaksanaan pelatihan dapat berpengaruh terhadap produktivitas pekerja di perusahaan. Hal ini dikarenakan adanya pelatihan dapat meningkatkan pengetahuan, kreativitas serta keterampilan pekerja. Oleh karena itu, setiap pekerja harus dipastikan memiliki kemampuan yang sesuai dan mampu menjalankan tugasnya secara konsisten setiap harinya, memiliki etos kerja dan loyalitas terhadap perusahaan.

Bahan Baku

Kualitas produk yang dihasilkan sangat tergantung pada bahan baku yang digunakan sehingga kualitas bahan baku perlu dipastikan sebelum digunakan dalam proses produksi (Taufik et al., 2022). Selama ini susu segar yang akan digunakan dalam proses produksi susu UHT diuji terlebih dahulu kualitasnya. Pengujian kualitas susu dilakukan setelah susu tiba di pabrik. Selain itu, dilakukan juga pengujian secara berkala, yaitu 3 jam sekali, pada susu yang telah melalui proses termisasi. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa susu yang sedang disimpan dalam tangki masih dalam kualitas yang baik untuk digunakan dalam proses produksi susu UHT.

Walaupun perusahaan telah melakukan uji kualitas bahan baku produk untuk menjamin keseragaman mutu bahan baku dengan cara menguji bahan baku susu segar yang datang dengan melakukan uji total solid, lemak dan protein menggunakan alat near infrared (NR), namun tetap terdapat kemungkinan terjadinya perbedaan kualitas. Hal ini disebabkan karena bahan baku susu segar yang digunakan oleh PT XYZ diperoleh dari



pemasok yang berbeda-beda. Adanya perbedaan pemasok bahan baku dapat menyebabkan perbedaan kualitas bahan baku yang digunakan.

Selain ketidakseragaman sumber dan kualitas bahan baku susu segar dari pemasok, variasi pada kadar protein susu dapat disebabkan oleh bahan baku yang digunakan. Pada proses produksi yang dilaksanakan di PT XYZ, bahan baku yang digunakan pada susu UHT cokelat dan stroberi selain susu segar, ada kalanya digunakan juga susu rekombinasi. Susu rekombinasi merupakan produk susu cair yang berasal dari pencampuran susu segar dengan bahan lain berupa susu skim, susu *full cream* dan air. Perbedaan jenis bahan baku tersebut dapat menyebabkan perbedaan kadar protein dari produk susu UHT yang dihasilkan karena adanya perbedaan persentase bahan baku yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Uddin et al. (2015) menunjukkan bahwa perbedaan bahan baku yang terdiri atas *whole milk*, susu skim, susu rekonsitusi dan susu rekombinasi menyebabkan perbedaan yang signifikan pada parameter keasaman, lemak dan *total solid* pada produk Dahi. Perbedaan tersebut juga menyebabkan perbedaan pada kadar protein produk meskipun tidak signifikan. Penelitian lain oleh Tidona et al. (2020) menunjukkan adanya perbedaan hasil pada keju ditinjau dari parameter kadar air, kadar lemak dan kadar protein yang diakibatkan adanya perbedaan komposisi susu segar dan susu rekombinasi pada bahan baku keju. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan bahan baku yang digunakan pada produk susu UHT juga dapat menyebabkan perbedaan kualitas pada produk akhir.

Metode

Metode yang digunakan selama produksi harus dipastikan sesuai dengan instruksi kerja yang berlaku di perusahaan. Namun, berdasarkan pengamatan selama proses mixing, metode penuangan bahan ke dalam tangki mixing masih menggunakan metode manual dengan bantuan manusia. Hal tersebut selain membutuhkan waktu yang cukup lama juga menyebabkan adanya bahan-bahan yang tidak masuk ke dalam tangki karena tidak sengaja terjatuh di bibir tangki atau ke bagian luar tangki. Ketidaksesuaian jumlah bahan tersebut dapat berpengaruh pada ketidakseragaman parameter produk yang



dihasilkan. Diperlukan perbaikan metode penuangan agar formulasi bahan yang telah dirancang dapat sesuai dengan praktiknya pada saat proses produksi dan dapat dihasilkan produk dengan parameter kualitas yang lebih beragam. Salah satu perbaikan yang dapat dilakukan adalah menggunakan alat penuang seperti yang dilakukan pada penelitian Pranajaya et al. (2014) dimana setelah penggunaan alat tersebut mampu mengurangi bahan terbuang dari 3 kg menjadi 0 kg – 0,5 kg.

Pengukuran

Faktor ini berkaitan erat dengan proses pengujian parameter di laboratorium maupun selama proses berlangsung. Seluruh peralatan yang digunakan dalam pengukuran parameter pada susu UHT harus dipastikan berfungsi dengan baik dan hasilnya valid. Hal tersebut dapat dipastikan melalui proses kalibrasi, yaitu proses yang dilakukan untuk menentukan perbedaan hasil pembacaan pada suatu alat ukur dengan nilai pengukuran yang benar. Hasil proses kalibrasi dapat berupa penetapan koreksi dan direkam dalam suatu sertifikat kalibrasi (Irawan, 2019). Proses kalibrasi sudah dilaksanakan secara berkala oleh perusahaan yang ditandai dengan adanya stiker pada setiap peralatan yang digunakan dalam proses pengukuran parameter kualitas bahan baku maupun produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, faktor pengukuran tidak termasuk ke dalam penyebab adanya kadar protein susu UHT yang masih berada di luar batas kendali.

Lingkungan

Faktor lingkungan menjadi salah satu penyebab dihasilkannya produk yang tidak berada di dalam batas kendali. Pada proses produksi yang berlangsung di dalam ruangan, kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembapan udara harus dipantau secara berkala. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan akan berpengaruh pada produktivitas karyawan karena akan berkaitan dengan kenyamanan karyawan selama proses produksi berlangsung. Penelitian yang dilakukan oleh Fathussyaadah & Ardiansyah (2020) di PT Indolakto menunjukkan bahwa adanya pengaruh signifikan dari suhu ruang produksi susu UHT terhadap produktivitas karyawan. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Rezalti & Susetyo, 2020) menunjukkan bahwa ruang produksi dengan suhu di atas 30°C dan



kelembapan udara di bawah 65% menyebabkan ketidaknyamanan pada karyawan produsen Wedang Uwuh karena menjadi mudah berkeringat dan cepat lelah selama bekerja.

Kondisi suhu ruang penyimpanan juga dapat berpengaruh pada kualitas susu UHT (Purnama et al., 2019). Susu UHT yang disimpan pada suhu kamar dan suhu lemari pendingin memiliki kadar protein yang berbeda dan mengalami penurunan seiring dengan masa penyimpanan berlangsung. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, perusahaan XYZ telah menerapkan pemantauan suhu serta kelembapan udara yang rutin, baik di ruang produksi maupun ruang penyimpanan. Selain itu, suhu dan kelembapan udara juga disesuaikan dengan kapasitas karyawan dalam suatu ruangan sehingga faktor lingkungan ini menjadi penyebab adanya kadar protein susu UHT yang masih berada di luar batas kendali.

Setelah dilakukan pengamatan yang menyeluruh, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan kepada perusahaan sehubungan adanya beberapa titik yang berada di luar batas kendali baik pada varian rasa coklat maupun stroberi. Saran tersebut berupa pemeliharaan preventif pada mesin, pemeriksaan secara periodik pada kondisi mesin, evaluasi keseimbangan jumlah sumber daya manusia dengan beban kerja, pemberian pelatihan kepada pekerja agar penyimpangan metode kerja dari standar yang ditetapkan dapat diminimalkan serta peninjauan kembali metode penuangan bahan ke dalam tangki *mixing*.

SIMPULAN

Kandungan protein pada susu UHT rasa coklat, memiliki 1 titik yang berada di luar batas kendali. Sementara pada susu UHT rasa stroberi terdapat 9 titik yang berada di luar batas kendali. Penyebab terjadinya variabilitas nilai kadar protein pada susu UHT baik pada rasa coklat maupun stroberi berasal dari 4 faktor. Faktor mesin berupa pengecekan mesin yang masih bersifat kuratif (dan bukan preventif). Faktor manusia berupa kekurangan sumber daya manusia dan tidak adanya pelatihan karyawan secara rutin. Faktor metode berupa penggunaan metode penuangan bahan yang masih manual. Faktor material berupa



ketidakseragaman sumber dan kualitas bahan baku susu segar dari pemasok, dan perbedaan kualitas serta jenis bahan baku (antara susu segar dan susu rekombinasi).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Y., Mulyo, J. H., & Waluyati, L. R. (2020). Analisis Pengendalian mutu bahan Baku Utama Susu Kambing Bubuk di Bumi Haijau Yogyakarta. *Jurnal Teknosains*, 9(2), 91–180. <https://doi.org/10.22146/teknosains.42139>
- Andespa, I. (2020). Analisis Pengendalian Mutu Dengan Menggunakan Statistical Quality Control (Sqc) Pada Pt.Pratama Abadi Industri (Jx) Sukabumi. *E-Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Universitas Udayana*, 9(2), 129–160. <https://doi.org/10.24843/eeb.2020.v09.i02.p02>
- Cholis, U. N. (2013). Pengaruh Pelatihan Karyawan Terhadap Produktivitas Kerja di PT. Pacific Indo Packing Surabaya. *Jurnal Administrasi Perkantoran ...*, 1(03), 1–17.
- Coccia, M. (2020). Fishbone diagram for technological analysis and foresight. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 14(2–4), 225–247.
- Deeth, H. C., & Lewis, M. J. (2017). *High Temperature Processing of Milk and Milk Products*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Eissa, M. E., Mahmoud, A. M., & Nouby, A. S. (2015). Control chart in microbiological cleaning efficacy of pharmaceutical facility. *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 14(2), 133–138. <https://doi.org/10.3329/dujps.v14i2.28501>
- Elmas, M. S. H. (2017). Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) untuk Meminimumkan Produk Gagal pada Toko Roti Barokah Bakery. *Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi*, 7, 15–22.
- Faizuddin, M., Poniman, P., & Jumi, J. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dalam Upaya Mengendalikan Tingkat Kerusakan Produk Ekspor Di Pt. Asia Pacific Fibers, Tbk Kaliwungu. *Jurnal of Business Studies*, 11–22.
- Fathussyaadah, E., & Ardiansyah, A. (2020). Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Bagian Produksi Susu UHT PT. INDOLAKTO. *Jurnal Ekonomak*, 6(2), 1–15.



- Gandhi, K., Sharma, R., Gautam, P. B., & Mann, B. (2020). *Chemical Quality Assurance of Milk and Milk Products*. Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4167-4_4
- Gardjito, E. (2017). Pengendalian Mutu Beton Dengan Metode Control Chart (Spc) Dan Process Capability (Six- Sigma) Pada pekerjaan Konstruksi. *UKaRsT*, 1(2), 110–119.
- Hairiyah, N., Amalia, R. R., & Luliyanti, E. (2019). Analisis Statistical Quality Control (SQC) pada Produksi Roti di Aremania Bakery. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 8(1), 41–48. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2019.008.01.5>
- Hudori, M. (2015). Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil (CPO) di Pabrik Kelapa Sawit dengan Menggunakan Individual Moving Range (I-MR) Chart. *Proceeding of Operational Excellence Conference-2nd*, 2, 177–184.
- Jugulum, R. (2014). *Competing with High Quality Data: Concepts, Tools, and Techniques for Building A Successful Approach to Data Quality*. John Wiley & Sons, Inc.
- Kresta, S. M., Etchells III, A. W., Dickey, D. S., & Atiemo-Obeng, V. A. (2016). *Advances in Industrial Mixing: A Companion to the Handbook of Industrial Mixing*. John Wiley & Sons, Inc.
- Lee, E., Lee, J., Hong, J., Ko, Y., Kwon, Y., Park, S. C., Lee, J., & Yi, M. (2012). Analysis of Uncontrollable Variables to the Performance of Predefined Tasks. *Journal of Software Engineering and Applications*, 05(12), 140–143. <https://doi.org/10.4236/jsea.2012.512b027>
- Lim, S. A. H., & Antony, J. (2019). *Statistical Process Control for The Food Industry*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Montgomery, D. C. (2017). Design and Analysis of Experiments. In *Mycological Research* (9th ed., Vol. 106, Issue 11). John Wiley & Sons, Ltd.
- Mrugalska, B., & Ahram, T. (2017). Managing variations in process control: An overview of sources and degradation methods. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 486(January), 377–387. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41685-4_34



- Pestana, J. M., Gennari, A., Monteiro, B. W., Lehn, D. N., & De Souza, C. F. V. (2015). Effects of pasteurization and ultra-high temperature processes on proximate composition and fatty acid profile in bovine milk. *American Journal of Food Technology*, 10(6), 265–272. <https://doi.org/10.3923/ajft.2015.265.272>
- Pranajaya, A., Widodo, L., & Wayan Sukania, I. (2014). Perancangan Panggung Penuangan yang Ergonomis untuk Mengurangi Waste Pada Proses Mixing dan Perancangan Wadah Bahan Baku pada PT. Elastis Reka Aktif. *Jurnal SINERGI*, 18(3), 155–164.
- Purnama, R. C., Retnaningsih, A., & Aprianti, I. (2019). Perbandingan Kadar Protein Susu Cair Uht Full Cream Pada Penyimpanan Suhu Kamar Dan Suhu Lemari Pendingin Dengan Variasi Lama Penyimpanan Dengan Metode Kjeldhal. *Jurnal Analis Farmas*, 4(1), 50–58.
- Pusparini, E. T., Kramadibrata, A. M., & Widyasanti, A. (2018). Rekayasa Sistem Pengendalian Mutu Produk Olahan Singkong dengan Metode Proses Kontrol Statistik (Studi Kasus Kripik Singkong Merk “Bah Dukun” Di CV. Arva Snack). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 4(3), 881–896.
- Ratna, M, W, S., Rahayu, E, S., & Sundari, M, T. (2016). Analisis Perilaku Konsumen Susu UHT (Ultra High Temperature) Di Pasar Swalayan Kota Surakarta. *Agrista: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agribisnis UNS*, 4(3), 433–443.
- Ratnadi, R., & Suprianto, E. (2016). Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (Seven Tools) Dalam Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk. *Jurnal Indept*, 6(2), 11.
- Rezalti, D. T., & Susetyo, A. E. (2020). Kadar Suhu dan Kelembaban di Ruang Produksi Wedang Uwuh Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. *IEJST (Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa)*, 4(2), 70–78.
- Somadi, S., Priambodo, B. S., & Okarini, P. R. (2020). Evaluasi Kerusakan Barang dalam Proses Pengiriman dengan Menggunakan Metode Seven Tools. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2008>
- Taufik, A., Santoso, S., Fahmi, M. I., Restuanto, F., & Yamin, S. (2022). The Role of Service and Product Quality on Customer Loyalty. *Journal of Consumer Sciences*,



7(1), 68–82. <https://doi.org/10.29244/jcs.7.1.68-82>

- Thompson, D. K., & Sabikhi, L. (2012). *Quality Milk Production Processing Technology*. New India Publishing Agency.
- Tidona, F., Francolino, S., Ghiglietti, R., Locci, F., Brusa, G., Alinovi, M., Mucchetti, G., & Giraffa, G. (2020). Application of recombined milk to produce crescenza-type cheese in laboratory-scale cheesemaking: Implications on technology and sensory properties. *Foods*, 9(928), 1–12. <https://doi.org/10.3390/foods9070928>
- Uddin, M., Mazed, M., Islam, M., Hassan, N., & Khan, M. (2015). Comparative Study on the Dahi-prepared from Whole Milk, Skim Milk, Reconstituted Milk and Recombined Milk. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 6(1), 261–266. <https://doi.org/10.3329/jesnr.v6i1.22076>