

ANALISIS PENGENDALIAN MUTU STATISTIK KEMASAN SUSU PASTEURISASI

Shinta Widyaningtyas

Program Studi Teknologi Agroindustri, Universitas Nahdlatul Ulama Indonesia, Indonesia

shintawidya@unusia.ac.id

ABSTRAK

Susu segar merupakan komoditas agroindustri yang mudah rusak. CV. X adalah perusahaan yang memproduksi Susu Pasteurisasi untuk memperpanjang umur simpan. CV. X memiliki standar mutu yang menjamin kualitas bahan baku, proses produksi dan produk akhir. Pengendalian kualitas dapat dilakukan dengan metode statistik dengan membuat diagram pareto, peta kendali p, perhitungan six sigma, perhitungan kapabilitas proses, serta penentuan penyebab permasalahan kecacatan menggunakan diagram sebab akibat. Hasil penelitian menunjukkan kriteria kecacatan pada proses produksi susu pasteurisasi adalah kerusakan kemasan dan kebocoran kemasan. Kerusakan kemasan merupakan permasalahan utama yang harus diselesaikan berdasarkan diagram pareto. Hasil peta kendali p menunjukkan proses terkendali karena masih dalam batas UCL dan LCL. Selain itu, CV. X memiliki rata-rata DPMO sebesar 52.000 dengan nilai sigma sebesar 3,15 dengan biaya kualitas 25-40% dari total penjualan. Nilai kapabilitas proses (Cp) CV. X sebesar 1,03 menandakan proses masih belum stabil karena $Cp < 1,33$. Hasil diagram sebab akibat menunjukkan kehandalan dan suhu mesin pengemas menjadi penyebab utama kerusakan kemasan dan kebocoran kemasan.

Kata Kunci : Pasteurisasi, Statistik, Susu, Kualitas

ABSTRACT

Fresh milk is an agro-industrial commodity that is easily damaged. CV. X is a company that produces Pasteurized Milk to extend shelf life. CV. X has quality standards that guarantee the quality of raw materials, production processes and final products. Quality control can be carried out using statistical methods by Pareto diagrams, p charts, six sigma, process capabilities, and determining the causes of defects using causal diagrams. The results showed that the criteria for defects in the pasteurized milk production process were packaging damage and packaging leakage. Packaging damage is the main problem that must be solved based on the Pareto Diagram. P chart show that the process is under control because it still between the limits of UCL and LCL. In addition, CV. X has an average of DPMO at 52,000 with 3,15- sigma value and shows quality cost at 25-40% of total sales. CV. X has Process Capability (Cp) at 1.03 indicates the process is still not stable because $Cp < 1.33$. Causal diagram showed that the reliability and temperature of the packaging machine are the main causes of packaging damage and packaging leakage.

Keywords: Pateurization, Statistics, Milk, Quality

I. PENDAHULUAN

Susu sapi segar merupakan cairan yang berasal dari ambing sapi sehat, diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, kandungan alami tidak dikurangi atau ditambah sesuatu serta belum mendapatkan perlakuan apapun kecuali proses pendinginan (Sudarwanto et al., 2020). Susu merupakan salah satu komoditas

agroindustri yang mudah rusak jika dibiarkan dalam suhu ruang karena kandungan gizi yang lengkap sehingga sangat rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme (Poghossian et al., 2019; Shabbir et al., 2020). Salah satu metode untuk menekan kerusakan susu adalah metode pasteurisasi (Abeng et al., 2019). Tujuan dari proses pasteurisasi adalah membunuh bakteri patogen dan inaktivasi enzim penyebab

kerusakan susu dengan perubahan sensori dan nutrisi yang minimum (Ramesh, 2020; Wulandari et al., 2016). Susu pasteurisasi adalah susu segar yang mengalami pemanasan pada suhu 63°C - 66°C selama 30 menit atau pada suhu 72°C selama 15 detik (Umela, 2018). Proses pasteurisasi di bawah titik didih memungkinkan bakteri berspora masih tahan hidup sehingga susu pasteurisasi memiliki daya simpan terbatas sekitar 5-8 hari di suhu 10°C (Hanum & Wanniatie, 2015; SOBARI, 2019)

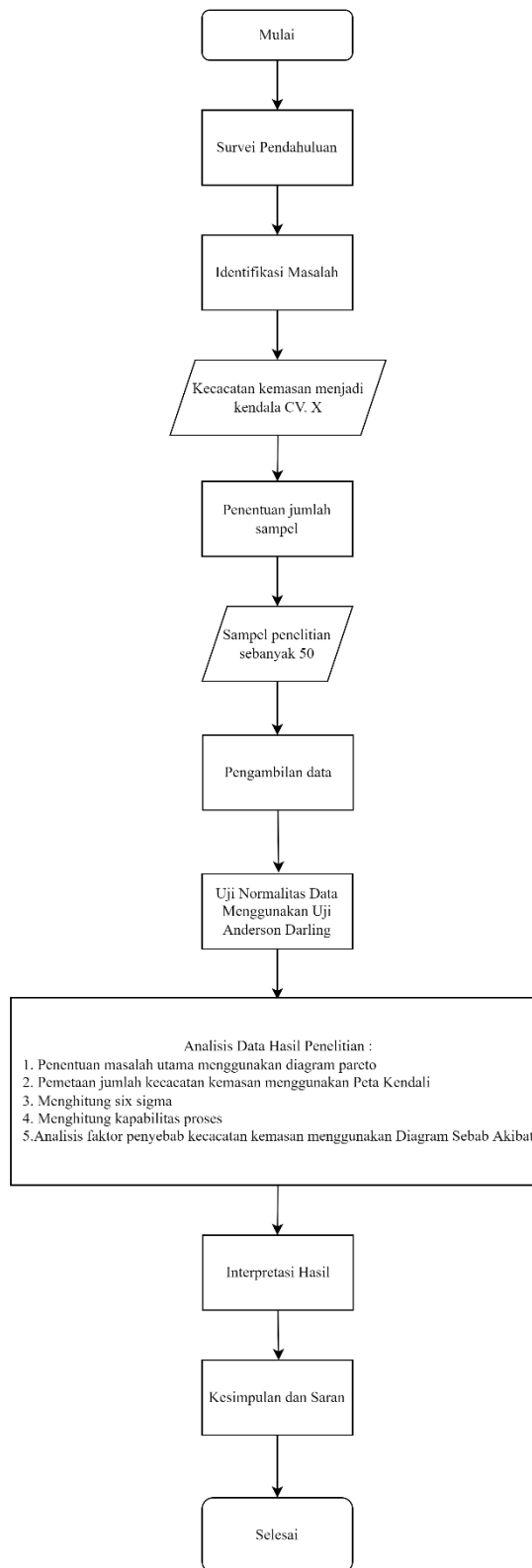
Dalam menciptakan produk yang berkualitas harus dilakukan pengendalian mutu. Produk berbahan dasar susu mudah mengalami kontaminasi dan kerusakan yang dapat membahayakan kesehatan konsumen (Oliver et al., 2005). Untuk itu, proses produksi susu pasteurisasi membutuhkan pengendalian mutu menyeluruh dari pra pemerahan, pemerahan, proses produksi, penyimpanan, hingga produk sampai ke tangan konsumen. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas susu pasteurisasi adalah bahan dan kondisi kemasan yang digunakan. Pengemasan mempengaruhi umur simpan karena dapat mencegah produk dari kontaminasi serta proses oksidasi (Vassila et al., 2002; Zygoura et al., 2004). Untuk itu, pengendalian mutu susu pasteurisasi ini ditekankan pada aspek pengemasan.

Pengendalian mutu statistik (SQC) merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode statistik (Ratnadi & Suprianto, 2016). Tujuan SQC adalah untuk mencapai stabilitas proses dan meningkatkan kapabilitas melalui pengurangan variabilitas (Pitasari & Hidayat, 2019). Selain SQC, salah satu metode yang digunakan untuk mengendalikan kualitas dan kecacatan produk adalah *Six Sigma*. Melalui metod *six sigma* dapat memperbaiki kemampuan proses (*process capability*) untuk menghasilkan produk sebesar six sigma, yaitu 3,4 kegagalan dalam 1 juta kali kesempatan produksi (defects per million opportunities–DPMO) (Chen et al.,

2017). Pengendalian mutu statistik, *six sigma* dan kemampuan proses telah digunakan untuk mengendalikan mutu pada proses produksi keju (Djekic et al., 2015); kualitas sarden (Herdiana, 2015); jumlah bakteri dan sel somatik pada susu segar (Roquette et al., 2016); proses produksi yoghurt tawar (Hakimi et al., 2018); pengalengan ikan (Michałowski et al., 2019) ; pemantauan jumlah sel somatik pada susu segar (Punyapornwithaya et al., 2020); produksi susu (Deepa & Krishnan, 2021).

Pada penelitian ini, terdapat dua identifikasi kecacatan kemasan susu pasteurisasi yaitu kebocoran kemasan dan identifikasi kemasan yang rusak. Kebocoran kemasan mengakibatkan produk tidak higienis dan menyebabkan re-kontaminasi produk sedangkan kemasan yang rusak mengakibatkan perusahaan harus membuang cup sebagai limbah. Penelitian ini menggunakan alat pengendalian mutu berupa diagram pareto untuk mengetahui penyebab utama kecacatan kemasan dan SQC untuk pengendalian mutu kemasan susu pasteurisasi CV. X secara statistik. Hal ini akan membantu perusahaan untuk mengetahui nilai sigma dan kemampuan manufaktur dalam mengendalikan mutu kemasan susu pasteurisasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam tahap awal pengumpulan data dilakukan wawancara dengan supervisor CV. X sebagai survei pendahuluan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi saat produksi susu pasteurisasi. Berdasarkan wawancara diketahui bahwa kecacatan yang terdiri dari kebocoran

kemasan dan kerusakan kemasan yang menjadi kendala bagi CV. X. Metode pengambilan data untuk mengidentifikasi kecacatan kemasan dilakukan setiap proses produksi secara langsung dengan menyesuaikan jadwal produksi CV. X. Dalam 1 batch produksi, CV. X memproduksi 1300-1500 cup. Berdasar inspeksi normal ANSI/ASQC Z1.9-1993, pada jumlah produksi yang berada direntang 1201-3200 ukuran sampelnya adalah 50. Setelah data terkumpul, selanjutnya dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Anderson Darling*. Berdasarkan uji *Anderson Darling*, didapat nilai *P-Value* sebesar 0,510 ($> 0,05$) sehingga data terdistribusi normal. Setelah itu, data dianalisis menggunakan diagram pareto dan control chart menggunakan *software Minitab 14.0*. Tahap berikutnya adalah evaluasi dengan menghitung nilai six sigma untuk mengetahui dan memperbaiki kemampuan proses serta menganalisis faktor penyebab kecacatan menggunakan diagram sebab akibat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

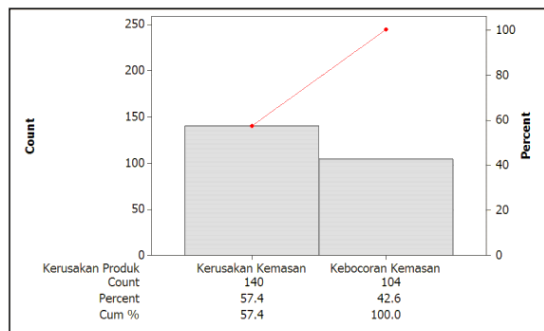
Kriteria Kecacatan Kemasan Produk Susu Pasteurisasi CV. X

CV. X memproduksi susu pasteurisasi yang dikemas dalam cup plastik. Pada proses produksi susu pasteurisasi di CV. X kriteria kecacatan kemasan dibedakan menjadi dua yaitu: kerusakan kemasan dan kebocoran kemasan. Kerusakan kemasan terjadi sebelum pengisian susu disebabkan kesalahan teknis pada cup filling sealing machine. Kesalahan teknis tersebut mengakibatkan mesin tidak dapat beroperasi dengan normal sehingga penekanan pada cup untuk jatuh kedalam lubang cup menjadi macet. Jika hal ini terjadi maka penyelesaiannya adalah menarik cup agar tidak tersangkut yang membuat cup tidak standar. Selain itu, kerusakan kemasan sebelum pengisian berupa penyok, *lid cup* rusak dan cup jatuh menyentuh lantai sebelum proses filling. Hal ini membuat kemasan rusak dan tidak higienis sehingga langsung dibuang sebagai limbah. Inspeksi yang dilakukan pada produk setelah dikemas adalah membalik dan menekan cup untuk melihat kebocoran

kemasan. Inpeksi kebocoran kemasan untuk meminimalisir adanya kontaminasi bakteri atau gas yang dapat mempengaruhi kualitas susu pasteurisasi. Kebocoran kemasan disebabkan karena pemasangan *lid cup* yang tidak sesuai dengan posisi mulut cup. Pada *lid cup* terdapat sensor sehingga alat pengemas dapat mengepres mulut cup di posisi yang tepat. Pemasangan gulungan *lid cup* juga berpengaruh terhadap posisi *lid cup* saat dipasangkan dengan mulut cup. Kebocoran kemasan dapat juga terjadi saat suhu mesin pengepres yang tidak sesuai standar. Suhu standar untuk mesin pengepres adalah 210°C, jika suhu < 210°C maka kebocoran kemasan akan terjadi.

Diagram Pareto Kerusakan Kemasan Produk Susu Pasteurisasi CV. X

Diagram pareto mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama yang sering terjadi pada produk (Hairiyah et al., 2019). Diagram pareto menunjukkan permasalahan yang harus segera ditangani oleh CV. X. Diagram pareto kerusakan kemasan susu pasteurisasi CV. X dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Sumber : Data Primer Diolah

Gambar 1. Diagram Pareto Kecacatan Kemasan Susu Pasteurisasi CV. X

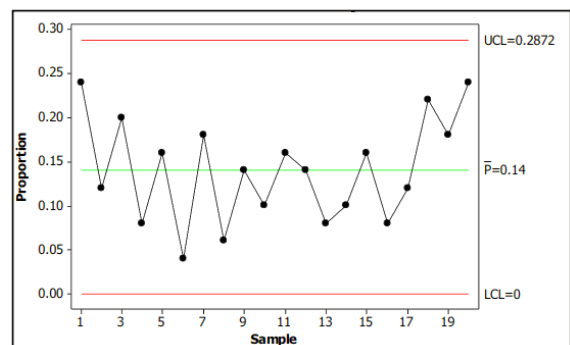
Gambar 1 menunjukkan masalah utama yang harus ditangani adalah kerusakan kemasan. Persentase kerusakan kemasan adalah 57,4% sedangkan persentase kebocoran kemasan adalah 42,6%. Diagram pareto mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil. Diagram pareto akan membantu untuk memfokuskan

pada permasalahan yang sering terjadi pada produk (Hairiyah et al., 2019).

Peta Kendali Kecacatan Kemasan Produk Susu Pasteurisasi CV. X

Peta kendali digunakan untuk memetakan jumlah kecacatan kemasan menggunakan kriteria kerusakan kemasan dan kebocoran kemasan. Peta kendali yang digunakan dalam adalah peta kendali p dengan ukuran sampel yang sama.

a. Kerusakan Kemasan

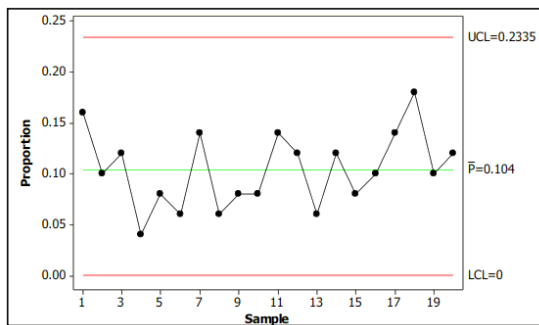


Sumber : Data Primer Diolah

Gambar 2. Peta Kendali p Kerusakan Kemasan

Gambar 2 merupakan peta kendali kerusakan kemasan sebelum proses *filling*. *Output software Minitab 14.0* menunjukkan nilai batas kendali atas (UCL = *Upper Control Limit*) 0,28 sedangkan nilai batas kendali bawah (LCL = *Lower Control Limit*) 0 dengan nilai p rata-rata sebesar 0,14. Berdasarkan perhitungan manual didapat batas LCL sebesar -0,0072. Namun dalam peta kendali, nilai minus pada batas bawah akan dibulatkan menjadi 0. Gambar 5 menunjukkan titik proporsi dari jumlah kerusakan berada di dalam batas pengendali UCL dan LCL. Hal ini menunjukkan pengendalian kualitas kemasan dalam keadaan terkendali. Pada peta kendali, proses dinyatakan terkendali saat semua titik berada di antara batas UCL dan LCL. Jika titik ada yang berada diluar batas LCL dan UCL perlu adanya penyelidikan untuk menentukan penyebab dan melakukan tindakan perbaikan (Arifianti, 2013)

b. Kebocoran Kemasan



Sumber : Data Primer Diolah

Gambar 3. Peta Kendali *p* Kebocoran Kemasan

Gambar 3 menunjukkan peta kendali *p* kebocoran produk. Dari gambar *p chart* didapat nilai UCL yaitu 0,2335 sedangkan nilai LCL yaitu 0 dengan *p* rata-rata sebesar 0,104. Berdasarkan titik kendali pada peta *p* diketahui bahwa pengendalian kebocoran kemasan berada dalam kondisi yang terkendali. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya titik kendali yang berada di luar batas UCL dan LCL.

Six Sigma

Hasil perhitungan sigma melalui DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) yaitu sigma level yang digunakan untuk mengetahui kapabilitas proses dari CV. X. Kecacatan kemasan CV. X didapatkan nilai rata-rata DPMO sebesar 52.000 di level sigma 3,15. Hal ini dapat diartikan sebagai dalam satu juta kesempatan produksi maka jumlah produk yang mengalami kecacatan kemasan sebesar 52.000.

Tabel 1. Manfaat Pencapaian Beberapa Tingkat Sigma

No	Tingkat Pencapaian	DPMO (<i>Defect Per Million Opportunity</i>)	CO PQ (<i>Cost Of Poor Quality</i>)
1	1 – sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2	2 – sigma	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3	3 – sigma	66.807	25-40% dari penjualan
4	4 – sigma	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan

5	5 – sigma	233	5-15% dari penjualan
6	6 - sigma	3,4 (industri kelas dunia)	<1% dari penjualan
Setiap peningkatan/pergeseran 1-Sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 31% dari penjualan			

Sumber : (Gaspersz, 2007)

Tabel 1 menunjukkan bahwa CV. X berada pada tingkat 3-sigma yang menunjukkan bahwa dalam kategori rata-rata industri dengan jumlah biaya kualitas sekitar 25-40% dari total penjualan. Pada level sigma ini termasuk dalam kategori baik untuk ukuran industri di Indonesia karena rata-rata industri di Indonesia hanya dapat mencapai 2-sigma.

Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses digunakan untuk menunjukkan kemampuan proses dalam memproduksi produk yang sesuai dengan standar perusahaan maupun keinginan konsumen. Hasil menunjukkan nilai indeks kapabilitas proses (*Cp*) sebesar 1,05. Jika nilai *Cp* > 1,33 maka proses dapat dikatakan stabil. Hal ini menunjukkan kapabilitas proses CV. X belum stabil. Analisis kapabilitas proses merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan program peningkatan mutu. Saat nilai indeks *Cp* < 2, menunjukkan perlunya peningkatan pada proses produksi untuk menuju perusahaan kelas dunia yang telah mencapai tingkat six sigma.

Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat digunakan untuk mengetahui penyebab suatu permasalahan sehingga dapat dilakukan perbaikan di masa depan. Penelitian ini mengidentifikasi penyebab permasalahan pada kriteria kecacatan kemasan susu pasteurisasi di CV. X. Identifikasi faktor penyebab permasalahan dilihat dari faktor bahan baku, mesin, metode, manusia, dan lingkungan. Faktor utama yang menjadi penyebab dari permasalahan akan semakin dekat dengan kepala ikan.

dengan pemasangan gulungan *lid cup*. Selain itu dibutuhkan ketelitian dalam mengatur suhu mesin pengemas agar suhu tetap berada di kisaran sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh CV. X.

IV. KESIMPULAN

CV. X merupakan produsen susu pasteurisasi. Kriteria kecacatan dalam proses produksi susu pasteurisasi dilihat dari kerusakan kemasan sebelum proses filling dan kebocoran kemasan. Berdasarkan diagram pareto, kriteria kecacatan dengan jumlah terbanyak adalah cup yang rusak. Pemetaan pada peta kendali p menunjukkan tidak terdapat titik yang berada di luar UCL dan LCL sehingga proses produksi masih dalam kondisi yang terkendali. Hasil penelitian menunjukkan kecacatan kemasan CV. X memiliki rata-rata DPMO sebesar 52.000 dengan nilai sigma sebesar 3,15. Hal ini menunjukkan CV. X berada pada tingkat 3-sigma dalam kategori rata-rata industri dengan *Cost of Poor Quality* sebesar 25-40% dari penjualan. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan nilai kapabilitas proses (C_p) sebesar 1,05. Hal ini menunjukkan bahwa C_p pada CV. X masih belum stabil karena nilainya $< 1,33$. Hasil diagram sebab akibat menunjukkan faktor kehandalan mesin menjadi penyebab utama kerusakan kemasan. Selain itu ditinjau dari keahlian manusia atau pekerja, metode dalam penarikan cup, serta ketebalan cup. Selain itu, hasil diagram sebab akibat juga menunjukkan faktor suhu mesin menjadi penyebab utama terjadinya kebocoran kemasan. Saat suhu tidak sesuai dengan standar, maka kemasan akan bocor. Selain itu, kebocoran kemasan juga disebabkan oleh faktor metode dalam pemasangan gulungan *lid cup* dan ketelitian manusia dalam mengatur suhu maupun kehandalan dalam memasang gulungan *lid cup*.

DAFTAR PUSTAKA

Abeng, D., Ramadhani, L., Endrakasih, E., &

Robiah, R. (2019). EKSTRAK JAHE (*Zingiber officinale*) DAN MADU (Mel) SEBAGAI PENGAWET ALAMI SUSU PASTEURISASI. *Jurnal Agroekoteknologi Dan Agribisnis*, 3(1).

Arifianti, R. (2013). Analisis kualitas produk sepatu Tomkins. *JDM (Jurnal Dinamika Manajemen)*, 4(1), 46–58.

Chen, K.-S., Chen, H.-T., & Chang, T.-C. (2017). The construction and application of Six Sigma quality indices. *International Journal of Production Research*, 55(8), 2365–2384.

Deepa, O. S., & Krishnan, S. M. (2021). Impact of Six Sigma in Dairy Production for Enhancing the Quality. *Advances in Industrial and Production Engineering: Select Proceedings of FLAME 2020*, 339.

Djekic, I., Miocinovic, J., Pisinov, B., Ivanovic, S., Smigic, N., & Tomasevic, I. (2015). One approach in using multivariate statistical process control in analyzing cheese quality. *Mljekarstvo: Časopis Za Unaprjeđenje Proizvodnje i Prerade Mlijeka*, 65(2), 91–100.

Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma*. Gramedia Pustaka Utama.

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.

Hakimi, S., Zahraee, S. M., & Rohani, J. M. (2018). Application of Six Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(4).

Hanum, Z., & Wanniatie, V. (2015). Kualitas susu pasteurisasi komersil. *Jurnal Agripet*, 15(2), 92–97.

Herdiana, D. S. (2015). *Sardines product quality control in terms of HACCP to improve food security in Blambangan Foodpacker Indonesia company limited, Banyuwangi*. 22(4), 1507–1512.

- Michałowski, M., Mierzejewska, S., Kukielka, K., Bać, A., & Piepiórka-Stepuk, J. (2019). Statistical analysis of correctness of seaming canned food in food production with the use of standard control chart. *SCIENDO*, 23(4), 31–39.
- Oliver, S. P., Jayarao, B. M., & Almeida, R. A. (2005). Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodbourne Pathogens & Disease*, 2(2), 115–129.
- Pitasari, D. N., & Hidayat, Y. A. (2019). ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KAIN PRINTING MENGGUNAKAN PENDEKATAN STATISTICAL QUALITY CONTROL. *Admisi Dan Bisnis*, 19(3), 189–200.
- Poghossian, A., Geissler, H., & Schöning, M. J. (2019). Rapid methods and sensors for milk quality monitoring and spoilage detection. *Biosensors and Bioelectronics*, 140, 111272.
- Punyapornwithaya, V., Sansamur, C., Singhla, T., & Vinitchaikul, P. (2020). Application of statistical process control for monitoring bulk tank milk somatic cell count of smallholder dairy farms. *Veterinary World*, 13(11), 2429.
- Ramesh, M. N. (2020). Pasteurization and food preservation. In *Handbook of food preservation* (pp. 599–608). CRC Press.
- Ratnadi, R., & Suprianto, E. (2016). Pengendalian Kualitas Produksi Menggunakan Alat Bantu Statistik (Seven Tools) Dalam Upaya Menekan Tingkat Kerusakan Produk. *INDEPT*, 6(2), 10–18.
- Roquette, J. J., Nomelini, Q. S. S., Pires, B. C., & Lima, A. M. C. (2016). Use of statistical methods for quality assessment of raw bulk milk. *Revista ESPACIOS*, 37(32), 4.
- Shabbir, M. A., Ahmed, H., Maan, A. A., Rehman, A., Afraz, M. T., Iqbal, M. W., Khan, I. M., Amir, R. M., Ashraf, W., & Khan, M. R. (2020). Effect of non-thermal processing techniques on pathogenic and spoilage microorganisms of milk and milk products. *Food Science and Technology*, 41, 279–294.
- SOBARI, E. (2019). *DASAR-DASAR PROSES PENGOLAHAN BAHAN PANGAN*. Penerbit POLSUB PRESS.
- Sudarwanto, M. B., Soviana, S., & Pisestyani, H. (2020). Pemeriksaan Kualitas Susu Asal Kedai Susu Kawasan Permukiman Mahasiswa IPB Dramaga dan Cilibende Bogor. *JURNAL KAJIAN VETERINER*, 8(1), 24–33.
- Umela, S. (2018). Kombinasi terbaik penggunaan susu pasteurisasi dan jagung pulut pada es krim. *Journal Of Agritech Science (JASc)*, 2(1), 58.
- Vassila, E., Badeka, A., Kondyli, E., Savvaidis, I., & Kontominas, M. G. (2002). Chemical and microbiological changes in fluid milk as affected by packaging conditions. *International Dairy Journal*, 12(9), 715–722.
- Wulandari, D. C., Nurdiana, N., & Rahmi, Y. (2016). Identifikasi Kesempurnaan Proses Pasteurisasi Ditinjau dari Total Bakteri serta Kandungan Protein dan Laktosa pada Susu Pasteurisasi Kemasan Produksi Pabrik dan Rumah Tangga di Kota Batu. *Majalah Kesehatan FKUB*, 3(3), 144–151.
- Zygoura, P., Moyssiadi, T., Badeka, A., Kondyli, E., Savvaidis, I., & Kontominas, M. G. (2004). Shelf life of whole pasteurized milk in Greece: effect of packaging material. *Food Chemistry*, 87(1), 1–9.

