



Perancangan dokumen ssop pada proses produksi susu pasteurisasi menggunakan teknologi PEF di CV Milknesia Nusantara

Nanda Fitriyatul Amalia¹, Teti Estiasih¹, Anugerah Dany Priyanto^{2*}, Angky Wahyu Putranto³, Widyasari⁴

¹Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

²Teknologi Pangan, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

³Teknik Bioproses, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

⁴Desain Komunikasi Visual, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Article history

Diterima:

3 September 2022

Diperbaiki:

7 Oktober 2022

Disetujui:

16 Mei 2023

Keyword

Hygiene;

PEF;

Pasteurized Milk;

Sanitation;

SSOP;

ABSTRACT

CV Milknesia Nusantara is a small, medium dairy product enterprise in Ponorogo, a developing company to improve the production process. It is now focused on the production of pasteurized milk using technology that combines using pasteurization of pulsed electric field (PEF) method and is supported by semi-continuous integrated processing machines. Before starting production with the new system, CV Milknesia Nusantara would like to establish a standardized production process plan and contamination-free. Therefore, this research aimed to evaluate the sanitation standard operating procedures (SSOP) and to create SSOP document for determining the sanitation hygiene program during the milk production. The descriptive qualitative method was used in this research, and the SSOP document's designed based on 8 key sanitation requirements adapted from literature and several related regulations. There are several adjustments in the initial proposal of the SSOP document for future implementation, which is analyzing the laboratory's water quality test once a year. In addition, the sanitation method of processing machines is changed to a combination of manual (COP) and simple Cleaning in Place (CIP) methods. Moreover, microbiological testing of food-contact surfaces is changed to once every 3 months. Utilization of cleaning equipment is distinguished by specifying color codes, and the cleaning agents for machine processing were performing the recommended COP cleaner. An additional form is provided for documenting employee training activities.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : anugerahdany.tp@upnjatim.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v18i4.16814

PENDAHULUAN

CV. Milknesia Nusantara (MN) merupakan industri kecil di bidang pengolahan susu sapi di Ponorogo. Susu yang digunakan berasal dari peternak lokal setempat dan dipasarkan dengan nama brand Milkaya. Saat ini CV. MN sedang melakukan pembangunan ulang perusahaan dan perbaikan proses produksi menggunakan teknologi tepat guna dengan fokus produk saat ini adalah susu murni pasteurisasi. Susu memiliki risiko tinggi terkontaminasi oleh mikroorganisme patogen maupun pembusuk jika tidak ditangani dan diolah secara tepat. Hal tersebut dikarenakan susu merupakan zat cair tinggi protein dan nutrisi lain yang dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme terutama patogen (Priyanto et al. 2020). Apabila susu sapi segar dibiarkan terlalu lama pada suhu ruang, maka kualitas dan keamanan susu akan menurun. Oleh karena itu, metode pengolahan yang sesuai dengan proses pasteurisasi dan program higiene sanitasi yang tepat harus dilakukan.

Pasteurisasi merupakan proses pengolahan untuk mengurangi mikroorganisme patogen hingga pada tingkat yang tidak membahayakan kesehatan (Hawa et al. 2023). Terdapat dua metode untuk melakukan pasteurisasi susu, yaitu secara termal dan non termal. Pasteurisasi termal juga disebut dengan metode konvensional, dimana pasteurisasi dilakukan menggunakan panci dan pemanas pada rentang waktu tertentu. Mulanya metode pasteurisasi seperti ini digunakan oleh CV MN, namun dianggap kurang efektif karena membutuhkan waktu yang cenderung lama dan suhu yang tidak stabil (Priyanto et al. 2020). Oleh sebab itu, saat ini CV MN menggunakan metode pasteurisasi yang mengkombinasikan metode termal dengan non termal menggunakan *Pulsed Electric Field* (PEF).

Pasteurisasi menggunakan PEF dilakukan dengan menempatkan susu dalam ruang perlakuan yang dilengkapi sepasang elektroda untuk menghantarkan pulsa listrik bertegangan tinggi yang mengakibatkan disintegrasi pada sel atau terjadi pemecahan sel akibat kerusakan membran sel pada bahan (Izza et al. 2016; Dewi et al. 2019; Putranto et al. 2014; 2018, 2020). Hal ini mengakibatkan kematian mikroorganisme patogen pada susu (Sun 2019). Parameter suhu pemanasan awal, kuat medan listrik, frekuensi, lebar pulsa dan waktu PEF yang diterapkan di CV MN sesuai dengan penelitian sebelumnya

(Priyanto et al. 2020). Hasil produk susu pasteurisasi dengan pemanasan awal dan PEF juga telah sesuai dengan SNI telah diterima pasar dengan baik (Ramadhani et al. 2022; Priyanto et al. 2023).

Selain penerapan metode pasteurisasi yang tepat untuk mengurangi jumlah kontaminasi pada produk, suatu industri pangan juga perlu melakukan upaya pencegahan kontaminasi selama proses produksi, mulai dari penerimaan bahan baku hingga distribusi dengan menerapkan proses higiene sanitasi yang baik. *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) adalah standar operasional untuk prosedur sanitasi yang wajib dilakukan dalam bisnis pengolahan pangan untuk mencegah kontaminasi pada setiap proses pengolahan sehingga dihasilkan produk pangan yang berkualitas dan bebas kontaminasi (Waluyo and Kusuma 2017). SSOP juga merupakan salah satu program prasyarat yang diwajibkan dalam implementasi sistem *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) (Citraesmi and Putri 2019). Sebelumnya CV juga telah mendapatkan edukasi dan pelatihan terkait cara penerapan *Good Manufacturing Practices* (GMP) dan *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP) (Priyanto et al. 2022^a) dan pelatihan sertifikasi Halal dan Izin edan BPOM (Priyanto et al. 2022^b). Selain itu CV MN juga telah memiliki dokumen-dokumen yang menjadi syarat wajib dalam sistem jaminan mutu seperti *Standar Operational Procedure* (SOP) proses produksi susu pasteurisasi (Angelina et al. 2023), beserta Namun demikian, dokumen-dokumen yang menjadi syarat wajib dalam sistem jaminan mutu terutama dalam higiene sanitasi pada produksi susu masih belum ada di industri ini.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyusun rancangan program higiene sanitasi dalam bentuk dokumen SSOP dan evaluasi rencana implementasinya pada sistem produksi susu pasteurisasi baru yang akan diterapkan di CV MN. Perancangan dokumen SSOP didasarkan pada 8 kunci persyaratan sanitasi diantaranya; (1) keamanan air, (2) kondisi dan kebersihan permukaan yang kontak dengan bahan pangan, (3) pencegahan kontaminasi silang, (4) menjaga fasilitas pencuci tangan, sanitasi, dan toilet, (5) proteksi dari bahan kontaminan, (6) pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan bahan toksin yang benar, (7) pengawasan kondisi kesehatan pekerja, dan (8) pengendalian hama (Pudjirahaju 2018). Diharapkan rancangan

dokumen SSOP untuk CV MN dapat menjadi acuan rencana dalam melaksanakan proses produksi kedepannya melalui sistem produksi yang bersih dan sistem kerja yang aman.

METODE

Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, yaitu dengan melakukan wawancara dan studi dokumen atau literatur untuk penyusunan dokumen SSOP. Adapun tahapan kegiatan yang dilakukan diantaranya:



Gambar 1 Diagram Tahapan Kegiatan Penelitian

a. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan bantuan dari berbagai macam sumber pustaka yang meliputi buku, jurnal, peraturan perundang-undangan, dan website resmi.

b. Studi Dokumen

Studi dokumen dilakukan dengan menelaah dan memahami berbagai dokumen yang berkaitan, seperti dari laporal PKL pada suatu perusahaan dan contoh form SSOP pada website resmi (DPKP DIY 2022).

c. Wawancara dan Diskusi

Kegiatan wawancara dan diskusi dilakukan dengan pemilik CV. MN dan beberapa karyawan. Kegiatan ini telah dilakukan secara daring dan luring di lokasi pengolahan sekaligus melakukan pengamatan terhadap

kondisi nyata di lapangan saat kondisi telah memungkinkan.

d. Perancangan Dokumen SSOP

Perancangan dokumen SSOP didasarkan pada 8 kunci syarat sanitasi dalam penerapan SSOP yang diadaptasi dari literatur dan beberapa peraturan. Dalam penyusunan dokumen SSOP untuk setiap kunci sanitasi akan terdiri dari: (1) KOP, yang berisi logo perusahaan, nama perusahaan, judul, kunci SSOP yang dibahas, nomor/kode dokumen, tanggal, nomor revisi, efektif dan halaman; (2) Tujuan, yang berisi kegunaan dari penerapan dokumen SSOP untuk kunci sanitasi yang dibahas; (3) Ruang lingkup, yang berisi keterangan mengenai konteks dokumen SSOP untuk kunci sanitasi yang dibahas; (4) Acuan, yang merujuk pada peraturan yang digunakan sebagai acuan atau referensi dalam penyusunan dokumen SSOP; (5) Penanggung jawab, yang menyebutkan siapa petugas dan pekerja yang bertanggung jawab dalam pelaksanaan prosedur dari kunci SSOP yang dibahas; (6) Prosedur operasional, yang menjelaskan instruksi dan persyaratan kerja untuk kunci sanitasi yang dibahas; (7) Monitoring, yang berisi prosedur untuk melakukan pengawasan terhadap pelaksanaan prosedur operasional yang telah ditetapkan sebelumnya; (8) Tindakan koreksi, yang berisi prosedur untuk menangani kemungkinan terjadinya ketidaksesuaian; (9) Dokumentasi, yang berisi daftar rujukan form yang harus diisi saat melakukan monitoring dan nantinya disimpan sebagai rekaman; (10) Tanda tangan pembuat, pemeriksa, dan pengesah dokumen SSOP.

e. Diskusi Rancangan Dokumen SSOP

Diskusi rancangan SSOP dilakukan selama atau setelah penulis membuat rancangan dokumen. Penulis telah melakukan diskusi bersama pemilik industri terkait reliabilitas rancangan dokumen, guna mencapai kesesuaian antara rancangan dokumen yang dibuat dengan kondisi riil dan sumber daya mitra dalam penerapan dokumen SSOP kedepannya.

f. Revisi Rancangan Dokumen SSOP

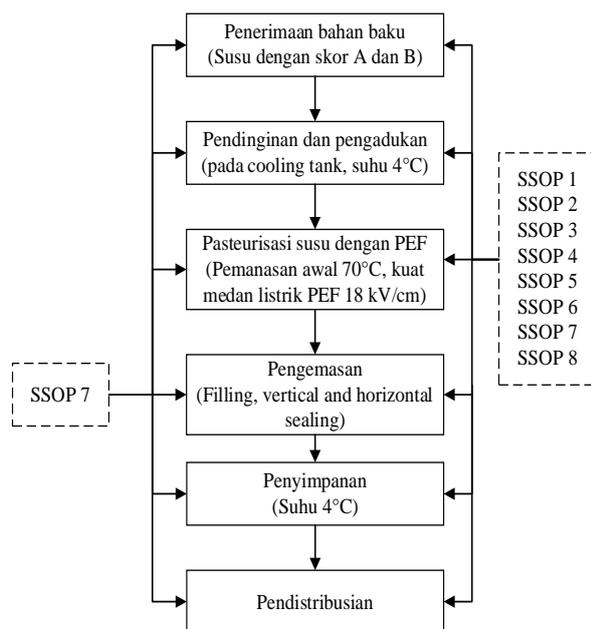
Revisi rancangan SSOP dilakukan setelah proses diskusi dan evaluasi rancangan dokumen bersama CV. MN. Hal ini dilakukan jika terdapat ketidaksesuaian terhadap rancangan dokumen SSOP yang telah dibuat terhadap hasil evaluasi rencana penerapannya, sehingga akan dilakukan perubahan terhadap

beberapa prosedur kerja yang kemudian disesuaikan dengan kondisi dan kemampuan CV. MN.

g. Persetujuan Rancangan Dokumen SSOP

Persetujuan rancangan SSOP dilakukan jika rancangan dokumen sudah sesuai. Dimana rancangan dokumen telah dianggap sesuai dan pihak mitra telah sepakat untuk menerima dan menyanggupi untuk mengimplementasikan rancangan dokumen tersebut kedepannya.

Integrasi 8 SSOP yang diterapkan berdasarkan proses produksi susu di CV. MN, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Proses Produksi Susu Pasteurisasi dengan Perencanaan SSOP

HASIL DAN PEMBAHASAN

SSOP merupakan suatu bentuk dokumentasi dari penerapan program *pre-requisite* HACCP yaitu *Good Manufacturing Practices* (GMP). Sehingga dalam dokumen SSOP berisi pedoman standar yang mencakup seluruh program pelaksanaan sanitasi termasuk didalamnya program monitoring, tindakan koreksi, penyimpanan rekaman, serta tindakan verifikasi yang berkesinambungan. Dengan demikian, penerapan SSOP sebagai *pre-requisite* HACCP bagi industri pangan harus ada dalam bentuk dokumen tertulis, harus dilakukan monitoring rutin, harus segera dilakukan tindakan koreksi jika terdapat ketidaksesuaian, serta harus memelihara rekaman untuk pemantauan prosedur sanitasi (Pudjirahaju 2018).

Usulan dokumen SSOP yang telah disusun, selanjutnya dilakukan review dan evaluasi bersama pemilik industri. Kegiatan evaluasi ini dilakukan setelah pengamatan dan diskusi secara langsung di lokasi pabrik. Evaluasi tersebut bertujuan untuk menyesuaikan kembali program higiene sanitasi yang sebelumnya telah disusun dalam dokumen SSOP dengan hasil pengamatan kondisi di lokasi mitra, serta untuk mengkaji kembali prosedur yang memungkinkan dan tidak memungkinkan untuk di implementasikan kedepannya. Jika terdapat prosedur yang tidak memungkinkan untuk di implementasikan, maka akan dianalisis kembali dan dicari solusi alternatif, sehingga tujuan awal program sanitasi dapat tercapai.

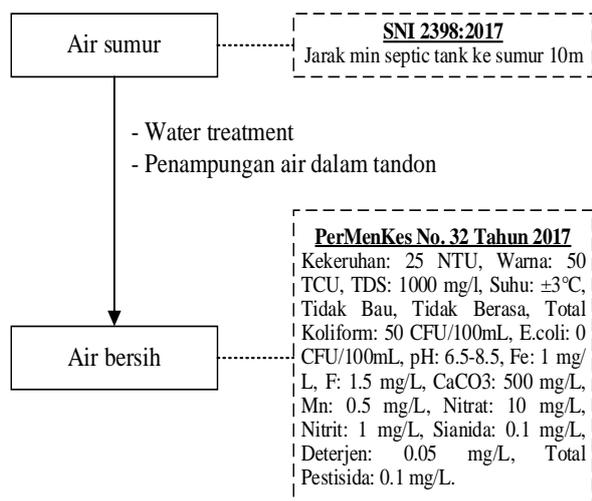
Hasil perancangan dokumen SSOP berdasarkan 8 kunci persyaratan sanitasi yang telah disepakati dengan di CV. MN antara lain sebagai berikut:

Keamanan Air

SSOP kunci keamanan air bertujuan untuk memastikan bahwa keamanan dan kualitas air yang digunakan dalam keadaan bersih, bebas kontaminasi, dan sesuai standar baku mutu air. Dalam kunci ini membahas prosedur operasional, monitoring, dan tindakan koreksi untuk menjaga dan memastikan keamanan air yang digunakan dalam pabrik. CV. MN tidak menggunakan air secara langsung dalam proses produksi, melainkan digunakan untuk keperluan higiene dan sanitasi peralatan, permukaan yang kontak dengan bahan pangan, area produksi, dan pemenuhan kebutuhan domestik (MCK) karyawan. Oleh karena itu, dalam penyusunan dokumen SSOP kunci ini mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum, serta SNI 2398:2017 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Pengolahan Lanjutan (Sumur Resapan, Bidang Resapan, Up Flow Filter, Kolam Sanita).

Sumber air di CV MN berasal dari air sumur dalam tanah. Salah satu cara untuk melindungi kualitas air sumur dari sumber pencemar seperti *septic tank* adalah dengan memastikan jarak sumur minimal 10 meter dari *septic tank*. Hal ini sesuai dengan SNI 2398:2017, dimana persyaratan jarak minimum *septic tank* ke sumur air bersih

adalah 10 meter. Selain jarak sumur, beberapa cara lain untuk melindungi kualitas air diantaranya dengan merancang dan mengawasi perpipaan air agar tidak memiliki koneksi silang antara air bersih dengan air tidak bersih (air limbah), serta melakukan proses *treatment* air seperti filtrasi agar memenuhi standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Adapun diagram alir pengendalian keamanan air bersih yang dilakukan di CV. MN dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Pengendalian Keamanan Air Bersih

Namun untuk memastikan perlu-tidaknya dilakukan *treatment* pada air sumur, sebaiknya dilakukan pengujian kualitas air sumur di laboratorium terakreditasi sebelum industri didirikan. Hasil pengujian tersebut juga dapat digunakan untuk menentukan jenis media filtrasi air yang lebih tepat digunakan. Media filtrasi yang sering digunakan untuk pengolahan air meliputi saringan pasir, karbon aktif, zeolit, ataupun kombinasi dari ketiganya (Rahmawati and Nurhayati 2016, Hendrawati 2017, Sulianto et al. 2020).

Upaya untuk menjamin keamanan dan kualitas sumber air juga dapat dilakukan dengan menjaga dan memelihara dinding sumur, pipa, kran, dan tempat penampung air agar tetap bersih dan dalam kondisi baik, dengan melaksanakan prosedur pembersihan serta monitoring secara rutin. Salah satu program monitoring yang dapat dilakukan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 adalah dengan melakukan pengawasan internal dan eksternal paling sedikit 1 kali dalam 1 tahun.

Berdasarkan hasil evaluasi bersama pemilik perusahaan terhadap usulan awal program higiene sanitasi dalam SSOP yang dapat dilihat pada Tabel 1, terdapat 3 poin prosedur yang tidak memungkinkan untuk diimplementasikan. Poin prosedur yang tidak dapat diimplementasikan tersebut berkaitan dengan dinding sumur di atas permukaan tanah dan pengujian rutin kualitas air di laboratorium setiap 6 bulan sekali.

Selain itu, CV. MN tidak membangun dinding sumur air di atas permukaan tanah. Hal tersebut dikarenakan sumur air yang digunakan adalah jenis sumur bor yang berada di dalam tanah dengan kedalaman 100 meter. (Ma'arif 2017) menyatakan semakin dalam sumur dan sumber air tanah yang diambil, maka kualitas air semakin baik karena semakin sedikit kandungan polutan dan mikroba didalamnya. Sumber air tanah dalam sumur selanjutnya dipompa untuk ditampung dalam tandon air menggunakan jenis pompa *submersible*. Pompa *submersible* atau pompa air benam adalah pompa yang dioperasikan didalam air dan bekerja dengan cara mendorong air dalam tanah sesuai *power* mesin terhadap debit air yang diperlukan (Rasmini 2017).

Oleh karena itu, seluruh poin prosedur yang berkaitan dengan dinding sumur di atas permukaan tanah dihilangkan, dan ditambah dengan prosedur pemeliharaan tandon penampung air. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memelihara kebersihan tandon penampung air adalah dengan membersihkan tandon secara rutin setiap 1 bulan sekali dan menetapkan prosedur monitoring kondisi tandon secara visual setiap 6 bulan sekali.

Poin prosedur berikutnya yang tidak dapat diimplementasikan adalah prosedur monitoring terkait pengujian kualitas air di laboratorium setiap 6 bulan sekali sesuai dengan regulasi yang berlaku. Poin ini tidak dapat diimplementasikan dalam waktu dekat karena keterbatasan biaya perusahaan. Perusahaan untuk sementara menyanggupi dapat melakukan pengujian kualitas air 1 tahun sekali. Usulan perusahaan dapat diterima karena dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017, Pengawasan Internal air termasuk didalamnya pengujian kualitas air dilakukan setidaknya 1 kali dalam setahun. Sehingga dilakukan perubahan terhadap prosedur menyesuaikan dengan kemampuan dan kesanggupan perusahaan yakni pengujian kualitas air dilakukan 1 tahun sekali.

Tabel 1 Usulan awal SSOP keamanan air

No.	Usulan Awal Program Higiene Sanitasi	Σ M	Σ TM
1.	Prosedur penjaminan keamanan dan kualitas sumber air	10	2
2.	Monitoring	4	1
3.	Tindakan koreksi	2	0
4.	Dokumentasi	4	0
Total		20	3

Keterangan:

Σ M: Jumlah usulan prosedur yang memungkinkan untuk di implementasikan

Σ TM: Jumlah usulan prosedur yang tidak memungkinkan untuk di implementasikan

Kondisi dan Kebersihan Permukaan yang Kontak dengan Bahan Pangan

SSOP kunci kedua yakni kondisi dan kebersihan permukaan kontak dengan bahan pangan, bertujuan untuk memastikan bahwa kotoran telah dihilangkan secara efektif, sehingga kontaminasi pada produk dapat dicegah dan kebersihan permukaan kontak pangan selalu dijaga. Pembahasan kunci ini mencakup prosedur sanitasi mesin pengolahan, sanitasi peralatan dan permukaan yang kontak dengan bahan pangan, sanitasi dan sterilisasi bahan pengemas, frekuensi dan jadwal pembersihan, prosedur pengujian mikrobiologi permukaan yang kontak dengan bahan pangan, prosedur monitoring, serta tindakan koreksi untuk memastikan kebersihan permukaan yang kontak dengan bahan pangan.

Penyusunan dokumen SSOP kunci ini mengacu pada Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 75/M-IND/PER/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik, Peraturan Kepala BPOM Nomor HK.03.1.23.04.12.2206 Tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang Higiene Sanitasi Jasaboga, dan Peraturan BPOM Nomor 13 Tahun 2019 tentang Batas Maksimal Cemar Mikroba dalam Pangan Olahan.

Pembersihan dan sanitasi permukaan yang kontak dengan bahan pangan dalam proses pengolahan susu terdiri dari dua metode pembersihan yaitu *Cleaning In Place* (CIP) dan *Cleaning Out Place* (COP). *Cleaning In Place* (CIP) adalah proses pembersihan dan sanitasi mesin pengolahan susu menggunakan sistem pipa atau tabung tertutup tanpa memerlukan pembongkaran. Sementara *Cleaning Out Place* (COP) adalah proses pembersihan dan sanitasi peralatan pengolahan susu yang dilakukan secara

manual seperti menggunakan tangan, sehingga memerlukan karyawan yang lebih banyak untuk melakukannya (Purwadi et al. 2017). Metode CIP digunakan di CV. MN untuk melakukan sanitasi pada mesin pengolahan susu yang terintegrasi, diantaranya mesin pendingin (*cooling*), mesin pasteurisasi dan *Pulsed Electric Field* (PEF), serta mesin *Liquid Filling*. Sementara metode COP digunakan untuk membersihkan peralatan lain dalam proses pengolahan seperti *milkan*, sendok, centong, dan wadah atau kontainer penyimpanan bahan tambahan pangan.

Produk susu pasteurisasi diproduksi menggunakan dua jenis bahan pengemas. Kemasan pertama dalam bentuk botol yang terbuat dari gelas dengan penutup logam. Kemasan lainnya berbentuk kantung dari bahan plastik polietilen (PE). Sebelum digunakan, kemasan botol gelas perlu dipastikan kebersihannya, terutama jika menggunakan sistem *reuse* atau penggunaan kembali, sehingga proses pembersihan dan sterilisasi perlu dilakukan. Sementara untuk kemasan plastik polietilen yang akan digunakan berbentuk kantung yang dikelim dengan panas menggunakan mesin sealer. Penggunaan kemasan kantung plastik ini tidak perlu dilakukan pencucian dan cukup dilakukan sterilisasi dalam mesin sterilisasi.

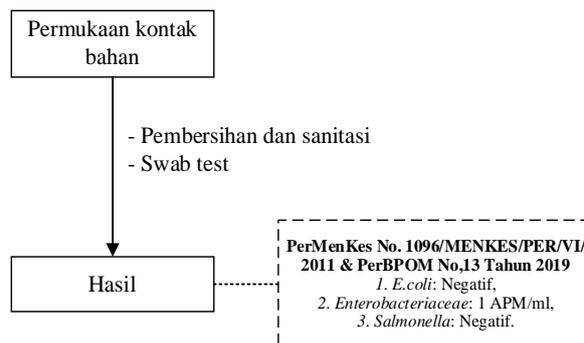
Sterilisasi kemasan yang digunakan adalah sterilisasi menggunakan sinar UV. Sinar UV digunakan karena memiliki kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dalam dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya, sehingga tidak dapat melakukan replikasi lagi dan mengakibatkan kematian mikroorganisme (Chintya and Nisa 2015). Tipe lampu UV yang digunakan untuk sterilisasi kemasan adalah lampu UV-C sebesar 20 watt. Menurut (Ningsih et al. 2021) dalam penelitiannya, perbedaan daya lampu UV-C tidak mempengaruhi penurunan jumlah bakteri *Coliform* pada air bersih. Sementara dalam

penelitian (Fauziah et al. 2021) tentang efektivitas variasi waktu kontak sinar UV-C terhadap penurunan bakteri *Coliform* pada air minum, menunjukkan hasil dimana variasi waktu terlalu lama yaitu 5 menit mampu mengurangi jumlah bakteri *Coliform* dari 330 CFU/100 ml menjadi 0-12 CFU/100 ml. Sedangkan menurut (Yusuf et al. 2018) dalam penelitiannya mengenai pengaruh lama waktu paparan sinar UV-C terhadap penurunan jumlah bakteri *E. coli* pada air bersih, menunjukkan paparan sinar UV-C selama 30 detik memberikan hasil terbaik untuk menurunkan jumlah bakteri *E. coli* sebesar 98,69%. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, diusulkan rekomendasi lama waktu sterilisasi kemasan pada CV. MN yaitu selama 5 menit. Namun hal ini tetap perlu dilakukan validasi lebih lanjut dengan melakukan pengujian mikrobiologi terhadap lama waktu sterilisasi yang dibutuhkan untuk kemasan botol kaca dan plastik.

Monitoring dapat dilakukan dengan memastikan proses pembersihan dan sanitasi telah dilaksanakan sesuai jadwal dan frekuensi yang telah ditetapkan. Selain itu, melakukan pengecekan terhadap kondisi dan kebersihan mesin, peralatan, dan bahan pengemas sebelum proses produksi dimulai dengan mengisi formulir monitoring yang berkaitan, serta melakukan pengujian mikrobiologis terhadap peralatan yang ada di area produksi setidaknya sekali setiap bulan.

Pengujian mikrobiologis terhadap peralatan dan permukaan yang kontak dengan bahan pangan diperlukan untuk validasi operasi sanitasi yang dilaksanakan telah memadai. Pengujian dapat dilakukan menggunakan teknik *swab* untuk parameter bakteri *E. coli*, *Salmonella*, dan *Enterobacteriaceae*. Ketiga parameter bakteri tersebut dipilih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang Higiene Sanitasi Jasaboga yang menyebutkan bahwa angka kuman pada peralatan terutama *E. coli* harus 0 (nol). Sedangkan pada Peraturan BPOM Nomor 13 Tahun 2019 Tentang Batas Maksimal Cemar Mikroba dalam Pangan Olahan menyebutkan bahwa untuk produk susu pasteurisasi batas mikroba yang dapat diterima (m) untuk bakteri *Enterobacteriaceae* adalah 1 APM/ml dan bakteri *Salmonella* adalah negatif/25 ml. Pengujian mikrobiologi dapat dilakukan setiap satu bulan sekali. Diagram alir pengendalian kebersihan

permukaan kontak bahan pangan di CV. MN disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Pengendalian Kebersihan Permukaan Kontak Bahan Pangan

Berdasarkan hasil evaluasi bersama pemilik industri terhadap usulan awal program higiene sanitasi dalam SSOP yang dapat dilihat pada Tabel 2, terdapat 12 poin prosedur yang tidak memungkinkan untuk diimplementasikan. Poin prosedur yang tidak dapat diimplementasikan tersebut berkaitan dengan metode sanitasi *Cleaning In Place* (CIP) dan pengujian mikrobiologi terhadap permukaan yang kontak dengan bahan pangan. Untuk poin terkait metode sanitasi CIP tidak dapat diimplementasikan karena perusahaan belum memiliki instalasi sistem yang mendukung proses sanitasi CIP pada mesin pengolahan susunya. Selain itu, skala industri yang masih kecil dan lokasi pabrik yang dekat dengan pemukiman menyulitkan pembuangan dan pengolahan limbah hasil CIP yang mengandung bahan kimia seperti asam dan basa kuat sebagai bahan pembersihnya. Sehingga alternatif metode pembersihan untuk mesin pengolahan yang dapat direkomendasikan saat ini adalah metode manual yang dipadukan dengan CIP sederhana.

Cairan pembersih yang digunakan untuk membersihkan mesin pendingin, mesin pasteurisasi PEF, dan mesin *filling* adalah cairan pembersih yang sama untuk membersihkan peralatan dan permukaan yang kontak dengan bahan pangan secara COP. Hal tersebut dikarenakan dalam proses pembersihan masih melibatkan pencucian manual sehingga harus menggunakan cairan pembersih yang cukup aman dan tidak membahayakan bagi karyawan. Untuk kandungan jenis pengotor susu yang sebagian besar adalah protein dan lemak, maka menurut (Setiarto 2020), jenis pembersih yang dianjurkan untuk digunakan adalah *chlorinated alkaline detergent* atau deterjen alkali terklorinasi.

Tabel 2 Usulan awal SSOP kondisi dan kebersihan permukaan yang kontak dengan bahan pangan

No.	Usulan Awal Program Higiene Sanitasi	Σ M	Σ TM
1.	Sanitasi mesin metode <i>Cleaning In Place</i> (CIP)	0	10
2.	Prosedur sanitasi peralatan dan permukaan kontak bahan pangan	9	0
3.	Pembersihan dan sanitasi kemasan botol kaca	7	0
4.	Sterilisasi kemasan botol kaca	5	0
5.	Pembersihan dan sterilisasi kemasan bantal plastik	5	0
6.	Jadwal sanitasi permukaan kontak bahan pangan	2	1
7.	Pengujian mikrobiologis permukaan kontak dengan bahan pangan menggunakan teknik swab untuk parameter <i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> , dan <i>Enterobacteriaceae</i>	14	0
8.	Monitoring	2	1
9.	Tindakan koreksi	2	0
10.	Dokumentasi	6	0
Total		52	12

Deterjen alkali terklorinasi yang direkomendasikan untuk CV MN adalah yang mengandung sekitar 1-5% senyawa Difenil Oksida Disulfonat, Natrium Hidroksida, dan Natrium Hipoklorit. Difenil Oksida Disulfonat merupakan salah satu jenis surfaktan anionik. Surfaktan anionik memiliki muatan negatif yang dapat bekerja secara baik dengan senyawa alkali seperti natrium hidroksida. Natrium hidroksida merupakan senyawa yang bagus untuk menghilangkan pengotor dengan kandungan lemak dan protein. Sementara itu, natrium hipoklorit merupakan senyawa yang efektif dalam menghilangkan pengotor karbohidrat dan protein. Penambahan senyawa hipoklorit kedalam deterjen alkali dapat berfungsi sebagai zat pemepstisasi protein sehingga lebih mudah dihilangkan. Kandungan klorin juga berfungsi sebagai zat antibakteri sehingga sekaligus dapat menjadi *sanitizer* (Marriott et al. 2018).

Berdasarkan uraian diatas, maka pada usulan awal SSOP dalam Tabel 2 perlu dihapus untuk prosedur CIP dan ditambahkan prosedur pembersihan/sanitasi yang telah disesuaikan untuk mesin pengolahan diantaranya mesin pendingin, mesin pasteurisasi dan PEF, mesin *filling*, serta mesin lain yang digunakan secara lebih detail dan lengkap untuk memudahkan karyawan dalam melakukan proses sanitasi. Selain itu, perlu ditambahkan juga untuk jadwal pembersihan dan sanitasinya.

Sementara untuk satu poin prosedur terkait pengujian mikrobiologi terhadap peralatan dan mesin pengolahan yang kontak dengan bahan pangan tidak dapat di implementasikan, karena dianggap terlalu memberatkan perusahaan jika

dilakukan 1 bulan sekali. Perusahaan mengusulkan dan menyanggupi jika pengujian mikrobiologi dilakukan secara rutin setiap 3 bulan sekali. Usulan tersebut dapat diterima asalkan pengujian mikrobiologi telah dilakukan diawal untuk validasi prosedur sanitasi yang ditetapkan telah memadai dan efektif dalam menghilangkan mikroba kontaminan pada permukaan yang kontak dengan bahan pangan.

Pencegahan Kontaminasi Silang

SSOP kunci ketiga yakni pencegahan kontaminasi, bertujuan untuk mencegah kontaminasi terhadap berbagai kontaminan, baik dari lingkungan pabrik dan karyawan terhadap bahan, maupun antara produk akhir dan bahan baku. Pembahasan dalam kunci ini mencakup persyaratan kebersihan perlengkapan kerja dan personal hygiene karyawan, prosedur penanganan limbah hasil produksi dan sanitasi, prosedur pencegahan kontaminasi silang dari bahan tambahan, bahan pengemas, peralatan, dan area produksi, serta prosedur penyimpanan dan pendistribusian untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang terhadap produk.

Penyusunan dokumen SSOP kunci ini mengacu pada Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 75/M-IND/PER/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*), Peraturan Kepala BPOM Nomor HK.03.1.23.04.12.2206 Tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga, dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor

1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang Higiene Sanitasi Jasaboga.

Kontaminasi silang adalah proses berpindahnya mikroba dari lingkungan ke makanan atau dari satu makanan ke makanan lain melalui suatu perantara (Marsanti and Widiarini 2018). Kontaminasi silang dapat dicegah dan diminimalisir dengan program sanitasi serta prosedur pencegahan kontaminasi lain yang dilaksanakan dengan baik dan rutin. Penyimpanan perlengkapan kerja harus dilakukan pemisahan antara perlengkapan kerja yang baru/bersih dengan yang kotor, sehingga perlu disediakan tempat penyimpanan khusus perlengkapan kerja. Selain perlengkapan kerja, sikap dan perilaku karyawan saat berada diruang produksi juga harus diatur agar tidak mengakibatkan kontaminasi dengan penyusunan peraturan tertulis yang harus dilaksanakan oleh pekerja, misalnya larangan untuk menggunakan perhiasan, aksesoris, jilbab berpayet, dan riasan berlebihan. Larangan untuk meludah, makan, minum, merokok, menyisir rambut, dan menyentuh bagian tubuh lain seperti mulut, hidung, serta telinga ketika melakukan proses produksi di ruang produksi, ataupun himbauan untuk selalu memotong dan membersihkan kuku sebelum masuk ke ruang produksi. Karyawan juga harus melakukan pekerjaan sesuai dengan pembagian tugas/area kerja masing-masing untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang. Perlu juga dibuatkan pengaturan waktu kapan saja karyawan harus mencuci tangannya dan bagaimana cara mencuci tangan yang baik, dengan menempelkan poster yang menunjukkan prosedur pencucian tangan dengan benar diatas wastafel.

Pembersihan secara rutin area produksi juga perlu dilaksanakan sesuai prosedur. Jadwal pembersihan untuk setiap bagian di area produksi berbeda-beda, namun jika tiba saatnya untuk dilakukan pembersihan secara keseluruhan saat *general cleaning*, maka pembersihan harus dilakukan dengan urutan; langit-langit, kasa, dinding, jendela, lubang ventilasi, dan terakhir lantai. Hal tersebut bertujuan untuk mencegah pengotoran kembali dari bagian yang telah dibersihkan, sehingga dilakukan pembersihan dengan urutan mulai dari bagian yang letaknya tertinggi hingga terendah.

Pemilihan tempat pembuangan limbah harus dicari yang memiliki penutup rapat dan pembuangan limbah harus dilakukan sebelum penuh, sehingga tidak mengundang hama dan

mencemari area pabrik. Selain itu, perlu juga dilakukan pemisahan peralatan yang digunakan untuk tahapan proses produksi yang berbeda. Untuk memastikan terlaksananya prosedur-prosedur pencegahan kontaminasi silang, perlu dilakukan monitoring secara rutin dan berkelanjutan. Monitoring dapat dilakukan dengan pengecekan terhadap kebersihan dan kelengkapan perlengkapan kerja karyawan sebelum memasuki area produksi, serta praktik *personal hygiene* karyawan dengan mengisi formulir yang berkaitan untuk keperluan kontrol dan dokumentasi. Selain itu perlu dilakukan pengawasan secara berkala terhadap arus pergerakan bahan, produk, dan karyawan untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang.

Keseluruhan poin prosedur usulan awal SSOP pada Tabel 3 memungkinkan untuk di implementasikan. Hanya saja terdapat beberapa prosedur yang perlu ditambahkan dan dijabarkan lebih lanjut untuk mencegah adanya kontaminasi silang. Prosedur tersebut terkait dengan pembersihan kaki karyawan dan penanganan limbah. Pada usulan awal belum ada prosedur untuk pembersihan atau pencucian kaki karyawan secara spesifik. Sementara untuk prosedur penanganan limbah masih dijelaskan secara umum, sehingga perlu ditambahkan beberapa poin prosedur lagi untuk menjelaskan secara lebih detail terkait penanganan limbah hasil produksi maupun sanitasi.

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi susu pasteurisasi di CV. MN adalah jenis limbah cair dan limbah padat. Limbah cair tersebut dapat berasal dari bahan susu saat proses produksi yang mengalami ketidaksesuaian dan limbah hasil proses sanitasi, sedangkan untuk limbah padat dapat berasal dari kemasan yang mengalami ketidaksesuaian, bahan tambahan lain yang digunakan, ataupun peralatan yang rusak. Sehingga perlu di lakukan penanganan yang berbeda terhadap kedua jenis limbah tersebut.

Untuk limbah cair yang berasal dari bahan pangan seperti susu harus disediakan wadah khusus yang memiliki penutup rapat, untuk menampung limbah susu jika terjadi ketidaksesuaian saat produksi berlangsung. Wadah khusus limbah cair tersebut sebaiknya di letakkan sedekat mungkin dengan sumber produksi limbah, yaitu di bagian proses pengisian (*filling*). Selanjutnya wadah yang hampir penuh, isinya harus segera dibuang diluar ruang produksi pada tempat yang tidak menarik serangga atau

hama lain. Sementara untuk limbah cair hasil pembersihan dan sanitasi dialirkan melalui lubang saluran pembuangan yang terdapat didalam ruang produksi. Untuk sanitasi mesin pengolahan seperti mesin pendingin, mesin pasteurisasi PEF, dan mesin *filling*, pengaliran limbah membutuhkan pipa khusus pembuangan limbah cair yang disebut pipa sanitasi. Setelah pengaliran limbah hasil pembersihan dan sanitasi, harus dipastikan lubang pembuangan tertutup rapat. Limbah cair yang dibuang melalui lubang saluran pembuangan ini akan disalurkan ke sumur resapan air limbah.

Pipa sanitasi yang digunakan dapat menjadi faktor penyebab kontaminasi silang. Hal ini dikarenakan salah satu ujung pipa harus terhubung dengan bagian mesin pengolahan yaitu *valve output chamber* pasteurisasi dan *nozzle* mesin *filling*, sedangkan bagian ujung yang lain diarahkan ke lubang saluran pembuangan. Jika dalam penggunaannya kedua ujung pipa ini saling bertukar, maka terjadi kontaminasi silang. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pemisahan dan pembedaan antara kedua ujung pipa sanitasi dengan penanda. Penanda tersebut dapat berupa stiker atau label yang bertuliskan “Input” dan “Output”. Dimana nantinya bagian ujung pipa bertanda *input* harus dipasangkan pada konektor yang terhubung dengan mesin pengolahan, sedangkan yang bertanda *ouput* harus diletakkan dekat lubang pembuangan. Selain itu, perlu juga

dilakukan pembersihan untuk konektor dan pipa sanitasi setiap harinya.

Sementara untuk limbah padat dilakukan pemisahan tempat pembuangannya, yaitu untuk limbah organik dan anorganik. Tempat sampah sebaiknya diletakkan sedekat mungkin dengan sumber produksi limbah padat yaitu di ruang produksi bagian penyegelan (*sealing*), toilet, wastafel, dan tempat pencucian botol serta peralatan. Saat tempat sampah dalam kondisi hampir penuh, harus segera dibuang pada tempat pembuangan akhir di luar pabrik. Dengan demikian, perlu dilakukan prosedur monitoring penanganan limbah secara rutin setiap hari setelah proses produksi dengan mengisi formulir *checklist* terkait pembuangan limbah di beberapa tempat tersebut

Peralatan pembersih juga dapat menjadi sumber kontaminasi silang. Hal ini dapat terjadi jika penggunaan peralatan pembersih untuk permukaan yang tidak kontak pangan digunakan bersamaan untuk permukaan yang kontak pangan, maka mikroba dapat berpindah ke permukaan yang kontak pangan melalui peralatan pembersih tersebut. Untuk menghindari kontaminasi silang dari penggunaan peralatan pembersih, perlu dilakukan pemisahan peralatan. Pemisahan peralatan dapat dilakukan dengan menetapkan kode warna spesifik. Dengan cara ini maka kontaminasi silang melalui peralatan pembersih dapat dicegah.

Tabel 3 Usulan awal SSOP pencegahan kontaminasi silang

No.	Usulan Awal Program Hygiene Sanitasi	Σ M	Σ TM
1.	Jenis perlengkapan kerja karyawan	6	0
2.	Persyaratan kebersihan perlengkapan kerja karyawan	8	0
3.	Waktu karyawan untuk mencuci tangan	6	0
4.	Prosedur mencuci tangan yang baik	5	0
5.	Hal-hal yang harus dihindari dan dilakukan karyawan Produksi	10	0
6.	Prosedur pencegahan kontaminasi silang dari limbah	10	0
7.	Prosedur pencegahan kontaminasi silang bahan dan produk	4	0
8.	Prosedur pencegahan kontaminasi silang bahan pengemas	6	0
9.	Prosedur sanitasi meja dan kursi di area produksi	4	0
10.	Prosedur sanitasi AC dan Exhaust fan	10	0
11.	Prosedur pembersihan/sanitasi area pabrik	37	0
12.	Prosedur pencegahan kontaminasi silang saat pendistribusian	4	0
13.	Prosedur pencegahan kontaminasi silang lainnya	11	0
14.	Monitoring	5	0
15.	Tindakan koreksi	3	0
16.	Dokumentasi	6	0
Total		135	0

toilet, wastafel, dan tempat cuci peralatan. Dalam memilih jenis alat pembersih ruangan harus mempertimbangkan kemudahan pembersihan dan ketahanan alat pembersih tersebut. Misalnya dalam memilih sapu dan sikat sebaiknya dipilih yang memiliki rambut dari bahan sintesis sehingga lebih awet dan mudah dibersihkan menggunakan cairan pembersih. Begitu pula pemilihan lap kain, sebaiknya dipilih lap yang terbuat dari bahan dengan daya serap cukup tinggi seperti *cotton* dan *microfiber* yang memiliki struktur jahitan kuat sehingga tidak menimbulkan noda atau sisa benang. Diusahakan juga alat pembersih yang digunakan tidak terbuat dari bahan kayu yang dapat menyerap air dan berpotensi ditumbuhi jamur.

Prosedur monitoring program pembersihan pada kunci ini dilakukan dengan mengisi formulir *checklist* operasi sanitasi harian, mingguan, dan bulanan yang telah disediakan. Selain itu, monitoring juga dilakukan dengan pengecekan terhadap kelengkapan dan ketersediaan fasilitas sanitasi dengan mengisi formulir *checklist* yang telah disediakan.

Keseluruhan poin prosedur usulan awal SSOP pada Tabel 4 sangat memungkinkan untuk di implementasikan. Hanya saja beberapa prosedur perlu diberikan keterangan atau catatan tambahan. Misalnya untuk tempat cuci peralatan sebaiknya memiliki 3 bagian yang meliputi bagian untuk peralatan kotor, bagian untuk melakukan pencucian, dan bagian untuk melakukan pembilasan. Dengan begitu, proses pencucian peralatan dapat lebih mudah dan terpisah antara peralatan yang kotor dan bersih.

Penggunaan peralatan pembersih harus sesuai dengan label dan kode warna yang ditetapkan untuk mencegah kontaminasi silang. Usulan kode warna yang dapat digunakan diantaranya: (1) Putih, untuk peralatan pembersih permukaan yang kontak dengan bahan pangan; (2) Kuning, untuk peralatan pembersih permukaan yang tidak kontak dengan bahan pangan; (3) Merah, untuk peralatan pembersih permukaan yang kontak dengan bahan baku seperti mesin pendingin. Namun, usulan kode warna ini tidak bersifat mengikat dan dapat berubah menyesuaikan dengan adanya warna peralatan yang tersedia saat pembelian. Hanya saja, kaidah aturan kode warna ini harus tetap digunakan untuk memisahkan peralatan pembersih sebagai upaya pencegahan kontaminasi silang. Dengan demikian, dalam prosedur monitoring juga perlu

ditambahkan pengecekan terhadap kelengkapan dan kesesuaian penggunaan serta pembersihan peralatan pembersih secara rutin setiap hari dengan mengisi formulir terkait yang telah disediakan.

Pemilihan cairan pembersih untuk membersihkan peralatan pembersih juga harus disesuaikan. Peralatan pembersih yang digunakan untuk membersihkan mesin pengolahan harus dicuci dengan cairan pembersih yang sama untuk membersihkan mesin pengolahan. Sedangkan untuk peralatan pembersih yang digunakan untuk membersihkan permukaan yang tidak kontak dengan bahan pangan dibersihkan menggunakan cairan pembersih biasa yang sama. Hal ini untuk mencegah kemungkinan adanya residu bahan kimia lain yang tertinggal pada peralatan pembersih agar tidak mencemari permukaan yang kontak dengan bahan pangan.

Proteksi dari Bahan-Bahan Kontaminan

SSOP kunci kelima yakni proteksi dari bahan-bahan kontaminan yang bertujuan untuk menjamin bahwa produk, bahan kemasan, dan permukaan yang kontak dengan bahan pangan terlindungi dari kemungkinan kontaminasi fisik, kimia, dan biologi. Pembahasan dalam kunci ini mencakup prosedur persyaratan saat pemakaian dan penyimpanan bahan kimia, prosedur penanganan bahan kimia yang baik, prosedur pembersihan wadah dan peralatan yang melibatkan bahan kimia, dan prosedur pencegahan kontaminasi fisik serta biologis. Penyusunan dokumen SSOP kunci ini mengacu pada Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 75/M-IND/PER/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*) dan Peraturan Kepala BPOM Nomor HK.03.1.23.04.12.2206 Tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga.

Salah satu bahan kontaminan yang paling rawan untuk menjadi sumber kontaminasi adalah bahan kimia. Hal ini karena terkadang bahan kimia dapat meninggalkan residu dan beberapa pemakaian dan penyimpanan bahan pembersih atau bahan kimia untuk keperluan sanitasi harus ditetapkan sedemikian rupa agar tidak menjadi kontaminasi bagi bahan dan produk. Bahan pembersih atau kimia penggunaannya harus disesuaikan dengan petunjuk penggunaan yang tertera pada label kemasan produk asal pabrik.

Selain itu, penyimpanan bahan pembersih harus menggunakan wadah yang memiliki penutup rapat dalam suatu ruangan khusus yang terpisah dari penyimpanan bahan baku, bahan tambahan, bahan pengemas, dan produk.

Karyawan yang bertanggung jawab dalam menangani bahan pembersih/kimia, tidak boleh melakukannya dengan menggunakan perlengkapan kerja produksi. Sehingga sebelum menangani bahan pembersih/kimia harus melepaskan semua perlengkapan kerja produksi terlebih dahulu dan menggantinya dengan beberapa alat pelindung diri seperti masker, sarung tangan, dan sepatu *safety*

Sementara pencegahan terhadap kontaminasi fisik dan biologi dilakukan dengan melaksanakan pembersihan dan sanitasi seluruh area produksi secara rutin sesuai dengan prosedur dan jadwal yang telah ditetapkan, serta meningkatkan kesadaran *personal hygiene* setiap karyawan yang terlibat langsung dalam proses produksi. Sehingga prosedur monitoring diperlukan untuk

memastikan bahwa operasi pembersihan dan sanitasi benar-benar dilaksanakan, dan setiap karyawan mematuhi aturan hygiene sanitasi yang telah ditetapkan. Selain itu, monitoring kesesuaian penggunaan dan penyimpanan bahan pembersih/kimia juga diperlukan untuk mencegah bahan kimia mengontaminasi bahan pangan.

Keseluruhan usulan prosedur SSOP pada Tabel 5 dapat diimplementasikan oleh perusahaan. Hal ini dikarenakan prosedur pada SSOP kunci ini membahas risiko kontaminasi kimia, fisik, dan biologi terhadap bahan dan produk yang telah dibahas serta didukung oleh prosedur-prosedur pada SSOP kunci yang lain. Untuk risiko kontaminasi kimia lebih menitikberatkan pada pemakaian dan penanganan bahan kimia pembersih yang digunakan untuk proses sanitasi, dan bukan bahan kimia yang digunakan untuk bahan tambahan pangan. Hal ini karena CV. MN saat ini hanya berfokus untuk memproduksi susu pasteurisasi murni.

Tabel 4 Usulan awal SSOP menjaga fasilitas pencuci tangan, sanitasi, dan toilet

No.	Usulan Awal Program Higiene Sanitasi	Σ M	Σ TM
1.	Prosedur pembersihan dan sanitasi toilet	26	0
2.	Prosedur pembersihan wastafel dan tempat cuci peralatan	4	0
3.	Jenis perlengkapan yang harus tersedia di toilet	6	0
4.	Jenis perlengkapan yang harus tersedia di wastafel	6	0
5.	Jenis perlengkapan yang harus tersedia di tempat cuci peralatan	7	0
6.	Jenis peralatan pembersih yang diperlukan	12	0
7.	Prosedur pembersihan peralatan pembersih	12	0
8.	Monitoring	2	0
9.	Tindakan koreksi	2	0
10.	Dokumentasi	5	0
Total		82	0

Tabel 5 Usulan awal SSOP proteksi dari bahan-bahan kontaminan

No.	Usulan Awal Program Higiene Sanitasi	Σ M	Σ TM
1.	Syarat pemakaian dan penyimpanan bahan pembersih/kimia	5	0
2.	Prosedur penanganan bahan pembersih/kimia	3	0
3.	Prosedur pembersihan wadah penyimpanan dan peralatan yang melibatkan bahan pembersih/kimia	5	0
4.	Prosedur pencegahan kontaminasi fisik dan biologi	8	0
5.	Monitoring	3	0
6.	Tindakan koreksi	3	0
7.	Dokumentasi	5	0
Total		32	0

Pelabelan, Penyimpanan, dan Penggunaan Bahan Kimia yang Benar

SSOP kunci keenam yakni pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan bahan kimia yang benar, bertujuan untuk menjamin bahwa seluruh bahan kimia yang digunakan dalam pabrik terutama yang bersifat toksin tidak menyebabkan kontaminasi. Pembahasan dalam kunci ini mencakup prosedur pelabelan bahan kimia, penyimpanan bahan kimia, dan persyaratan penggunaan bahan kimia. Penyusunan dokumen SSOP kunci ini mengacu pada Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 75/M-IND/PER/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*) dan Peraturan Kepala BPOM Nomor HK.03.1.23.04.12.2206 Tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga.

Pelabelan bahan pembersih atau kimia harus dilakukan dengan jelas sehingga memudahkan karyawan bagian pembersihan untuk membaca dan membedakannya. Pelabelan dilakukan pada kemasan asli bahan (wadah primer) dan wadah yang isinya akan digunakan (wadah sekunder). Label asal pabrik yang menempel pada kemasan asli (wadah primer) tidak boleh dicabut atau dihilangkan, namun tetap diberikan label tambahan yang memuat nama produk, nama dan kontak produsen, nomor register, tanggal pembelian, tanggal kadaluwarsa, petunjuk penggunaan, manfaat atau kegunaan, dan keterangan *food grade* atau *non-food grade*. Sementara label untuk wadah yang isinya akan digunakan (wadah sekunder) harus mencakup nama produk, tanggal pembelian, tanggal kadaluwarsa, tanggal pengisian, instruksi cara penggunaan, manfaat atau kegunaan, dan keterangan *food grade* atau *non-food grade*.

Bahan pembersih/kimia harus disimpan dalam wadah tertutup yang aman dan berbeda dari wadah penyimpanan bahan pangan. Selain itu, wadah penyimpanan bahan pembersih satu dengan lainnya harus dipisahkan dan diberikan tanda yang jelas, terutama untuk bahan pembersih *food grade* dan *non-food grade*. Oleh karena itu, untuk mencegah kesalahan penyimpanan dan penggunaan bahan pembersih harus dilakukan oleh personil yang terlatih dan mendapatkan tanggung jawab khusus untuk menangani bahan pembersih/kimia. Personil tersebut harus memahami sifat dan karakteristik bahan

pembersih/kimia yang akan ditangani sesuai dengan *Material Safety Data Sheet* bawaan bahan dan menyesuaikan penggunaannya sesuai ketentuan dan persyaratan pabrik asal bahan pembersih atau kimia.

SSOP kunci ini juga memuat daftar jenis dan kegunaan bahan pembersih/kimia yang diperlukan untuk proses sanitasi seluruh area produksi, beserta rekomendasi merek bahan pembersih/kimia yang sesuai untuk digunakan. Oleh karena itu, prosedur monitoring dilakukan sebagai upaya pengawasan secara rutin terhadap kesesuaian pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan bahan pembersih oleh personil yang bertanggung jawab untuk menangani bahan pembersih/kimia.

Berdasarkan seluruh poin prosedur usulan awal SSOP pada Tabel 6, terdapat 2 poin prosedur yang tidak memungkinkan untuk di implementasikan. Poin tersebut berkaitan dengan penggunaan bahan kimia pembersih untuk metode sanitasi *Cleaning In Place* (CIP). Hal ini dikarenakan CV. MN tidak dapat menggunakan metode CIP dengan senyawa asam, basa, dan klorin yang tersebut pada prosedur diatas untuk keperluan sanitasi mesin pengolahannya. Sehingga kedua poin prosedur tersebut perlu diubah dan disesuaikan kembali. Untuk poin lain yang membahas mengenai persyaratan penggunaan konsentrasi bahan pembersih/kimia untuk CIP dapat dihapus atau dihilangkan.

Hal yang terpenting adalah personil atau karyawan yang bertugas untuk menangani dan menggunakan bahan kimia pembersih perlu memahami *Material Safety Data Sheet* (MSDS) bahan tersebut, sehingga risiko bahaya dapat dicegah. Meskipun penggunaan bahan pembersih COP dianggap lebih aman jika dibandingkan dengan bahan pembersih CIP biasanya, namun dalam penggunaannya karyawan tetap perlu memakai APD seperti kaca mata *safety* tahan kimia, sarung tangan *safety* tahan kimia, celemek *safety*, dan sepatu *safety*.

Pengawasan Kondisi Kesehatan Personil

SSOP kunci ketujuh yakni pengawasan kondisi kesehatan personil, bertujuan untuk mencegah karyawan yang sedang sakit, terluka, dan menderita gangguan kesehatan lain menjadi sumber kontaminasi terhadap produk. Pembahasan dalam kunci ini mencakup prosedur persyaratan kondisi kesehatan karyawan, prosedur pelaporan dan penanganan karyawan yang sakit,

serta penentuan jadwal pemeriksaan kondisi kesehatan karyawan secara rutin. Penyusunan dokumen SSOP kunci ini mengacu pada Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 75/M-IND/PER/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*), Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor HK.03.1.23.04.12.2206 Tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga, dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang Higiene Sanitasi Jasaboga.

Karyawan yang bekerja pada pabrik pengolahan pangan terutama bagian produksi harus dalam keadaan sehat, bebas dari penyakit menular, dan gangguan kesehatan lain. Oleh sebab itu, sebelum mempekerjakan karyawan, pimpinan perusahaan perlu mengetahui kondisi kesehatan dan riwayat penyakit calon karyawan. Sehingga salah satu syarat penerimaan karyawan harus ditetapkan dengan menyertakan surat keterangan sehat dari suatu lembaga kesehatan.

Jika diketahui karyawan dalam keadaan tidak sehat dan tidak kuat bekerja maka harus segera dilaporkan kepada pimpinan agar segera diistirahatkan atau dipulangkan. Sedangkan jika

karyawan yang sakit masih kuat bekerja, maka sebaiknya karyawan dialihkan dari pekerjaan di area produksi, sehingga tidak kontak langsung dengan pangan yang belum dikemas, bahan tambahan pangan, dan bahan pengemas. Untuk karyawan yang memiliki luka terutama di bagian tangan, maka segera tutup dengan plester kedap air berwarna terang dan sarung tangan yang dapat menutupi serta mencegah luka tersebut mengontaminasi bahan dan produk. Namun jika luka terbuka dianggap cukup berat dan tidak dapat ditutup hanya dengan plester dan sarung tangan, maka sebaiknya pekerja dilarang bekerja di area produksi yang kontak dengan bahan pangan.

Untuk mengawasi kondisi kesehatan karyawan, perusahaan sebaiknya memberikan fasilitas kepada karyawan untuk melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin 6 bulan sekali di lembaga kesehatan setempat dan setiap karyawan wajib mengikutinya. Sehingga prosedur monitoring yang dilakukan mencakup dokumentasi surat kesehatan calon karyawan saat penerimaan awal dan surat hasil pemeriksaan kesehatan karyawan setiap 6 bulan sekali. Selain itu juga dilakukan pengawasan terhadap kondisi kesehatan karyawan setiap hari sebelum memasuki area produksi dengan mengisi formulir *checklist*.

Tabel 6 Usulan awal ssop pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan bahan kimia

No.	Usulan Awal Program Higiene Sanitasi	Σ M	Σ TM
1.	Prosedur pelabelan bahan pembersih/kimia	4	0
2.	Prosedur penyimpanan bahan pembersih/kimia	3	0
3.	Persyaratan penggunaan bahan pembersih/kimia	3	2
4.	Monitoring	2	0
5.	Tindakan koreksi	4	0
6.	Dokumentasi	1	0
Total		17	2

Tabel 7 Usulan awal SSOP pengawasan kondisi kesehatan personil

No.	Usulan Awal Program Higiene Sanitasi	Σ M	Σ TM
1.	Persyaratan kondisi Kesehatan karyawan		4
2.	Prosedur pelaporan dan penanganan karyawan yang sakit		2
3.	Jadwal dan frekuensi pemeriksaan kesehatan karyawan		2
4.	Monitoring		2
5.	Tindakan koreksi		3
6.	Dokumentasi		3
Total			16

Tabel 8 Usulan awal SSOP pengendalian hama

No.	Usulan Awal Program Higiene Sanitasi	Σ M	Σ TM
1.	Prosedur pencegahan masuknya hama ke ruang produksi	14	0
2.	Pembasmian hama	3	0
3.	Monitoring	2	0
4.	Tindakan koreksi	2	0
5.	Dokumentasi	2	0
Total		23	0

Keseluruhan poin prosedur usulan awal SSOP pada Tabel 7 memungkinkan untuk diimplementasikan dan perusahaan bersedia untuk menerapkannya. Hanya saja untuk meningkatkan kesadaran akan *personal hygiene*, maka perlu diagendakan beberapa pelatihan terkait higiene dan sanitasi. Selain itu, untuk memastikan bahwa setiap karyawan telah mendapatkan pelatihan tersebut, maka perlu ditambahkan prosedur monitoring terkait agenda pelaksanaan pelatihan dan disediakan suatu formulir untuk mencatat jenis pelatihan yang telah diterima oleh setiap karyawan.

Pengendalian Hama

SSOP kunci kedelapan yakni pengendalian hama yang bertujuan untuk mencegah masuknya hama ke dalam area produksi dan memastikan bahwa program pengendalian hama dilakukan sesuai regulasi terkait. Pembahasan kunci ini mencakup prosedur pencegahan masuknya hama ke ruang produksi, prosedur pembasmian hama, dan monitoring pengendalian hama. Penyusunan dokumen SSOP kunci ini mengacu pada Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 75/M-IND/PER/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*), Peraturan Kepala BPOM Nomor HK.03.1.23.04.12.2206 Tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga, dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang Higiene Sanitasi Jasaboga.

Untuk mencegah agar hama tidak memasuki ruang produksi dapat dilakukan dengan memasang kawat kasa pada ventilasi, memberikan penutup pada lubang pembuangan, memasang karet penutup pada setiap celah dibawah pintu, dan memasang lampu penerangan seterang mungkin untuk menghindari kemungkinan ruangan dihuni hama. Selain itu, lubang dan saluran pembuangan yang memungkinkan masuknya hama harus dilengkapi penyaring atau

dalam keadaan tertutup. Pemasangan alat perangkap dan lampu *insect killer* juga dapat digunakan untuk mencegah hama/serangga masuk ke ruang produksi. Hal yang paling penting adalah selalu menjaga kebersihan ruang produksi selama dan setelah proses produksi berlangsung serta pemeriksaan kondisi bangunan secara rutin.

Monitoring dilakukan dengan mengawasi kondisi area pabrik setiap hari sebelum pulang dengan mengisi formulir terkait yang telah disediakan. Selain itu, inspeksi visual secara rutin juga dibutuhkan untuk memantau tanda-tanda adanya hama seperti kotoran, rambut tikus, bekas keratan, gigitan, atau bahkan ditemukan hama sehingga dapat ditentukan tindakan pembasmian dan pencegahan yang tepat. Hama yang ditemukan selama inspeksi harus dimusnahkan diluar pabrik agar tidak menimbulkan bau dan mengundang hama lain. Kemudian hasil penemuan hama di dokumentasikan pada formulir terkait yang disediakan.

Keseluruhan poin prosedur usulan awal SSOP pada Tabel 8 dapat diimplementasikan. Hanya perlu dilakukan beberapa penyesuaian berdasarkan kondisi nyata di lokasi pabrik dan area produksi. Seperti pada poin pemasangan lampu *insect killer* dan alat perangkap hama/tikus perlu dijelaskan lebih spesifik dimana saja lokasi yang tepat untuk pemasangan lampu dan perangkap tersebut. Lokasi yang dapat direkomendasikan untuk pemasangan lampu *insect killer* adalah di depan ruang sterilisasi karyawan dan di depan pintu keluar ruang produksi atau ruang penyimpanan produk akhir. Hal ini dikarenakan lokasi tersebut dapat berpotensi sebagai jalur masuk bagi hama ke dalam ruang produksi. Sedangkan untuk alat perangkap hama/tikus dapat ditempatkan di dalam ruang sanitasi, didepan ruang sterilisasi karyawan, diruang penyimpanan produk akhir, serta diruang pembersihan botol dan peralatan.

Penyesuaian lain dapat dilakukan pada poin prosedur larangan memasukkan hewan peliharaan

kedalam pabrik. Pabrik CV. MN terletak di belakang pemukiman warga. Beberapa warga sekitar memiliki hewan ternak dan peliharaan seperti ayam dan kucing. Hewan tersebut berpotensi masuk ke area pabrik bahkan kedalam ruang produksi. Selain itu, beberapa serangga dan hewan lain yang juga memiliki kemungkinan untuk dapat masuk kedalam area produksi diantaranya lalat, serangga, semut, dan tikus. Lalat dan serangga dapat masuk melalui lubang ventilasi yang saat ini belum memiliki penutup kawat kasa, semut dapat masuk melalui celah yang terdapat di bawah pintu masuk dan pintu keluar, sedangkan tikus dapat masuk melalui lubang pembuangan di dalam ruang produksi yang belum memiliki penutup.

Penyesuaian dan perubahan yang dilakukan selama proses evaluasi terhadap usulan awal SSOP diatas akan ditulis ulang dalam satu dokumen SSOP, untuk memperbaiki dokumen SSOP yang telah disusun sebelumnya. Dokumen SSOP yang diperbaiki tersebut berisi program higiene sanitasi untuk kedelapan kunci persyaratan sanitasi dan formulir-formulir *checklist* monitoring pelaksanaan SSOP yang bukan merupakan bagian dalam tulisan ini. Prosedur-prosedur dalam dokumen SSOP juga akan dipisah menjadi beberapa SOP sebagai petunjuk kerja untuk memudahkan karyawan dalam menjalankan pekerjaan sesuai bagiannya. SOP tersebut meliputi prosedur pengendalian keamanan air, prosedur sanitasi peralatan dan mesin pengolahan, prosedur sanitasi area produksi, prosedur pengujian mikrobiologi mesin dan peralatan, prosedur higiene dan pengawasan kesehatan karyawan, prosedur pencegahan kontaminasi silang, prosedur penanganan limbah, prosedur penanganan bahan pembersih dan kimia, serta prosedur pengendalian hama.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan studi kasus di CV MN yaitu dokumen SSOP disusun berdasarkan 8 kunci persyaratan sanitasi yang mengacu pada beberapa peraturan terkait dan disesuaikan dengan literatur. Cakupan prosedur operasional yang dibahas diantaranya; prosedur keamanan air, prosedur sanitasi mesin dan peralatan pengolahan, prosedur *personal hygiene* karyawan, prosedur penanganan limbah, prosedur penyimpanan, prosedur sanitasi area pabrik, prosedur pencegahan kontaminasi silang, prosedur penanganan penggunaan penyimpanan

dan pelabelan bahan kimia pembersih, prosedur pengawasan kesehatan karyawan, serta prosedur pengendalian hama.

Evaluasi rencana implementasi dan penyesuaian kembali terhadap usulan awal dokumen SSOP didapatkan hasil diantaranya; sumber air berasal dari air tanah tanpa dinding sumur yang ditampung dalam tandon air, pengujian kualitas air dilaboratorium disangupi 1 tahun sekali dan disesuaikan dengan regulasi terkait, metode sanitasi mesin pengolahan diubah menjadi perpaduan antara metode manual (COP) dan CIP sederhana, pengujian mikrobiologis permukaan yang kontak dengan pangan diubah menjadi 3 bulan sekali, ditambahkan periode dan prosedur cuci kaki, pembuangan limbah cair hasil sanitasi dialirkan pada lubang pembuangan melalui pipa sanitasi, penggunaan peralatan pembersih dibedakan dengan menetapkan kode warna spesifik, bahan pembersih untuk mesin pengolahan menggunakan pembersih khusus COP yang telah direkomendasikan, ditambahkan formulir untuk pendokumentasian kegiatan pelatihan karyawan, ditambahkan denah pengendalian hama berisi informasi penempatan lampu *insect killer* dan alat perangkap hama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini sepenuhnya didukung dari pendanaan program *Matching Fund* tahun 2021 oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (KEMENDIKBUDRISTEK) Republik Indonesia. Hasil dari perancangan dokumen SSOP ini akan diterapkan di CV Milknesia Nusantara, Ponorogo, Jawa Timur dalam rangka untuk memperbaiki dan menyiapkan sistem produksinya

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M. 2017. Perancangan Tata Letak Pabrik. Deepublish. Yogyakarta.
- Angelina, D., T. Estiasih, A.D. Priyanto, and A.W. Putranto, 2023. Penyusunan Dokumen SOP Proses Produksi Susu Pasteurisasi Berbasis Teknologi PEF di CV. Milknesia Nusantara. Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management, 18(1): 109-120.
- Citresmi, A.D.P. and F.P. Putri. 2019. Penerapan Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) pada proses produksi wafer roll. Jurnal Teknologi & Industro Hasil Pertanian, 24 (1): 1-14.

- Chintya, R.D. and F.C. Nisa, 2015. Pengaruh daya lampu dan lama iradiasi ultraviolet terhadap karakteristik sari buah murbei (*Morus alba L.*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (2): 610-619.
- Dewi, S.R., N. Sumarni, N. Izza, A.W. Putranto, and Susilo. B. 2019. Studi variasi kuat medan listrik pef dan metode pengeringan bahan terhadap senyawa antioksidan ekstrak daun torbangun (*Coleus amboinicus L.*). *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 7 (1): 91-98.
- DPKP DIY. 2022. Peran Penting Penerapan SSOP pada Produksi Pangan. Publikasi. <https://dppk.jogjaprovo.go.id/baca/Peran+Penting+Penerapan+SSOP+Pada+Produksi+Pangan/220822/4f7a050e79b0175133faf40c3bede3fcbfa374e2d44f38318701be5c77c5ac30587>
- Fauziah, D., U. Nurjaman, and D. Wahyudin. 2021. Efektivitas variasi waktu kontak sinar UV-C terhadap penurunan bakteri *Coliform* pada air minum di PT. X. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 2 (2): 576-581.
- Hawa, L.C., R. Yulianingsih, A.W. Putranto, D. Y. Ali. 2023. Teknologi Nontermal pada Pengolahan Pangan. UB Press. Malang.
- Hendrawati, T.Y. 2017. Membangun Industri Susu Sterilisasi Skala IKM. Samudra Biru. Yogyakarta.
- Izza, N., S.R. Dewi, A.W. Putranto, D.R. Yuneri, and M.Y.S. Dach. 2016. Ekstraksi Senyawa Fenol Daun Kenikir (*Cosmos caudatus*) dengan *Pulse Electric Field* (PEF), *Jurnal Teknologi Pertanian*, 17(2): 91-96.
- Ma'arif, A.S. 2017. Cara Sukses Budidaya Ikan Gurami. Bio Genesis. Yogyakarta.
- Marriott, N.G., M.W. Schilling, and R.B. Gravani. 2018. *Principles of Food Sanitation*. Springer International Publishing. Cham.
- Marsanti, A.S. and R. Widiarini. 2018. *Higiene Sanitasi Makanan*. Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo.
- Ningsih, D.U.R., M. Karmini, and N. Hidayah. 2021. Perbedaan daya lampu ultraviolet-C terhadap penurunan jumlah bakteri *Coliform* pada air bersih di industri logam. *Jurnal Riset Kesehatan*, 13 (2): 422-426.
- Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2019 Tentang Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/2011 Tentang Higiene Sanitasi Jasaboga
- Priyanto, A.D., S. Djajati, and R. Yulistiani. 2020. Implementasi *pulsed electric field* untuk meningkatkan efektivitas pasteurisasi susu pada CV. Milknesia Nusantara di Ponorogo. *Khadimul Ummah Journal of Social Dedication*, 4 (1): 18-24.
- Priyanto, A.D., L.A. Wicaksono, and A.W. Putranto. 2021. Pengaruh suhu dan waktu pre heating pada kualitas fisik, total mikroba dan organoleptik susu kolagen sapi yang dipasteurisasi menggunakan *pulsed electric field*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9 (2): 141-153.
- Priyanto, A.D., T. Estiasih, A.W. Putranto, Widyasari, and R.K. Putra, 2022^a. Edukasi *Good Manufacturing Practice dan Hazard Analysis and Critical Control Points* pada pengolahan susu segar di CV Milknesia Nusantara. *J-Dinamika*, 7 (1): 104-108.
- Priyanto, A.D., A.W. Putranto, T. Estiasih, and F. Ramadhani, 2022^b. Pendampingan Wawasan Sertifikasi Halal dan Izin Edar BPOM pada CV Milknesia Nusantara, *Abdi-mesin: Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik Mesin*, 2(2): 68-75.
- Priyanto, A.D., T. Estiasih, A.W. Putranto, Widyasari, P.S. Tola. 2023. Pulsed electric field and pre-heating treatment effect on free fatty acid (FFA), pH, vitamin C, and organoleptic properties of milk, *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 6(2): 163-169
- Putranto, A.W., B.D., Argo, and S. Wijana, 2014. Green pulsed electric field-assisted extraction method of total carotenoid carrot pulp using olive oil as solvent, *Indonesian Green Technology Journal*, 3(1): 1-9.
- Putranto, A.W., S.R. Dewi, Y. Puspitasari, and F.A. Nuriah. 2018. Optimization of free radical scavenging capacity and ph of *Hylocereus polyrhizus* peel by response

- surface methodology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 131 (1): 012051.
- Putranto, A.W., S.H. Abida, K. Adrebi, and A. Hariati. 2020. Lignocellulosis analysis of corn cob biomass by using non-thermal pulsed electric field-naoh pre-treatment. *Reaktor*, 20 (4): 183-191.
- Putranto, A.W., A.D. Priyanto, T. Estiasih, Widyasari, and H. Munarko. 2022^a. Optimasi waktu pre-heating dan waktu *pulsed electric field* terhadap total mikroba dan sifat fisik susu. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 10 (1): 39-48.
- Putranto, A.W., A.D. Priyanto, D.F.A. Riza, F.T. Safitri, N.I. Khoirunnisa, A. Estuwilujeng, and C. Pambayun. 2022^b. Optimization of pulsed electric field processing time and hydrolyzed bovine collagen concentration in pasteurized milk. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 5 (1): 29-39.
- Putranto, A.W., A.D. Priyanto, T. Estiasih, Widyasari, and Y.A. Sanjaya. 2022^c. Optimasi waktu pemanasan awal dan waktu pasteurisasi PEF terhadap asam lemak bebas, vitamin C, dan pH pada pengolahan susu. *Agrointek*, 6 (3): 355-366.
- Pudjirahaju, A. 2018. Pengawasan Mutu Pangan. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan. Jakarta.
- Purwadi, L.E. Radiati, H. Evanuarini, and R.D. Andriani. 2017. Penanganan Hasil Ternak. UB Pres. Malang.
- Rahmawati, J.O. and L. Nurhayati. 2016. Pengaruh jenis media filtrasi kualitas air sumur gali. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 14 (2): 32-38.
- Ramadhani, F., R. Yulistiani, A.D. Priyanto, T. Estiasih, and A.W. Putranto, 2022. Analisis Preferensi Konsumen Susu Pasteurisasi Pulsed Electric Field “Milkaya” di CV Milknesia Nusantara. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 10(4): 204-215.
- Rasmini, N.W. 2017. Perencanaan pemilihan pompa dan sistem kontrol kerja pompa untuk penyediaan air bersih pada rumah tangga. *Jurnal Matrix*, 7 (2): 32-37.
- Setiarto, H.B. 2020. Konsep HACCP, Keamanan, Higiene dan Sanitasi dalam Industri Pangan. Guepedia. Bogor.
- SNI 2398:2017 Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Pengolahan Lanjutan (Sumur Resapan, Bidang Resapan, Up Flow Filter, Kolam Sanita).
- Sulianto, A.A., A.D.S. Aji, and M.F. Alkahi. 2020. Rancang bangun unit filtrasi air tanah untuk menurunkan kekeruhan dan kadar mangan dengan aliran *upflow*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7 (2): 72-80.
- Sun, D.W. 2019. *Computational Fluid Dynamics in Food Processing*, 2nd ed. CRC Press. Boca Raton.
- Waluyo, E. and B. Kusuma. 2017. Keamanan Pangan Produk Perikanan. UB Press. Malang.
- Yusuf, A.M., A. Taufik, and N. Warganegara. 2018. Perbedaan lama waktu paparan desinfeksi sinar uv-c terhadap penurunan jumlah *Escherichia coli* pada air bersih di PT. Trisula Textile Industries. *Jurnal Riset Kesehatan*, 10 (1): 20-24.