

Pemetaan Potensi Bahaya Kimia pada Produksi Daging Sapi Mercon: Kerangka Evaluasi Berbasis CPPOB

*Mapping Potential Chemical Hazards in Mercon Beef Production:
A CPPOB-Based Evaluation Framework*

Srirahmah Maulani Nasaf¹, Mawardi², Wulan Arum Sheto³

^{1,2}Universitas Negeri Padang; ³Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia
srirahmahmaulani05@gmail.com; mawardianwar@fmipa.unp.ac.id

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Aug 28, 2026	Sep 25, 2026	Oct 6, 2026	Oct 11, 2026

Abstract

Beef *mercon* is a processed food made from meat and spicy seasonings whose ingredients and production stages may pose chemical hazards, while micro and small enterprises (MSEs) in the food sector often face resource constraints in controlling risks systematically. This study aimed to map potential chemical hazards throughout the generic production process for beef *mercon* and formulate preventive measures based on the principles of *Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik* (CPPOB). The study used a descriptive literature review design, drawing on food safety regulations, CPPOB and Codex guidelines, and scientific articles on pesticide residues, toxic metals, food additives, oil oxidation, cleaning agent residues, and migration from packaging. Sources were purposively selected based on their relevance to the product, hazard pathways, control measures, and analytical verification. Data were extracted into a hazard mapping matrix and analyzed qualitatively by linking hazard sources, mechanisms of contaminant entry or formation, preventive measures, and verification evidence in the literature. The mapping identified six main hazard groups: pesticide residues; toxic metals and veterinary drug residues; food additive nonconformities; oil oxidation products; migrants from packaging; and cleaning agent residues. The main control areas included suppliers and raw materials, water and equipment, formulation standardization, heating and oil, sanitation, packaging, and storage. The mapped hazards are potential and do not constitute evidence of actual product contamination. This review provides a mapping framework that can support risk-based CPPOB evaluation and the prioritization of laboratory verification in MSEs in the food sector.

Keywords: Chemical Hazards; CPPOB; Beef *Mercon*; Food Safety; Hazard Mapping

Abstrak: Daging sapi mercon merupakan pangan olahan berbasis daging dan bumbu pedas yang berpotensi memiliki bahaya kimia pada bahan maupun tahapan produksinya, sementara usaha mikro dan kecil (UMK) pangan sering menghadapi keterbatasan sumber daya untuk mengendalikan risiko secara sistematis. Penelitian ini bertujuan memetakan potensi bahaya kimia sepanjang alur produksi generik daging sapi mercon serta merumuskan tindakan pencegahan berdasarkan prinsip Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (CPPOB). Penelitian menggunakan desain kajian literatur deskriptif dengan sumber berupa regulasi keamanan pangan, pedoman CPPOB dan Codex, serta artikel ilmiah mengenai residu pestisida, logam toksik, bahan tambahan pangan, oksidasi minyak, residu bahan pembersih, dan migrasi kemasan. Sumber dipilih secara purposif berdasarkan relevansinya dengan produk, jalur bahaya, tindakan pengendalian, dan verifikasi analitik. Data diekstraksi ke dalam matriks pemetaan bahaya dan dianalisis secara kualitatif dengan menghubungkan sumber bahaya, mekanisme masuk atau terbentuknya kontaminan, tindakan pencegahan, serta bukti verifikasi dalam literatur. Hasil pemetaan mengidentifikasi enam kelompok bahaya utama, yaitu residu pestisida; logam toksik dan residu obat hewan; ketidaksesuaian bahan tambahan pangan; produk oksidasi minyak; migran kemasan; serta residu bahan pembersih. Area pengendalian utama mencakup pemasok dan bahan baku, air dan peralatan, standarisasi formulasi, pemanasan dan minyak, sanitasi, kemasan, serta penyimpanan. Bahaya yang dipetakan bersifat potensial dan tidak menunjukkan bukti kontaminasi aktual pada produk. Kajian ini menghasilkan kerangka pemetaan yang dapat mendukung evaluasi CPPOB berbasis risiko serta penentuan prioritas verifikasi laboratorium pada UMK pangan.

Kata Kunci: Bahaya Kimia; CPPOB; Daging Sapi Mercon; Keamanan Pangan; Pemetaan Bahaya

PENDAHULUAN

Keamanan pangan merupakan isu penting dalam produksi pangan olahan karena mutu dan keamanan produk dipengaruhi oleh komposisi bahan, reaksi selama pengolahan, interaksi dengan peralatan dan kemasan, serta kemungkinan masuknya kontaminan dari lingkungan. Pada produk berbasis daging, perhatian tidak hanya tertuju pada bahaya mikrobiologi, tetapi juga pada residu pestisida dan obat hewan, unsur logam, ketidaksesuaian bahan tambahan pangan (BTP), produk degradasi minyak, residu bahan pembersih, dan migran kemasan. Sebagian bahaya kimia tidak selalu menimbulkan perubahan organoleptik yang mudah dikenali, sehingga pencegahan harus ditopang oleh pengendalian proses dan verifikasi yang sesuai.

Usaha mikro dan kecil (UMK) pangan memiliki peran besar dalam penyediaan produk lokal, namun penerapan sistem keamanan pangan sering terkendala desain sarana yang belum higienis, dokumentasi yang terbatas, pengendalian proses yang belum konsisten, serta keterbatasan sumber daya. Kajian terhadap UMK pangan di Indonesia menunjukkan

bahwa kurangnya pengetahuan regulasi dan kesadaran keamanan pangan merupakan penyebab penting ketidakpatuhan (Fajarwaty & Jukes, 2022). Secara lebih luas, (Hasnan et al., 2022) menemukan bahwa ketidaksesuaian yang paling sering muncul pada industri pangan skala kecil dan menengah berkaitan dengan desain sanitasi dan fasilitas, higiene personal, dokumentasi, program pembersihan, serta pengendalian operasi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perbaikan sarana harus berjalan bersama pembinaan prosedur, pencatatan, dan kompetensi personel.

Di Indonesia, Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (CPPOB) digunakan sebagai prasyarat untuk menghasilkan pangan yang aman, bermutu, dan layak edar. Pedoman CPPOB mencakup lokasi, bangunan, sanitasi, mesin dan peralatan, bahan, pengawasan proses, produk akhir, laboratorium, karyawan, kemasan, label, penyimpanan, pemeliharaan, pengangkutan, dokumentasi, pelatihan, penarikan produk, dan pelaksanaan pedoman. Tata cara penerbitan izin penerapan CPPOB selanjutnya diatur melalui Peraturan Badan POM Nomor 22 Tahun 2021. Untuk bahaya kimia yang menjadi fokus artikel ini, persyaratan cemaran logam berat mengacu pada Peraturan Badan POM Nomor 9 Tahun 2022, sedangkan kesesuaian dan pengujian migrasi kemasan pangan mengacu pada Peraturan Badan POM Nomor 11 Tahun 2026 (B. P. O. dan M. R. Indonesia, 2022, 2026). Kerangka tersebut sejalan dengan prinsip higiene pangan Codex yang menempatkan program prasyarat, pengendalian bahaya, pemantauan, tindakan koreksi, verifikasi, dan dokumentasi sebagai komponen sistematis dalam produksi pangan (Commission, 2022).

Pendekatan *gap assessment* dapat menerjemahkan prinsip tersebut menjadi daftar ketidaksesuaian yang dapat diprioritaskan. Studi kasus pada produksi carica melaporkan kesesuaian GMP sebesar 79,3% dan SSOP sebesar 70,5% serta menghasilkan rekomendasi khusus pada parameter mayor (Hapsari, Purwaningsih, Rumita, & Wahyuniati, 2023). Penelitian pada UMK bakso ikan dan abon bandeng juga menunjukkan bahwa kondisi lokasi, fasilitas sanitasi, higiene karyawan, pencegahan kontaminasi silang, penyimpanan, dan pengendalian hama merupakan titik yang sering memerlukan perbaikan (Febri, Apriani, Luger, Siskawanti, & Kurniasari, 2024; Kurniawan, Pratama, Rosidah, & Rostini, 2022). Meskipun demikian, evaluasi GMP pada UMK masih sering berfokus pada skor kepatuhan umum dan belum menghubungkan temuan sarana dengan jalur masuk kontaminan kimia pada produk tertentu.

Daging sapi mercon merupakan produk olahan daging yang dimasak bersama cabai, *awang*, kemiri, daun jeruk, gula, garam, air, dan minyak, kemudian didinginkan dan dikemas. Berdasarkan kategori pangan yang berlaku, produk ini termasuk kelompok produk daging olahan yang dimasak dalam kategori 08.3.2 (B. P. O. dan M. R. Indonesia, 2023). Komposisi berlemak, penggunaan rempah segar, pemanasan intensif, pendinginan, dan kontak dengan plastik membuat produk ini relevan untuk kajian kimia bahan pangan. Lemak dapat memfasilitasi partisi senyawa lipofilik dari kemasan, pemanasan minyak dapat memicu oksidasi, sedangkan cabai dan rempah dapat membawa residu pestisida. Produk daging juga perlu diawasi terhadap logam toksik karena kontaminasi dapat berasal dari bahan baku maupun perpindahan dari peralatan selama proses (Gupta et al., 2024; Olmedo et al., 2024; Park, Kim, Bae, & Im, 2024)

Kebaruan penelitian ini terletak pada penyusunan kerangka pemetaan bahaya kimia berbasis alur proses yang secara langsung menghubungkan sumber bahaya, mekanisme masuk atau terbentuknya kontaminan, tindakan pencegahan berbasis CPPOB, bukti implementasi, dan pilihan verifikasi analitik. Dasar teorinya menggunakan pendekatan preventive control dalam GMP/CPPOB dan prinsip higiene pangan berbasis risiko. Kajian difokuskan pada alur produksi generik daging sapi mercon dan tidak dimaksudkan untuk menyatakan bahwa kontaminan tertentu ditemukan pada produk atau sarana tertentu. Tujuan penelitian adalah (1) mendeskripsikan karakteristik umum bahan dan proses produksi daging sapi mercon, (2) memetakan potensi bahaya kimia pada setiap kelompok sumber, dan (3) menyusun prioritas pengendalian serta verifikasi analitik yang dapat diterapkan secara proporsional pada UMK pangan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan desain kajian literatur dan pemetaan bahaya berbasis alur proses generik produksi daging sapi mercon. Unit analisis penelitian bukan partisipan manusia, melainkan dokumen regulasi, pedoman keamanan pangan, dan artikel ilmiah yang relevan dengan residu pestisida, logam toksik dan residu obat hewan, BTP, oksidasi minyak, residu bahan pembersih, serta migrasi kemasan. Pemilihan sumber dilakukan secara purposif dengan kriteria: relevan dengan produk atau matriks pangan yang sejenis, menjelaskan sumber atau mekanisme bahaya, memuat tindakan pengendalian atau metode verifikasi, dan berasal dari sumber ilmiah maupun regulasi yang

dapat ditelusuri. Literatur ilmiah diprioritaskan pada publikasi 10 tahun terakhir, sedangkan sumber yang lebih lama hanya dipertahankan apabila merupakan metode atau rujukan dasar yang masih relevan.

Instrumen pengumpulan data berupa lembar ekstraksi dan matriks pemetaan yang memuat: tahap produksi, sumber bahaya, kandidat kontaminan, mekanisme masuk atau terbentuknya bahaya, tindakan pencegahan CPPOB, bukti implementasi, dan metode verifikasi. Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran regulasi keamanan pangan, pedoman CPPOB, prinsip higiene pangan Codex, serta artikel ilmiah yang sesuai dengan kriteria. Tahapan penelitian terdiri atas identifikasi bahan dan alur proses, seleksi sumber, ekstraksi informasi, pengelompokan jalur bahaya, pemetaan tindakan pengendalian, dan penentuan kebutuhan verifikasi analitik.

Analisis data dilakukan secara kualitatif-deskriptif dengan membandingkan konsistensi informasi antar-sumber, kemudian menghubungkan setiap sumber bahaya dengan mekanisme terjadinya, titik pencegahan, bukti kendali, dan metode verifikasi. Kerangka CPPOB digunakan sebagai dasar klasifikasi tindakan pencegahan, bukan untuk memberikan skor kepatuhan pada sarana tertentu. Setiap rekomendasi pengendalian dipasangkan dengan bukti yang dapat diverifikasi, seperti spesifikasi bahan, catatan pemasok, formulasi baku, rekaman suhu, jadwal sanitasi, deklarasi kesesuaian kemasan, dan hasil pengujian laboratorium.

Proses penelusuran, ekstraksi, dan penyusunan matriks dilakukan pada tahun 2026. Durasi penelitian selama 3 bulan. Analisis bersifat deskriptif dan konseptual sehingga hasilnya tidak mewakili kondisi kepatuhan atau keamanan produk dari pelaku usaha tertentu

Pemetaan bahaya kimia dilakukan dengan menelusuri empat sumber: (1) bahan baku utama dan bumbu, (2) air, peralatan, dan bahan pendukung, (3) pemanasan dan penggunaan minyak, serta (4) pengemasan dan penyimpanan. Setiap sumber dihubungkan dengan kandidat kontaminan, mekanisme terjadinya, titik pencegahan, dan metode analitik yang dapat digunakan pada penelitian lanjutan. Penetapan kandidat bahaya mengacu pada regulasi BTP, kategori pangan, cemaran logam, kemasan dan label, serta literatur tentang ekstraksi multi-residu pestisida, oksidasi termal minyak, dan migrasi senyawa kemasan (Ampem, Le Gresley, Grootveld, & Naughton, 2023; Guerreiro, de Oliveira, Melo, Lima, & Catharino, 2018). Penelitian ini tidak melakukan pengujian kimia maupun mikrobiologi, sehingga

seluruh istilah “bahaya” dan “risiko” dalam hasil merupakan identifikasi potensial, bukan bukti adanya kontaminasi pada sampel.

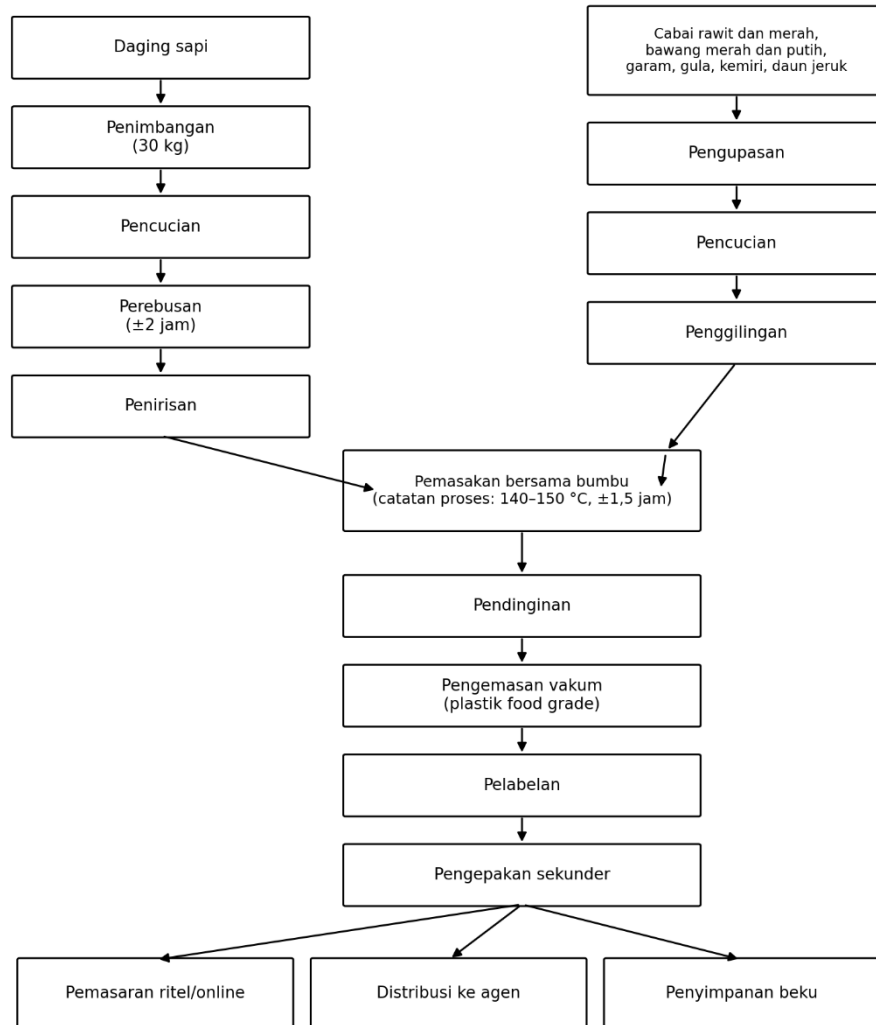
HASIL

Karakteristik Produk dan Alur Produksi

Secara umum, daging sapi mercon dibuat dari daging sapi, cabai dan bumbu, air, minyak, serta bahan pangan lain sesuai formulasi produsen. Tahapan generik meliputi persiapan bahan, pengolahan awal daging dan bumbu, pemasakan, pendinginan, pengemasan, serta penyimpanan atau distribusi. Variasi formulasi, waktu, suhu, jenis kemasan, dan kondisi penyimpanan antarpelaku usaha perlu dievaluasi secara tersendiri. Diagram alir generik ditampilkan pada Gambar 1.

Pengendalian panas perlu membedakan suhu media pemanas dan suhu internal produk karena suhu permukaan alat atau minyak tidak selalu mencerminkan suhu bagian produk yang paling lambat panas. Pengukuran suhu internal menggunakan termometer terkalibrasi, disertai pencatatan waktu dan identitas batch, dapat digunakan sebagai bukti kendali. Tahap pendinginan juga perlu memiliki batas waktu dan suhu untuk mengurangi risiko kontaminasi kembali sebelum pengemasan.

Diagram Alir Produksi Daging Sapi Mercon



Gambar 1. Alur produksi generik daging sapi mercon

Sumber: disusun secara konseptual berdasarkan tahapan umum pengolahan pangan.

Tabel 1. Karakteristik produk dan implikasi pengendaliannya

Karakteristik	Kondisi produk	Implikasi keamanan pangan
Matriks pangan	Daging berbumbu dengan fase air dan lemak	Memungkinkan partisi senyawa hidrofilik dan lipofilik; pemilihan kemasan perlu mempertimbangkan sifat produk.
Pengolahan panas	Perebusan daging dan pemasakan bersama bumbu	Memerlukan pengukuran suhu internal, waktu, dan konsistensi antar-batch; pemanasan tidak menghilangkan seluruh bahaya kimia.
Bahan nabati segar	Cabai, bawang, kemiri, dan daun jeruk	Memerlukan spesifikasi pemasok, pencucian, sortasi, dan verifikasi residu pestisida secara berkala.
Minyak goreng	Digunakan pada pemasakan bumbu dan daging	Perlu kebijakan minyak satu kali proses atau batas penggunaan yang terdokumentasi untuk mencegah akumulasi produk oksidasi.

Karakteristik	Kondisi produk	Implikasi keamanan pangan
Pengemasan	Plastik food grade dengan sistem vakum	Perlu bukti kesesuaian bahan kontak pangan, kendali suhu saat pengisian, dan penandaan status bahan kemasan.
Penyimpanan	Produk siap dipanaskan kembali dan disimpan beku	Memerlukan cold chain, pemantauan suhu, kode produksi, serta kajian umur simpan.

Pemetaan Potensi Bahaya Kimia

Pemetaan mengidentifikasi enam kelompok bahaya kimia utama. Pertama, cabai dan bumbu segar dapat membawa residu pestisida dari budidaya. Pemantauan internasional menunjukkan bahwa berbagai jenis pestisida dapat terdeteksi pada cabai, sehingga pengendalian tidak cukup hanya mengandalkan inspeksi visual (Park et al., 2024). Metode kromatografi cair resolusi tinggi dan kombinasi GC-MS/MS serta LC-MS/MS telah digunakan untuk mendeteksi residu multi-kelas pada cabai, lada, dan produk sausnya (Liu et al., 2022; Song et al., 2019). Tahap pencucian, fermentasi, pengeringan, atau pemanasan dapat mengubah faktor pemrosesan residu, tetapi besar dan arah perubahannya bergantung pada sifat senyawa dan proses yang diterapkan (Li et al., 2023). Oleh karena itu, pengendalian utama tetap berupa pemasok yang dapat ditelusuri, spesifikasi bahan, pencatatan asal bahan, dan pengujian multi-residu berbasis risiko.

Kedua, daging, air, dan peralatan merupakan sumber potensial unsur logam. Konsentrasi logam dalam jaringan sapi dapat berkaitan dengan pakan dan paparan lingkungan, sedangkan praktik pengolahan dapat menambah kontaminasi melalui abrasi atau korosi peralatan (Hashemi, 2018; Olmedo et al., 2024; Raeeszadeh, Gravandi, & Akbari, 2022). Pernyataan ini tidak berarti bahwa logam telah ditemukan pada produk tertentu. Kondisi material kontak pangan, mutu air, dan integritas peralatan dapat digunakan sebagai indikator kebutuhan verifikasi berkala dengan AAS atau ICP-MS. Interpretasi kadar Pb, Cd, Hg, dan As pada produk akhir perlu dibandingkan dengan batas maksimum dalam Peraturan Badan POM Nomor 9 Tahun 2022 (B. P. O. dan M. R. Indonesia, 2022).

Ketiga, bahan tambahan pangan berpotensi menimbulkan masalah apabila digunakan tanpa formulasi baku, penimbangan akurat, atau dokumentasi. Karena formula produk berbeda antarpelaku usaha, setiap bahan tambahan yang digunakan perlu diverifikasi jenis, fungsi, kategori pangan, dan batas maksimumnya. Pengendalian mencakup persetujuan

bahan, timbangan terkalibrasi, catatan penggunaan per batch, serta pencantuman pada label sesuai ketentuan (B. P. O. dan M. R. Indonesia, 2019, 2024).

Keempat, penggunaan minyak secara berulang dapat memicu oksidasi dan degradasi termal yang menghasilkan hidroperoksida, aldehida, keton, dan produk polimerisasi. Kajian menggunakan ¹H-NMR pada minyak kuliner yang dipanaskan pada 180 °C menunjukkan pembentukan dan perubahan beragam produk oksidasi selama pemanasan kontinu maupun terputus (Ampem et al., 2023). Risiko meningkat oleh suhu tinggi, lama pemanasan, kontak dengan oksigen, sisa bahan, dan pengulangan siklus. Karena pola penggunaan minyak berbeda antarpelaku usaha, frekuensi pemakaian ulang perlu dicatat dan diverifikasi. Pengendalian dapat berupa penggunaan minyak baru atau penetapan kriteria pembuangan berdasarkan rekaman pemakaian, perubahan fisik, angka peroksida, dan p-anisidin.

Kelima, perpindahan senyawa dari kemasan dapat terjadi melalui difusi dan partisi. Produk daging mercon mengandung lemak dan bumbu, sehingga kesesuaian bahan kemas perlu dibuktikan untuk kondisi kontak aktual, termasuk suhu produk saat dimasukkan, durasi penyimpanan, dan kemungkinan kontak dengan tinta atau perekat. Penelitian pada daging menunjukkan bahwa komponen dari plastik dapat bermigrasi ke matriks pangan, sedangkan studi pada daging cincang juga melaporkan perpindahan ftalat dari material kemasan (Baranenko et al., 2022; Guerreiro et al., 2018). Migran potensial dapat berupa monomer, oligomer, plasticizer, antioksidan, stabilizer, atau komponen tinta dan perekat (Gupta et al., 2024). Label food grade merupakan langkah awal, tetapi perlu dilengkapi spesifikasi pemasok, deklarasi kesesuaian, serta pengujian migrasi total atau spesifik sesuai Peraturan Badan POM Nomor 11 Tahun 2026 (B. P. O. dan M. R. Indonesia, 2026).

Keenam, bahan pembersih dan sanitiser dapat menjadi residu kimia apabila konsentrasi, pembilasan, pelabelan, dan penyimpanannya tidak dikendalikan. Pencegahan dilakukan melalui prosedur sanitasi tertulis, penggunaan sesuai instruksi, pemisahan penyimpanan dari bahan pangan, verifikasi pembilasan, dan pencatatan pelaksanaan sanitasi. Pemetaan rinci disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemetaan potensi bahaya kimia pada produksi daging sapi mercon

Tahap	Bahaya	Jalur	Kendali	Bukti
Cabai dan bumbu	Residu pestisida	Residu dari budidaya berada pada permukaan atau jaringan bahan	Pemasok tertelusur, sortasi, pencucian, spesifikasi bahan, uji multi-residu	Potensial; belum diuji

Tahap	Bahaya	Jalur	Kendali	Bukti
Daging sapi	Pb, Cd, Hg, As; residu obat hewan	Akumulasi dari pakan/lingkungan atau rantai pasok	Pemasok resmi, dokumen asal, spesifikasi, pengujian berbasis risiko	Potensial; belum diuji
Air dan peralatan	Logam dari air, korosi, atau abrasi	Pelarutan atau perpindahan saat pencucian dan pemasakan	Air memenuhi syarat, alat food grade, inspeksi korosi, uji AAS/ICP-MS	Potensial; belum diuji
BTP dan bumbu formulasi	BTP tidak diizinkan atau melebihi batas	Kesalahan formulasi, timbangan, atau pencatatan	Formula baku, verifikasi regulasi, kalibrasi timbangan, dokumentasi	Tidak ditemukan bukti penggunaan pengawet
Pemanasan minyak	Peroksida, aldehida, produk polimerisasi	Oksidasi dan degradasi termal selama pemanasan berulang	Minyak baru/batas pemakaian, kendali suhu-waktu, uji angka peroksida dan p-anisidin	Potensial; frekuensi penggunaan belum terdokumentasi
Kemasan vakum	Migran plastik, tinta, perekat	Difusi dan partisi ke matriks berlemak selama kontak	Bahan sesuai kontak pangan, dokumen pemasok, kendali suhu pengisian, uji migrasi	Potensial; belum diuji
Bahan pembersih	Residu deterjen atau sanitiser	Dosis berlebih atau pembilasan tidak cukup	SSOP, takaran baku, pelabelan, penyimpanan terpisah, verifikasi pembilasan	Bahaya generik; memerlukan verifikasi sesuai praktik sanitasi

Catatan: "potensial" menunjukkan jalur bahaya yang perlu dikendalikan dan bukan hasil deteksi laboratorium.

Kerangka Evaluasi CPPOB Berbasis Risiko

Evaluasi CPPOB dapat dilakukan dengan menghubungkan setiap potensi bahaya dengan persyaratan pencegahan dan bukti implementasinya. Prioritas pertama diberikan pada kondisi yang dapat secara langsung menyebabkan kontaminasi, seperti bahan tanpa spesifikasi, peralatan korosif, penggunaan bahan tambahan tanpa kendali, pemanasan yang tidak tercatat, bahan pembersih yang tidak terpisah, atau kemasan yang tidak sesuai untuk pangan berlemak. Prioritas berikutnya mencakup konsistensi dokumentasi, pelatihan, ketertelusuran, dan verifikasi berkala.

Hasil evaluasi sebaiknya disajikan sebagai profil kebutuhan pengendalian dan tidak dianggap sebagai bukti bahwa kontaminan telah ditemukan. Tindakan koreksi perlu memuat masalah yang dikendalikan, penanggung jawab, batas waktu, bukti penyelesaian, dan cara verifikasi. Dengan pendekatan tersebut, CPPOB berfungsi sebagai sistem pencegahan yang dapat ditelusuri tanpa membuka data kepatuhan atau hasil pemeriksaan pelaku usaha tertentu.

PEMBAHASAN

Kerangka evaluasi berbasis risiko pada penelitian ini menerjemahkan persyaratan CPPOB menjadi tindakan pencegahan dan bukti yang dapat diperiksa. Temuan ini sejalan dengan (Grover, Chopra, & Mosher, 2016) menjelaskan bahwa fasilitas pangan skala kecil menghadapi hambatan biaya, pengetahuan, dan sumber daya ketika mengadopsi pengendalian preventif. Penelitian tentang pelatihan penjamah pangan juga menunjukkan bahwa pengetahuan perlu dihubungkan dengan sikap, praktik, evaluasi perilaku, dan penguatan berulang agar perubahan operasional lebih bertahan. Dengan demikian, hasil pemetaan tidak cukup berhenti pada identifikasi bahaya, tetapi perlu diterjemahkan menjadi prioritas perbaikan yang realistis, terukur, dan sesuai kapasitas UMK.

Literatur menunjukkan bahwa aspek yang sering memerlukan perhatian pada UMK pangan meliputi desain sanitasi dan fasilitas, higiene personel, dokumentasi, program pembersihan, penyimpanan, pencegahan kontaminasi silang, dan pengendalian proses (Febri et al., 2024; Hasnan et al., 2022; Purwantiningrum, Widyahastuty, Christian, & Sari, 2018). Temuan lintas penelitian tersebut dapat digunakan sebagai dasar penapisan awal, tetapi kondisi setiap sarana tetap harus dinilai secara independen dan dengan persetujuan pihak yang berwenang.

Dari perspektif kimia, kepatuhan terhadap CPPOB tidak secara langsung membuktikan rendahnya konsentrasi kontaminan. CPPOB bekerja sebagai sistem pencegahan yang mengurangi peluang masuk, terbentuk, atau berpindahnya senyawa berbahaya. Pemasok tertelusur dan pencucian bahan membantu mengendalikan risiko residu pestisida; pemeriksaan korosi dan mutu air mengendalikan sumber logam; formula baku mencegah penggunaan BTP yang tidak sesuai; kendali pemanasan mengurangi pembentukan produk oksidasi; dan pemilihan kemasan sesuai peruntukan mengurangi potensi migrasi. Efektivitasnya tetap perlu dikonfirmasi melalui pengukuran yang relevan.

Cabai menjadi bahan yang memerlukan perhatian khusus karena digunakan dalam jumlah besar untuk membentuk karakter produk. Data pemantauan residu menunjukkan bahwa cabai dapat mengandung berbagai pestisida dengan frekuensi deteksi yang berbeda antarwilayah (Park et al., 2024). Pada UMK, pengujian setiap lot mungkin belum ekonomis. Pendekatan yang lebih realistis adalah klasifikasi pemasok berdasarkan riwayat, pemeriksaan dokumen, pencatatan asal bahan, dan pengujian berkala pada pemasok atau musim berisiko tinggi. Analisis multi-residu dapat menggunakan ekstraksi QuEChERS, yang dikembangkan sebagai metode cepat berbasis ekstraksi asetonitril dan dispersive solid-phase extraction, kemudian dilanjutkan dengan GC-MS/MS dan LC-MS/MS agar senyawa dengan polaritas serta volatilitas berbeda dapat dicakup (Liu et al., 2022; Song et al., 2019).

Bahaya logam juga perlu ditempatkan secara proporsional. Penelitian pada jaringan sapi dan daging dari berbagai wilayah menunjukkan bahwa konsentrasi logam dipengaruhi oleh lingkungan, pakan, jenis jaringan, dan rantai pasok (Hashemi, 2018; Rabeey, Sabala, Zakaria, & Sallam, 2025; Raeeszadeh et al., 2022). Pada produk UMK, sumber tambahan dapat berasal dari air atau permukaan logam yang korosif. Uji awal dapat memprioritaskan Pb dan Cd menggunakan AAS, kemudian diperluas ke Hg dan As sesuai profil risiko dan kemampuan laboratorium. Pemilihan sampel sebaiknya membandingkan bahan baku, air, dan produk akhir agar sumber kontaminasi dapat ditelusuri, sedangkan evaluasi kepatuhan produk akhir dilakukan terhadap batas dalam Peraturan Badan POM Nomor 9 Tahun 2022 (B. P. O. dan M. R. Indonesia, 2022).

Matriks berlemak dan penyimpanan dalam kemasan vakum meningkatkan relevansi kajian migrasi. Perpindahan senyawa dari polimer dipengaruhi oleh jenis material, konsentrasi awal zat dalam kemasan, luas kontak, suhu, waktu, dan afinitas terhadap matriks pangan. Bukti eksperimental pada produk daging memperlihatkan bahwa migrasi komponen plastik dan ftalat dapat terjadi selama kontak pangan-kemasan (Baranenko et al., 2022; Guerreiro et al., 2018; Gupta et al., 2024) menekankan bahwa plasticizer, antioksidan, stabilizer, monomer, oligomer, tinta, dan perekat dapat menjadi migran potensial. Pengendalian pada UMK sebaiknya tidak berhenti pada penyebutan food grade, tetapi mencakup identitas resin, deklarasi kesesuaian, batas suhu penggunaan, pemasok bahan kemas, serta hasil uji migrasi total dan spesifik yang relevan (B. P. O. dan M. R. Indonesia, 2026). Jika produk dimasukkan ke kemasan dalam keadaan hangat, pengaruh suhu terhadap migrasi perlu dinilai secara khusus.

Walaupun fokus artikel adalah bahaya kimia, konteks mikrobiologi tidak dapat dipisahkan dari produk siap santap atau siap dipanaskan kembali. Produk daging yang telah dimasak dapat terkontaminasi kembali saat pendinginan dan pengemasan. (Gao et al., 2025) menunjukkan bahwa suhu transportasi dan penyimpanan merupakan faktor penting dalam risiko *Listeria monocytogenes* pada daging siap santap. Oleh karena itu, pengukuran suhu internal pemasakan, waktu pendinginan, suhu ruang pengemasan, dan *cold chain* perlu dicatat. Integrasi kendali kimia dan mikrobiologi akan memberikan dasar lebih kuat untuk penetapan umur simpan.

Penerapan CPPOB harus dipandang sebagai siklus perbaikan berkelanjutan. Sistem manajemen keamanan pangan yang efektif membutuhkan komitmen, program prasyarat, pelatihan, dokumentasi, pengukuran, dan verifikasi (Panghal, Chhikara, Sindhu, & Jaglan, 2018). Intervensi manajemen pada UMKM pangan dapat meningkatkan kinerja ketika perbaikan disusun secara terencana dan didampingi (Nuzulla, Noer, Syahfura, & Hidayat, 2025). Implikasi praktis penelitian ini adalah UMK dapat menggunakan matriks bahaya sebagai dasar menentukan urutan perbaikan tanpa harus melakukan seluruh pengujian sekaligus. Implikasi ilmiahnya adalah kerangka ini menyediakan hubungan eksplisit antara tahapan proses, jalur bahaya kimia, tindakan pengendalian, dan indikator verifikasi yang dapat diuji pada penelitian lapangan selanjutnya.

Prioritas verifikasi analitik pada Tabel 3 disusun agar artikel dapat menjadi dasar pengembangan penelitian kimia lanjutan. Urutan prioritas mempertimbangkan komposisi produk, jalur bahaya, dan keterjangkauan metode. Pengujian tidak harus dilakukan sekaligus. Tahap pertama dapat mencakup mutu air, Pb dan Cd, angka peroksida minyak, pH, aktivitas air, dan uji mikrobiologi dasar. Tahap kedua dapat memperluas pengujian ke multi-residu pestisida menggunakan QuEChERS-GC-MS/MS/LC-MS/MS, migrasi total dan spesifik kemasan, p-anisidin atau TBARS, serta studi umur simpan (Ampem et al., 2023; Anastassiades, Lehotay, Štajnbaher, & Schenck, 2003; Guerreiro et al., 2018; Liu et al., 2022). Hasil laboratorium selanjutnya dapat digunakan untuk memvalidasi apakah pengendalian CPPOB benar-benar menjaga konsentrasi bahaya di bawah batas yang ditetapkan.

Tabel 3. Prioritas verifikasi analitik untuk penelitian lanjutan

Parameter	Matriks	Metode yang disarankan	Tujuan
Pb, Cd, Hg, As	Daging, air, produk akhir	AAS; ICP-MS untuk multiunsur dan batas deteksi lebih rendah	Menentukan kadar dan menelusuri sumber logam

Parameter	Matriks	Metode yang disarankan	Tujuan
Residu pestisida	Cabai dan bumbu	QuEChERS–GC-MS/MS dan LC-MS/MS	Mencakup pestisida volatil, semivolatil, dan polar
Oksidasi minyak	Minyak sebelum/sesudah proses	Angka peroksida, p-anisidin, atau TBARS	Menilai oksidasi primer dan sekunder
BTP tertentu	Bumbu/formula dan produk	HPLC-UV atau LC-MS sesuai analit	Memverifikasi kesesuaian jenis dan kadar BTP
Migrasi kemasan	Kemasan dan simulant pangan berlemak	Uji migrasi total; GC-MS/LC-MS untuk migran spesifik	Menilai kesesuaian kemasan pada suhu dan lama kontak aktual
pH dan a _w	Produk akhir	pH meter dan a _w meter terkalibrasi	Mendukung penilaian stabilitas dan umur simpan
Suhu proses dan penyimpanan	Produk dan freezer	Termokopel/data logger terkalibrasi	Membuktikan kecukupan pemasakan, pendinginan, dan cold chain

Keterbatasan utama penelitian ini adalah penggunaan desain kajian literatur dan alur proses generik, sehingga hasil belum menggambarkan variasi formulasi, fasilitas, serta praktik pada seluruh UMK daging olahan. Penelitian tidak melakukan pengukuran pH, aktivitas air, suhu internal, kualitas minyak, residu pestisida, logam, residu obat hewan, migrasi kemasan, maupun cemaran mikrobiologi. Selain itu, seleksi sumber dilakukan secara purposif dan bukan sebagai systematic review, sehingga kemungkinan terdapat publikasi relevan yang belum tercakup. Oleh karena itu, pemetaan hanya menunjukkan jalur bahaya potensial dan kebutuhan pengendalian; penelitian ini tidak menilai paparan aktual, tidak memberikan peringkat kepatuhan sarana, dan tidak menyimpulkan keamanan kimia produk tertentu.

KESIMPULAN

Penelitian ini memetakan enam kelompok potensi bahaya kimia pada produksi daging sapi mercon, yaitu residu pestisida, logam toksik dan residu obat hewan, ketidaksesuaian BTP, produk oksidasi minyak, migran kemasan, serta residu bahan pembersih. Pengendalian berbasis CPPOB perlu memprioritaskan spesifikasi dan ketertelusuran bahan, mutu air dan peralatan, formulasi baku, pencatatan pemanasan, pengelolaan minyak, prosedur sanitasi, kesesuaian kemasan, serta kondisi penyimpanan.

Hasil pemetaan merupakan kerangka pencegahan dan bukan bukti adanya kontaminasi pada produk atau sarana tertentu.

Kontribusi penelitian terhadap pengembangan ilmu keamanan pangan adalah penyusunan kerangka yang menghubungkan tahap proses, sumber bahaya kimia, mekanisme terjadinya, tindakan pencegahan CPPOB, bukti implementasi, dan metode verifikasi dalam satu alur evaluasi berbasis risiko. UMK dapat menggunakan kerangka tersebut untuk menentukan prioritas perbaikan sesuai sumber daya. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan observasi lapangan dan verifikasi laboratorium terhadap logam, residu pestisida dan obat hewan, kualitas minyak, BTP, migrasi kemasan, pH, aktivitas air, mikrobiologi, serta umur simpan agar hubungan antara penerapan CPPOB dan keamanan produk dapat dinilai secara kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ampem, G., Le Gresley, A., Grootveld, M., & Naughton, D. P. (2023). High-resolution ¹H NMR analysis of continuous and discontinuous thermo-oxidative susceptibility of culinary oils during frying at 180 °C. *Journal of Food and Drug Analysis*, 31(1), 95–115. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.3439>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan*. <https://jdih.pom.go.id/view/slide/848/11/2019/ef55bcef0da94f5598c22cf4c26a3a0a>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2022). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 9 Tahun 2022 tentang Persyaratan Cemarkan Logam Berat dalam Pangan*. <https://jdih.pom.go.id/view/slide/1375/9/2022/223dfa87a512a00d66621905a87091d0>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2023 tentang Kategori Pangan*. <https://jdih.pom.go.id/view/slide/1492/13/2023/b6e43f57d9f0d7ae0cbd1d3e514f9c02>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2024). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 6 Tahun 2024 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan*. <https://jdih.pom.go.id/view/slide/1560/6/2024/312351bff07989769097660a56395065>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2026). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 11 Tahun 2026 tentang Kemasan Pangan*. <https://jdih.pom.go.id/view/slide/1762/11/2026/283e9902674a002bd3f48e4767535e27>

- Baranenko, D., Boulkrane, M. S., Borisova, I., Astafyeva, B., Lu, W., & Abd El-Aty, A. M. (2022). Translocation of phthalates from food packaging materials into minced beef. *Frontiers in Nutrition*, 8, Article 813553. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.813553>
- Codex Alimentarius Commission. (2022). *General principles of food hygiene* (CXC 1-1969, revised 2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization.
- Fajarwaty, T., & Jukes, D. (2022). Assessing food safety compliance for food SMEs in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1041(1), Article 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012074>
- Febri, Apriani, A., Luger, L., Siskawanti, F., & Kurniasari, M. (2024). Implementation of Good Manufacturing Practices (GMP) in the small scale fish ball food industry. *Journal of Fisheries and Marine Applied Science*, 2(3), 123–135. <https://doi.org/10.58184/jfmas.v2i3.376>
- Gao, B., Zhang, N., Xu, Y., Xu, B., Zhou, Z., Song, X., Cai, H., Li, Z., Liu, H., Dong, Q., Nychas, G.-J., Liu, Y., Qin, X., & Li, Z. (2025). Analysis of contamination status and quantitative risk assessment of different sequence types of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat products. *Food Science of Animal Products*, 3(4), Article 9240141. <https://doi.org/10.26599/FSAP.2025.9240141>
- Grover, A. K., Chopra, S., & Mosher, G. A. (2016). Food Safety Modernization Act: A quality management approach to identify and prioritize factors affecting adoption of preventive controls among small food facilities. *Food Control*, 66, 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.001>
- Guerreiro, T. M., de Oliveira, D. N., Melo, C. F. O. R., Lima, E. O., & Catharino, R. R. (2018). Migration from plastic packaging into meat. *Food Research International*, 109, 320–324. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.026>
- Gupta, R. K., Pipliya, S., Karunanithi, S., Eswaran U, G. M., Kumar, S., Mandliya, S., Srivastav, P. P., Suthar, T., Shaikh, A. M., Harsányi, E., & Kovács, B. (2024). Migration of chemical compounds from packaging materials into packaged foods: Interaction, mechanism, assessment, and regulations. *Foods*, 13(19), Article 3125. <https://doi.org/10.3390/foods13193125>
- Hapsari, C. A. P., Purwaningsih, R., Rumita, R., & Wahyuniati, A. (2023). Analisis Kesesuaian Persyaratan GMP dan SSOP pada Produksi Carica (Studi Kasus di CV Gemilang Kencana). *Jurnal Agrifoodtech*, 1(2), 81–92. <https://doi.org/10.56444/agrifoodtech.v1i2.423>
- Hashemi, M. (2018). Heavy metal concentrations in bovine tissues (muscle, liver and kidney) and their relationship with heavy metal contents in consumed feed. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 154, 263–267. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.02.058>
- Kurniawan, E. O., Pratama, R. I., Rosidah, & Rostini, I. (2022). Study on the application of GMP and SSOP in efforts to improve food safety in SMEs processed shredded milkfish Bunda Juminah Food in Cipadung Kidul Village, Bandung City. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 18(5), 30–35. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2022/v18i530454>
- Li, K., Chen, T., Shi, X., Chen, W., Luo, X., Xiong, H., Tan, X., Liu, Y., & Zhang, D. (2023). Residue behavior and processing factors of thirteen field-applied pesticides during the production of Chinese traditional fermented chopped pepper and chili powder. *Food Chemistry: X*, 19, Article 100854. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100854>

- Liu, X., Liu, Z., Bian, L., Ping, Y., Li, S., Zhang, J., Wang, J., Van Schepdael, A., & Wang, X. (2022). Determination of pesticide residues in chilli and Sichuan pepper by high performance liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Food Chemistry*, 387, Article 132915. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132915>
- Noor Hasnan, N. Z., Basha, R. K., Amin, N. A. M., Ramli, S. H. M., Tang, J. Y. H., & Aziz, N. A. (2022). Analysis of the most frequent nonconformance aspects related to Good Manufacturing Practices (GMP) among small and medium enterprises (SMEs) in the food industry and their main factors. *Food Control*, 141, Article 109205. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109205>
- Nuzulla, R. I., Noer, I., Syahfura, S. K., & Hidayat, B. (2025). Management process intervention to improve the performance of MSMEs in the food processing sector (study on CV Cucuruku Ceria). *Journal of International Conference Proceedings*, 8(1), 186–198. <https://doi.org/10.32535/jicp.v8i1.3961>
- Olmedo, P., Chen, R., Grau-Perez, M., Nachman, K. E., Gil, F., Rule, A. M., & Navas-Acien, A. (2024). Manufacturing practices as potential sources of cadmium and other relevant metals in processed meat products. Risk and nutritional assessment. *Food Control*, 158, Article 110225. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110225>
- Panghal, A., Chhikara, N., Sindhu, N., & Jaglan, S. (2018). Role of food safety management systems in safe food production: A review. *Journal of Food Safety*, 38(4), Article e12464. <https://doi.org/10.1111/jfs.12464>
- Park, M., Kim, S.-H., Bae, S., & Im, M.-H. (2024). Monitoring of pesticide residues in chili peppers using international pesticide monitoring data for safety management. *Toxics*, 12(7), Article 508. <https://doi.org/10.3390/toxics12070508>
- Purwantiningrum, I., Widyahastuty, W., Christian, J., & Sari, N. (2018). Assessment of good manufacturing practice for small scale food industry in Malang region, East Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 131(1), Article 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/131/1/012028>
- Rabee, M. A., Sabala, R. F., Zakaria, A. I., & Sallam, K. I. (2025). Health risk assessment of heavy metals in imported frozen bovine meat and organs marketed in Sohag, Egypt. *Scientific Reports*, 15, Article 43828. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-29927-x>
- Raeeszadeh, M., Gravandi, H., & Akbari, A. (2022). Determination of some heavy metals levels in the meat of animal species (sheep, beef, turkey, and ostrich) and carcinogenic health risk assessment in Kurdistan Province in the west of Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(41), 62248–62258. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19589-x>
- Song, L., Han, Y., Yang, J., Qin, Y., Zeng, W., Xu, S., & Pan, C. (2019). Rapid single-step cleanup method for analyzing 47 pesticide residues in pepper, chili peppers and its sauce product by high performance liquid and gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, 279, 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.017>