



Volume 12, Issue 1, 2025, 34-54

## Jurnal Kesehatan dan Agromedicine

e-ISSN: 2655-7800 | p-ISSN: 2356-332X

<https://juka.kedokteran.unila.ac.id/index.php/agro/>

### Identifikasi Hazard, Analisis Risiko, dan Upaya Pengendalian Risiko pada Petani Kopi di Pekon Trimulyo, Kecamatan Gedung Surian, Kabupaten Lampung Barat

Sulistiari<sup>1</sup>, Bougenvil Ungu<sup>1</sup>, Faizal<sup>1</sup>, Fitroh Cahyaningtyas<sup>1</sup>, Ghina Gabrilla Yusuf<sup>1</sup>, Nur Aina Suri<sup>1</sup>, Sindi Diniati<sup>1</sup>, Fitria Saftarina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Magister Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Korespondensi: Sulistiari, alamat Air Dingin 1 Pekon Trimulyo Kecamatan Gedung Surian Kabupaten Lampung Barat, Lampung, hp 081333109839, e-mail: [sulistiari.93@gmail.com](mailto:sulistiari.93@gmail.com)

Received : 30 Mei 2026

Accepted : 10 Juni 2026

Published : 17 Juni 2026

**ABSTRAK:** Budidaya kopi merupakan salah satu sektor pertanian yang berkontribusi besar terhadap perekonomian masyarakat di Provinsi Lampung. Namun, berbagai aktivitas dalam proses budidaya berpotensi menimbulkan bahaya kerja yang dapat memengaruhi kesehatan dan keselamatan petani. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi hazard, menilai tingkat risiko, serta merumuskan upaya pengendalian risiko pada aktivitas budidaya kopi di Pekon Trimulyo, Kecamatan Gedung Surian, Kabupaten Lampung Barat. Penelitian menggunakan desain deskriptif observasional dengan pendekatan *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Pengumpulan data dilakukan pada tanggal 25–30 Maret 2026 melalui observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi terhadap seorang petani kopi yang dipilih dengan teknik *purposive sampling* berdasarkan keterlibatannya dalam seluruh tahapan budidaya kopi. Penilaian risiko dilakukan menggunakan matriks risiko 4x4 berdasarkan tingkat kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*), sedangkan rekomendasi pengendalian disusun berdasarkan prinsip *Hierarchy of Controls*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi bahaya ditemukan pada seluruh tahapan budidaya kopi, meliputi pembibitan, persiapan lahan, pemupukan, pemeliharaan tanaman, pemanenan, dan pascapanen. Bahaya yang teridentifikasi terdiri atas bahaya fisik, kimia, biologis, ergonomi, dan mekanik. Sebagian besar risiko berada pada kategori sedang yang berkaitan dengan paparan panas lingkungan, kondisi lahan yang licin, aktivitas pengangkatan beban secara manual, serta postur kerja yang tidak ergonomis. Risiko tinggi ditemukan pada kegiatan pengendalian hama dan gulma akibat penggunaan insektisida dan herbisida yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan akut maupun kronis. Pengendalian risiko direkomendasikan melalui eliminasi sumber bahaya, substitusi bahan berisiko tinggi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri secara konsisten. Penerapan pengendalian yang berjenjang diharapkan dapat meningkatkan keselamatan kerja petani, menurunkan potensi penyakit akibat kerja, serta mendukung keberlanjutan produktivitas usaha tani kopi.

**Kata kunci:** identifikasi hazard, analisis risiko, HIRARC, pertanian kopi

### Hazard Identification, Risk Analysis, and Risk Control Management in Coffee Farmer in Pekon Trimulyo, Gedung Surian Subdistrict, West Lampung Regency

**ABSTRACT:** Coffee cultivation is one of the agricultural sectors that significantly contributes to the economy of communities in Lampung Province, Indonesia. However, various activities involved in the cultivation process may pose occupational hazards that can affect farmers' health and safety. This study aimed to identify hazards, assess risk levels, and formulate risk control measures in coffee cultivation activities in Pekon Trimulyo, Gedung Surian District, West Lampung Regency. The study employed a descriptive observational design using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) approach. Data were collected from March 25–30, 2026, through direct observation, interviews, and documentation involving a coffee farmer selected

through purposive sampling based on participation in all stages of coffee cultivation. Risk assessment was conducted using a 4x4 risk matrix based on the likelihood of occurrence and severity of consequences, while risk control recommendations were developed according to the Hierarchy of Controls principles. The results showed that potential hazards were present throughout all stages of coffee cultivation, including nursery management, land preparation, fertilization, crop maintenance, harvesting, and post-harvest activities. Identified hazards consisted of physical, chemical, biological, ergonomic, and mechanical hazards. Most risks were categorized as moderate and were associated with exposure to environmental heat, slippery land conditions, manual material handling, and non-ergonomic working postures. High-risk activities were identified in pest and weed control operations due to the use of insecticides and herbicides, which may cause both acute and chronic health effects. Risk control measures were recommended through hazard elimination, substitution of high-risk substances, engineering controls, administrative controls, and consistent use of personal protective equipment (PPE). The implementation of a hierarchical control approach is expected to improve farmers' occupational safety, reduce the risk of work-related illnesses, and support the sustainability of coffee farming productivity.

**Keyword:** hazard Identification, risks analysis, HIRARC, Coffee agriculture.

DOI: 10.23960/jka.v13.i1.pp34-54

## PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian yang berperan penting di Indonesia, baik sebagai sumber devisa maupun sebagai mata pencaharian masyarakat. Indonesia dikenal sebagai salah satu produsen kopi utama dunia, dengan sebagian besar produksi berasal dari sektor perkebunan rakyat. Berdasarkan data Statistik Tanaman Perkebunan Tahunan Indonesia dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi kopi Indonesia pada tahun 2024 mencapai 813,3 ribu ton.<sup>1</sup> Provinsi Lampung memiliki luas areal perkebunan kopi sekitar 152.609 hektar dengan produksi mencapai 120.379 ton. Hal ini menempatkan Provinsi Lampung menduduki posisi kedua sebagai produsen kopi terbesar di Indonesia setelah Sumatera Selatan dengan produk unggulannya yaitu jenis kopi robusta.<sup>1</sup>

Kegiatan pertanian kopi melibatkan serangkaian tahapan proses kerja, mulai dari pembibitan, persiapan lahan, penanaman tanaman penaung, penanaman kopi, pemupukan, pengendalian hama, panen, pengolahan pascapanen, dan pengangkutan.<sup>2,20</sup> Semua tahap melibatkan berbagai aktivitas manual dengan beban kerja fisik yang tinggi, penggunaan pestisida, serta paparan lingkungan kerja yang tidak terkendali. Penelitian pada pemetik kopi di Kabupaten Lumajang, menunjukkan bahwa 91,4% pekerja mengalami gangguan muskuloskeletal. Hal ini menunjukkan adanya paparan faktor risiko ergonomi yang signifikan selama proses budidaya kopi. Di sisi lain, kecelakaan kerja juga masih sering terjadi

pada aktivitas produksi kopi. Penelitian pada Koperasi Pertanian Kopi Gayo Lauser Antara melaporkan adanya 43 insiden kecelakaan kerja selama kurun waktu 2 tahun (2023-2024) meliputi luka pada tangan dan kaki akibat pengangkatan kopi, serta cedera pendengaran saat penuangan kopi.<sup>31,32</sup> Penelitian Rusdianto menunjukkan bahwa rantai pekerjaan petani kopi secara keseluruhan merupakan pekerjaan berisiko tinggi yang memerlukan manajemen hazard secara komprehensif.<sup>3</sup>

Hazard atau bahaya adalah segala sesuatu yang memiliki potensi menimbulkan kerugian, cedera, penyakit, maupun kerusakan lingkungan. Dalam konteks Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), hazard merupakan sumber utama yang harus diidentifikasi sebelum dilakukan penilaian risiko dan tindakan pengendalian. Hazard dapat berasal dari faktor fisik, kimia, biologis, biomekanik atau ergonomi, psikososial, *safety* hazard (bahaya keselamatan), serta bahaya bencana alam.<sup>2,4</sup> Sebagian besar aktivitas pertanian kopi di Indonesia masih dilakukan secara manual sehingga petani memiliki tingkat paparan hazard yang cukup tinggi.<sup>5</sup>

Pada petani kopi, hazard fisik meliputi kebisingan, getaran, suhu dingin atau panas, pencahayaan yang buruk, paparan sinar matahari, serta debu kopi.<sup>2,5</sup> Hazard kimia berasal dari penggunaan pestisida, herbisida, fungisida, dan pupuk kimia. Paparan pestisida pada pekerja petani kopi dapat menimbulkan risiko kesehatan baik jangka pendek maupun jangka panjang.<sup>30</sup> Hazard biologis pada petani kopi berasal dari

organisme hidup di sekitar perkebunan seperti ulat, semut, tawon, ular, tikus dan hewan lainnya.<sup>6</sup> Selain itu, hazard ergonomi seperti posisi kerja yang tidak nyaman, gerakan repetitif, pengangkutan beban berat, dan pekerjaan manual tanpa mekanisasi menimbulkan risiko kesehatan seperti nyeri leher, punggung dan bahu.<sup>7,30</sup> Pada aktivitas pertanian kopi juga terdapat bahaya keselamatan yang dapat menyebabkan petani mengalami cedera fisik atau kecelakaan kerja. Salah satunya merupakan hazard mekanik yang berasal dari mesin atau bagian dari mesin. Hazard mekanik dapat menyebabkan cedera seperti terjepit, terpotong, tersayat, tertusuk, atau terlilit mesin.<sup>8</sup>

Penelitian telah melaporkan berbagai hazard pada petani kopi, namun informasi mengenai identifikasi hazard dan analisis risiko pada tingkat perkebunan rakyat khususnya di Kabupaten Lampung Barat masih terbatas. Kabupaten Lampung Barat merupakan salah satu sentra produksi kopi di Provinsi Lampung yang sebagian besar aktivitas budidaya masih dilakukan secara tradisional.<sup>12</sup> Kondisi ini berpotensi meningkatkan paparan berbagai hazard kerja yang dapat berdampak pada kesehatan dan keselamatan kerja petani.

Berdasarkan uraian tersebut, identifikasi hazard dan analisis risiko yang komprehensif memiliki peran penting sebagai dasar dalam perumusan upaya pengendalian risiko yang efektif. Upaya tersebut diharapkan dapat meningkatkan keselamatan kerja, kesehatan petani, serta mendukung produktivitas sektor kopi secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hazard, menganalisis risiko, dan merumuskan upaya pengendalian risiko pada petani kopi di Pekon Trimulyo, Kecamatan Gedung Surian, Kabupaten Lampung Barat.

## METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif observasional dengan fokus pada analisis risiko menggunakan metode HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi potensi hazard

pada aktivitas kerja petani kopi.<sup>9</sup> Penelitian ini dilakukan pada seorang petani kopi di Perkebunan Kopi Pekon Trimulyo, Kecamatan Gedung Surian, Kabupaten Lampung Barat pada tanggal 25-30 Maret 2026.

Subjek penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria petani kopi aktif, terlibat langsung dalam proses budidaya dan pengolahan kopi, serta bersedia menjadi responden penelitian. Penelitian melibatkan satu orang petani kopi sebagai responden utama.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara dan dokumentasi. Observasi dilakukan terhadap aktivitas kerja petani kopi saat itu yaitu pemupukan dan pemeliharaan tanaman. Wawancara dilakukan berdasarkan kategori hazard (fisik, biologi, kimia, ergonomi, mekanik) pada seluruh tahapan aktivitas kerja (pembibitan, pemeliharaan tanaman, panen dan pascapanen) sesuai dengan pedoman.<sup>2</sup> Dokumentasi berupa foto aktivitas kerja dan kondisi lingkungan sebagai data pendukung penelitian.

Penilaian risiko dilakukan menggunakan metode HIRA dengan pendekatan matriks risiko 4x4. Risiko dinilai berdasarkan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*). Nilai *likelihood* dan *severity* kemudian dikalikan untuk memperoleh nilai risiko. Nilai risiko yang diperoleh kemudian dikelompokkan menjadi kategori rendah (*low*), sedang (*medium*), dan tinggi (*high*) untuk menentukan prioritas pengendalian.

Pengendalian risiko dilakukan berdasarkan prinsip *hierarchy of control* yang terdiri dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD).<sup>10</sup> Eliminasi yaitu menghilangkan sumber bahaya jika memungkinkan, misalnya membersihkan jalur kebun yang licin dan menyingkirkan benda tajam di area kerja.<sup>10,11</sup> Substitusi dilakukan dengan mengganti bahan, alat dan metode kerja yang lebih aman, misalnya penggunaan pestisida

organik atau nabati.<sup>10,12</sup> Rekayasa teknik dilakukan melalui modifikasi alat maupun lingkungan kerja untuk mengurangi paparan bahaya. Pengendalian administratif yaitu melalui penyuluhan, Prosedur Operasional Standar (POS) kerja, pelatihan K3, dan pengaturan waktu kerja agar petani tidak mengalami kelelahan berlebih.<sup>8,12</sup> Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) merupakan langkah pengendalian terakhir untuk meminimalkan risiko. APD yang dianjurkan bagi petani kopi meliputi masker, sarung tangan, sepatu *safety/ boots*, topi, serta pakaian lengan panjang untuk mengurangi paparan bahan kimia dan cedera fisik.<sup>10,11</sup>

## HASIL

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, aktivitas kerja petani kopi terbagi menjadi beberapa tahap, meliputi pembibitan dan persiapan lahan, pemupukan dan perawatan tanaman, pemanenan kopi, dan pascapanen. Proses pembibitan dilakukan selama kurang lebih satu tahun, dimulai dari penyemaian benih hingga penanaman. Proses ini dimulai dari pemilihan biji kopi, penyiraman bibit kopi, pembersihan areal tanam, pembuatan lubang tanam, dan penanaman bibit.

Setelah bibit kopi ditanam, proses selanjutnya adalah pemupukan dan perawatan tanaman. Tahap ini dilakukan sepanjang tahun, meliputi proses penaburan pupuk pada awal musim hujan (sekitar bulan Juni) dan akhir musim hujan (sekitar bulan Maret). Pada tahap ini juga dilakukan perawatan tanaman dengan cara mengendalikan hama dan gulma. Pengendalian hama dilakukan sebanyak 2-3 kali per tahun dengan menggunakan insektisida. Sedangkan pengendalian gulma dilakukan menggunakan herbisida sebanyak 3 kali per tahun dan menggunakan cangkul atau mesin babat 1 kali per tahun. Selain itu, terdapat proses pemotongan dan penyortiran tunas yang dilakukan setiap dua bulan sekali. Penyambungan tunas dilakukan satu kali dalam setahun sekitar bulan Agustus hingga Desember (pada masa tumbuh tunas kopi) yang dilakukan menggunakan pisau.

Pemanenan kopi dilakukan satu kali dalam setahun, yaitu antara bulan Mei hingga Oktober, bergantung pada kondisi curah hujan. Curah hujan yang tinggi dapat mempercepat masa panen, sedangkan curah hujan yang rendah dapat menyebabkan keterlambatan masa panen. Hasil panen kemudian dilakukan proses penggilingan untuk memisahkan kulit luar buah kopi sebelum dilakukan penjemuran. Setelah biji kopi mencapai kondisi kering, biji kopi digiling kembali dan kemudian siap untuk dikemas. Tahap ini memerlukan waktu satu sampai dua minggu.

Seluruh tahapan kerja dilakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko. Hasil identifikasi bahaya pada aktivitas kerja petani kopi dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Analisis Bahaya Potensial pada Tahap Pascapanen

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial		Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian
						I	P	TR	
<b>Pembibitan dan persiapan lahan</b>	Pemilihan biji kopi dan persiapan media tanam bibit	Ergonomi	Posisi statis/membungkuk	Nyeri leher, nyeri bahu, <i>nyeri punggung</i>	-	2	3	6(medium)	Pengaturan posisi kerja ergonomis, istirahat berkala.
		Biologi	Kontak dengan tanah lembab (jamur atau mikroorganisme lain)	Infeksi kulit, infeksi jamur, alergi kulit, penyakit akibat cacing	-	2	2	4(low)	APD: sarung tangan, sepatu <i>safety/ boots</i> , cuci tangan/mandi setelah bekerja.
	Penyiraman bibit kopi	Fisik	Area kerja yang basah	-	Cedera akibat terpeleset di area basah	2	3	6(medium)	Menggunakan alas kaki anti-slip.
		Ergonomi	Beban angkut air	Nyeri punggung, nyeri bahu, kelelahan otot	Cedera otot dan sendi	2	3	6(medium)	Menggunakan alat bantu (selang/gembor),
	Pembersihan areal tanam dengan herbisida, cangkul dan mesin babat	Kimia	Paparan herbisida	Keracunan, gangguan pernapasan, iritasi mata	Cedera mata akibat percikan	3	3	9(medium)	APD: masker respirator, kacamata pelindung, baju lengan panjang.

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial	Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian	
					I	P	TR		
		Mekanik	Cangkul: alat kerja dengan bagian tajam Mesin babat: alat kerja dengan komponen berputar dan bagian tajam	-	Luka robek, luka sayat, luka potong, cedera akibat tersangkut, cedera mata akibat percikan batu atau rumput	3	3	9(medium)	Memastikan gagang cangkul kuat dan tidak longgar, pelatihan penggunaan cangkul yang aman, menggunakan sepatu <i>safety/boots</i>
		Ergonomi	Ayunan cangkul	Nyeri bahu, <i>nyeri punggung</i> , kelelahan otot	Lecet pada tangan akibat genggamannya pada alat	3	2	6(medium)	Penggunaan sarung tangan
	Menyiapkan lubang tanam menggunakan bor tanah dan cangkul	Fisik	Getaran (bor)	<i>Hand-arm vibration syndrome</i>	-	3	3	9(medium)	Penggunaan sarung tangan anti-getar, rotasi kerja
		Mekanik	Bor: alat kerja dengan komponen berputar dan bagian tajam Cangkul: alat kerja dengan bagian tajam	-	Luka sayat, luka tusuk, cedera akibat alat berputar, cedera akibat tersangkut, luka robek	3	3	9(medium)	Penggunaan sarung tangan

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial	Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian	
					I	P	TR		
		Ergonomi	Beban angkat mesin	Nyeri bahu, <i>nyeri punggung</i>	Tertimpa alat berat	3	2	6(medium)	Penggunaan alat yang lebih ergonomis, Penggunaan sepatu <i>safety/boots</i>
	Penanaman kopi ke lahan	Fisik	Paparan sinar matahari (panas)	Dehidrasi, <i>heat stroke</i> , kulit terbakar ( <i>sun burn</i> )	Cedera akibat kelelahan ekstrem	2	4	8(medium)	Konsumsi air minum cukup, penggunaan topi caping/pelindung kepala. Penggunaan baju lengan panjang
Pemupukan dan perawatan	Penaburan pupuk	Kimia	Paparan dan debu pupuk	Gangguan pernapasan, alergi kulit	Cedera mata akibat kemasukan debu pupuk	3	3	9(medium)	APD: penggunaan masker, sarung tangan, dan baju lengan panjang.
		Fisik	Paparan sinar matahari (panas)	Dehidrasi, <i>heat stroke</i> , kulit terbakar ( <i>sun burn</i> )	-	2	3	6(medium)	Konsumsi air minum cukup, penggunaan topi caping/pelindung kepala, penggunaan baju lengan panjang

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial	Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian	
					I	P	TR		
	Pengendalian hama (penyemprotan menggunakan insektisida)	Kimia	Paparan bahan beracun insektisida	Iritasi kulit, iritasi mata, keracunan akut, gangguan pernapasan	Cedera mata akibat percikan	4	3	12(high)	APD lengkap: masker respirator, kacamata pelindung, apron, sepatu <i>safety/ boots</i> . Cuci tangan/mandi setelah bekerja.
		Biologi	Gigitan hewan (ular/serangga).	Alergi kulit, <i>non-venomous snake bite</i>	-	2	3	6(medium)	APD: sarung tangan
	Pengendalian gulma (menyemprotan menggunakan herbisida, cangkul dan mesin babat)	Kimia	Paparan herbisida	Iritasi kulit, iritasi mata, keracunan akut, gangguan pernapasan	Cedera mata akibat percikan	4	3	12(high)	APD lengkap: masker respirator, kacamata pelindung, apron, sepatu <i>safety/boots</i> . Cuci tangan/mandi setelah bekerja.

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial	Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian	
					I	P	TR		
		Mekanik	Cangkul: alat kerja dengan bagian tajam Mesin babat: alat kerja dengan komponen berputar dan bagian tajam	-	Luka robek, luka sayat, luka potong, cedera akibat tersangkut, cedera mata akibat percikan batu atau rumput	3	3	9(medium)	Memastikan gagang cangkul kuat dan tidak longgar, pelatihan penggunaan cangkul yang aman, menggunakan sepatu <i>safety/boots</i> .
		Ergonomi	Ayunan cangkul	Nyeri bahu, <i>nyeri punggung</i> , kelelahan otot	Lecet pada tangan akibat genggam pada alat	3	2	6(medium)	Pelatihan teknik mencangkul, penggunaan sepatu <i>safety/boots</i>
		Biologi	Tanaman berduri.	-	Luka lecet, luka tusuk akibat tertusuk duri.	2	2	4(low)	Penggunaan sepatu <i>safety/boots</i> .
	Pemangkasan tunas / penyortiran tunas menggunakan gunting okulasi	Mekanik	Gunting okulasi: alat kerja dengan bagian tajam	-	Jari terjepit atau terpotong gunting okulasi	3	2	6(medium)	Penggunaan sarung tangan

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial	Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian	
					I	P	TR		
		Ergonomi	Gerakan repetitif.	<i>Repetitive strain injury</i> (rsi) pada jari/pergelangan tangan	-	3	2	6(medium)	Pastikan alat dalam kondisi tajam (agar tidak butuh tenaga berlebih), istirahat berkala
		Biologi	Getah tanaman.	Alergi kulit	-	2	2	4(low)	Penggunaan sarung tangan
	Penyambungan batang menggunakan pisau	Mekanik	Pisau: alat kerja dengan bagian tajam	-	Luka sayat pada jari atau tangan akibat melesetnya pisau.	4	2	8(medium)	Gunakan pelindung jari ( <i>finger stall</i> ), pastikan pencahayaan cukup, dan selalu arahkan sayatan menjauh dari tubuh.
		Ergonomi	Posisi kerja statis dan berulang	<i>Repetitive strain injury</i> (rsi) pada jari/pergelangan tangan	-	3	2	6(medium)	Pastikan alat dalam kondisi tajam (agar tidak butuh tenaga berlebih), istirahat berkala
		Biologi	Jamur/bakteri pada tanaman.	Infeksi kulit, infeksi jamur, alergi kulit	-	2	2	4(low)	Penggunaan sarung tangan, cuci tangan/mandi setelah bekerja.

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial	Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian	
					I	P	TR		
Pemanenan	Pemanenan kopi menggunakan tangan dan alat bantu kinjar	Ergonomi	Gerakan repetitif, posisi berdiri lama, beban kinjar	<i>Repetitive strain injury (rsi)</i> , nyeri bahu, nyeri leher, <i>nyeri punggung</i>	-	3	3	9(medium)	Istirahat berkala, teknik memetik yang benar,
		Mekanik	Kinjar: alat kerja dengan bagian permukaan kasar	-	Lecet pada tangan akibat terkena anyaman bambu yang kasar	3	3	9(medium)	Penggunaan sarung tangan
		Fisik	Pohon licin saat dipanjat	-	Cedera akibat jatuh dari pohon	2	4	8(medium)	Penggunaan alat bantu penggunaan alas kaki anti-slip.
	Biologi	Serangga, getah	Alergi kulit, infeksi kulit	-	2	3	6(medium)	Penggunaan sarung tangan, penggunaan baju lengan panjang	
	Penganggukatan hasil panen	Ergonomi	Mengangkut beban berat (karung/kinjar),	Nyeri leher, nyeri bahu, <i>nyeri punggung</i>	-	3	3	9(medium)	Menggunakan alat bantu angkut jika memungkinkan, pembatasan beban angkut manual.

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial	Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian	
					I	P	TR		
		Fisik	Areal kerja tidak rata/miring	-	Cedera muskuloskeletal atau fraktur	3	4	12(high)	Menggunakan alat bantu angkut jika memungkinkan, pembatasan beban angkut manual.
Pascapanen	Penggilingan biji kopi untuk memecahkan kulit luar	Mekanik	Mesin giling: alat kerja dengan komponen berputar dan bagian tajam	-	Tangan terjepit mesin giling, luka sayat, cedera akibat tersangkut mesin	3	3	9(medium)	Pemasangan cover (pelindung) mesin,
		Fisik	Kebisingan	Gangguan pendengaran (kebisingan mesin)	-	-	3	3	9(medium)
	Penjemuran kopi setelah digiling	Fisik	Sinar matahari (uv), debu kopi	Dehidrasi, heatstroke, gangguan pernapasan	Iritasi mata akibat terkena debu	2	3	6(medium)	Minum air putih, penggunaan topi caping, masker debu, Penggunaan kacamata pelindung/google

Alur Produksi	Kegiatan	Bahaya potensial	Risiko Kesehatan	Risiko Kecelakaan Kerja	Penilaian			Upaya Pengendalian	
					I	P	TR		
	Penggilingan kopi yang sudah kering	Mekanik	Mesin giling: alat kerja dengan komponen berputar dan bagian tajam	-	Tangan terjepit mesin giling, luka sayat, cedera akibat tersangkut mesin	3	3	9(medium)	Pemasangan cover (pelindung) mesin,
		Fisik	Kebisingan, debu kopi	Gangguan pendengaran (kebisingan mesin)	Iritasi mata akibat terkena debu	3	3	9(medium)	Penggunaan earplug.
	Pengangkutan hasil kopi yang telah digiling	Ergonomi	Mengangkat beban berat secara berulang	Nyeri punggung, nyeri leher, nyeri punggung	Cedera akibat terjatuh	3	2	6(medium)	Pelatihan teknik mengangkat beban yang benar (menggunakan kekuatan kaki, bukan punggung).

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya pada aktivitas budidaya kopi, diketahui bahwa seluruh tahapan budidaya kopi mulai dari pembibitan hingga pascapanen memiliki potensi bahaya kerja yang beragam. Bahaya tersebut meliputi bahaya fisik, kimia, biologis, ergonomi dan mekanik yang dapat berdampak terhadap kesehatan maupun keselamatan kerja petani.

### Hazard dan tingkat risiko pada tahap pembibitan dan persiapan lahan

Tahap pembibitan dan persiapan lahan merupakan tahap awal dalam proses produksi kopi yang melibatkan aktivitas pemilihan bibit, penyiraman, pembersihan lahan, penggalian lubang tanam dan penanaman. Pada tahap ini, sebagian besar risiko berada pada kategori sedang (skor 6-9). Hazard yang paling dominan adalah hazard ergonomi yang berasal dari posisi membungkuk dalam waktu lama, aktivitas mengangkat beban secara manual, serta penggunaan alat manual seperti cangkul secara berulang. Beban kerja fisik yang tinggi ini diperparah oleh minimnya mekanisasi pada perkebunan rakyat. Kondisi ini selaras dengan studi yang dilakukan oleh Kurniasih et al yang menyatakan bahwa petani tradisional yang bekerja dengan postur janggal memiliki risiko 4 kali lebih besar mengalami *Work-Related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) terutama pada regio punggung bawah dan bahu. Temuan penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Estrada-Munoz et al yang melaporkan tingginya prevalensi gangguan muskuloskeletal pada pekerja perkebunan kopi. WMSDs adalah gangguan muskuloskeletal akibat kerja yang dipengaruhi oleh postur kerja yang tidak ergonomis, gerakan repetitif, pengangkutan beban berat, dan pekerjaan manual tanpa mekanisasi.<sup>7,17,18,21</sup>

Hazard kategori sedang lainnya meliputi hazard fisik, mekanik, dan kimia. Hazard fisik berupa areal kerja yang basah, getaran dari mesin bor, dan paparan sinar matahari. Areal kerja yang basah dapat menyebabkan petani

terpeleset dan mengalami cedera. Getaran dari mesin bor berpotensi meningkatkan risiko kesehatan *hand arm vibration syndrome* (HAVs) pada petani. Sedangkan paparan sinar matahari dapat menyebabkan dehidrasi, kelelahan dan *heatstroke*. Hazard mekanik berasal dari penggunaan alat cangkul dan bor tanah. Alat cangkul memiliki bagian tajam, mesin babat dan bor tanah terdiri dari komponen berputar dan bagian tajam yang dapat menyebabkan cedera seperti luka robek, luka sayat, atau terlilit mesin. Hazard kimia berasal dari penggunaan herbisida saat persiapan lahan. Paparan bahan kimia dapat menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi kulit, hingga keracunan.

Hazard yang berada pada kategori rendah (skor 1-4), yaitu hazard biologi. Hazard biologi pada tahap ini berasal dari kontak dengan tanah lembab yang mengandung jamur atau organisme lainnya. Hal ini dapat menyebabkan alergi kulit, infeksi kulit, hingga penyakit kecacingan.

### Hazard dan tingkat risiko pada tahap pemupukan dan perawatan tanaman

Tahap pemupukan dan perawatan tanaman meliputi aktivitas penebaran pupuk, pengendalian hama dan gulma, pemotongan tunas, penyortiran tunas, serta penyambungan batang. Pada tahap ini, hazard didominasi oleh kimia yang memiliki tingkat risiko tinggi (skor 12). Hazard kimia berasal dari penaburan pupuk, penggunaan insektisida dan herbisida tanpa APD yang adekuat. Paparan dapat terjadi melalui inhalasi saat proses penyemprotan, kontak langsung dengan kulit, maupun melalui kontaminasi makanan dan minuman. Gejala akut yang dapat timbul akibat paparan bahan kimia tersebut meliputi pusing, hipersalivasi, nyeri perut, gangguan pernapasan, gangguan irama jantung, mata berair, serta iritasi atau ruam pada kulit. Selain itu, paparan kronis dalam jangka panjang berpotensi meningkatkan risiko berbagai penyakit serius termasuk kanker. Pada saat melakukan penyemprotan menggunakan insektisida dan herbisida petani kopi di Pekon Trimulyo Kecamatan Gedung Surian Kabupaten

Lampung Barat tidak menggunakan APD yang memadai sehingga akan meningkatkan risiko timbulnya gejala kesehatan akut maupun kronis akibat bahan kimia tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wicakson et al terdapat hubungan antara buruknya perilaku kepatuhan APD petani dengan penurunan kadar kolinesterase dalam darah, yang dapat memicu gejala keracunan kronis. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ntzani et al dalam meta analisisnya menyebutkan bahwa paparan pestisida jangka panjang pada petani di negara berkembang tidak hanya menyebabkan gejala akut, melainkan juga memicu stres oksidatif tingkat sel yang berisiko pada gangguan sistem endokrin dan neurotoksisitas.<sup>11,15,23,24</sup> Selain kepatuhan petani, kurangnya edukasi dari pemerintah setempat mengenai ambang batas pencampuran bahan kimia pada petani kopi di Pekon Trimulyo Kecamatan Gedung Surian Kabupaten Lampung Barat juga menjadi faktor yang dapat meningkatkan risiko paparan bahan kimia.<sup>23,24</sup>

Hazard yang berada pada kategori sedang (skor 6-9) yaitu hazard fisik, biologis, ergonomi dan mekanik. Hazard fisik berasal dari paparan sinar matahari yang dapat menyebabkan dehidrasi dan *heatstroke*. Hazard biologis berasal dari gigitan hewan yang dapat menyebabkan alergi kulit. Hazard ergonomi berupa gerakan repetitif saat mencangkul dan menggunting tanamaan yang dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal. Hazard mekanik berasal dari alat cangkul, mesin babat, dan gunting okulasi yang dapat menyebabkan luka robek, luka sayat, terjepit dan terlilit mesin.

Hazard kategori rendah (skor 1-4) berasal dari tanaman berduri, getah tanaman dan juga jamur pada tanaman. Tanaman berduri dapat menyebabkan luka tusuk dan luka lecet, sedangkan getah tanaman dan jamur dapat menyebabkan iritasi kulit dan alergi.

### **Hazard dan tingkat risiko pada tahap pemanenan**

Tahap pemanenan terdiri atas aktivitas pemetikan buah kopi dan pengangkutan hasil

panen. Pada tahap ini ditemukan risiko tinggi (skor 12) pada aktivitas pengangkutan hasil panen yang termasuk dalam hazard fisik. Petani harus mengangkut karung atau kinjar berisi buah kopi melalui jalur yang miring, licin dan tidak rata sehingga meningkatkan risiko terpeleset atau terjatuh. Kondisi tersebut dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal, keseleo, hingga fraktur.

Selain hazard fisik, terdapat hazard ergonomi yang mendominasi tahap pemanenan dengan sebagian besar risiko berada pada kategori sedang (skor 6-9). Aktivitas mengangkat dan membawa beban berat secara manual serta gerakan pemetikan yang dilakukan secara berulang berpotensi menimbulkan keluhan muskuloskeletal, terutama pada punggung, leher, bahu, dan ekstremitas atas. Temuan ini sejalan dengan penelitian Palomino-Garcia et al yang melaporkan bahwa risiko biomekanik merupakan bahaya utama pada proses panen kopi akibat postur kerja yang tidak ergonomis, gerakan repetitif, tingginya beban fisik, dan pengangkutan beban secara manual. Paparan tersebut berhubungan dengan tingginya keluhan muskuloskeletal pada pekerja, terutama nyeri punggung bawah, bahu, siku dan lutut.<sup>6</sup> Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rao et al melalui studi *systematic review* yang menyatakan bahwa durasi paparan kerja manual >4 jam per hari tanpa jeda mikro (*micro-breaks*) pada aktivitas pemanenan komoditas perkebunan menyebabkan akumulasi mikrotrauma pada jaringan otot skeletal. Hal ini menjelaskan mengapa keluhan nyeri muskuloskeletal pada responden dalam penelitian ini terus berulang di setiap musim panen.<sup>22</sup>

### **Hazard dan tingkat risiko pada tahap pascapanen**

Tahap pascapanen terdiri atas aktivitas penggilingan kopi untuk memecah kulit luar, penjemuran kopi, penggilingan kopi yang sudah kering dan pengangkutan hasil produksi. Pada tahap ini, risiko didominasi oleh hazard fisik dan mekanik yang berada pada kategori sedang (skor 6-9). Hazard fisik berupa kebisingan dari suara

mesin penggiling, paparan sinar matahari, serta debu kopi saat aktivitas penjemuran, Hazard mekanik berasal dari mesin penggiling kopi. Temuan ini sesuai dengan penelitian lain mengenai hazard fisik pada aktivitas budidaya kopi berupa paparan sinar matahari, getaran dan kebisingan.<sup>4,14</sup> Hazard fisik berupa paparan sinar matahari dan cuaca hujan menimbulkan keluhan sakit kepala, flu, pusing, dehidrasi, demam virus, dan *heatstroke*.<sup>13</sup> Kebisingan di lingkungan kerja pengolahan kopi berasal dari penggunaan mesin produksi dengan intensitas mencapai 73,29-89,81 dB yang melebihi nilai ambang 85dB. Dampak kebisingan yang ditemukan meliputi gangguan fisiologis berupa peningkatan tekanan darah hingga gangguan pendengaran. Pada saat proses penggilingan kopi petani kopi di Pekon Trimulyo Kecamatan Gedung Surian Kabupaten Lampung Barat tidak menggunakan *earplug* untuk melindungi telinganya sehingga akan meningkatkan risiko gangguan pendengaran. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Smith et al melalui studi longitudinal menunjukkan bahwa pekerja pengolahan kopi yang terpapar bising mesin di atas 88 dB tanpa *earplug* mengalami penurunan ambang dengar sensorineural yang progresif dalam waktu kurang dari 3 tahun.<sup>14,25</sup> Selain paparan sinar matahari dan kebisingan, hazard fisik juga bersal dari debu kopi yang berterbangan saat penjemuran dan penggilingan kopi yang sudah kering. Debu kopi dapat mengandung jamur, mikotoksin atau fragmen biologis lainnya sehingga berisiko menyebabkan gangguan pernapasan seperti asma, rhinitis alergi, bronkitis, hingga risiko kanker.<sup>16</sup> Pada saat proses penjemuran kopi dan penggilingan kopi kering, petani kopi di Pekon Trimulyo tidak menggunakan masker yang dapat meningkatkan risiko Kesehatan. Penelitian yang dilakukan oleh Sari et al yang mengidentifikasi bahwa debu organik kopi bersifat iritatif terhadap saluran pernapasan atas. Paparan debu kopi yang mengandung partikel biomassa secara konsisten tanpa masker respirator memicu penurunan nilai *Forced Expiratory Volume in 1 Second* (FEV1) pada petani, yang dalam jangka panjang

bermanifestasi sebagai penyakit paru obstruksi kronis (PPOK).<sup>26</sup>

Hazard mekanik pada tahap pascapanen berada pada kategori sedang (skor 6-9). Hazard mekanik pada tahap ini berasal dari mesin penggiling kopi. Mesin penggiling kopi memiliki komponen berputar dan bagian tajam yang memiliki risiko cedera tersayat, terpotong, dan terlilit mesin.<sup>19</sup>

Aktivitas pengangkutan hasil kopi yang telah digiling tetap memiliki risiko ergonomi, terutama jika dilakukan secara berulang dengan beban berat. Hal ini dapat menyebabkan kelelahan otot kronis hingga cedera punggung. Secara umum, risiko pada tahap ini berada pada kategori sedang, namun memerlukan pengendalian teknis seperti pengamanan mesin dan penggunaan APD.

### **Pengendalian Risiko Berdasarkan *Hierarchy of Controls***

Berdasarkan hasil identifikasi hazard dan penilaian risiko pada aktivitas budidaya kopi, diketahui bahwa sumber bahaya utama berasal dari penggunaan pestisida, aktivitas *manual handling*, kondisi lingkungan kerja yang tidak aman, serta penggunaan alat dan mesin pertanian. Risiko tertinggi ditemukan pada kegiatan pengendalian hama dan gulma, sedangkan risiko kategori sedang mendominasi aktivitas yang melibatkan postur kerja janggal, pengangkatan beban, paparan panas lingkungan, kebisingan, debu kopi, serta penggunaan alat kerja tajam. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengendalian risiko perlu dilakukan secara berlapis dengan mengutamakan pengendalian pada sumber bahaya. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada prinsip *Hierarchy of Controls* yang terdiri atas eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri.<sup>10</sup>

Hazard ergonomi ditemukan pada hampir semua aktivitas budidaya kopi akibat

postur kerja membungkuk, pengangkatan beban berat, gerakan repetitif, dan posisi statis dalam waktu lama. Paparan beban fisik yang tinggi dalam jangka panjang berhubungan dengan peningkatan risiko gangguan muskuloskeletal pada punggung, bahu, lutut, dan ekstremitas atas.<sup>17,18,22</sup> Upaya pengendalian yang terbukti dapat mengurangi hazard ergonomi meliputi penggunaan peralatan ergonomis dan perbaikan metode kerja seperti menggunakan selang pada penyiraman bibit, penggunaan gerobak atau troli pada saat mengangkat hasil panen, serta perancangan fasilitas kerja berupa tas pemetik kopi ergonomis yang telah terbukti menurunkan skor risiko postur kerja. Selain itu pemberian waktu istirahat secara berkala juga terbukti dapat menurunkan risiko gangguan muskuloskeletal akibat kerja.<sup>33,34</sup> Hidayat et al juga menyatakan bahwa pelaksanaan pelatihan K3 secara rutin merupakan strategi yang efektif untuk mengurangi risiko ergonomi dan mencegah terjadinya tindakan kerja yang tidak aman.<sup>29</sup>

Hazard kimia ditemukan pada aktivitas persiapan lahan, pemupukan, serta pengendalian hama dan gulma. Aktivitas ini menggunakan bahan sintesis yang dapat menyebabkan risiko gangguan neurologis dan inflamasi sistemik. Upaya pengendalian yang dapat dilakukan adalah penggunaan APD berupa masker respirator, sarung tangan, kacamata pelindung, sepatu boots, dan pakaian lengan panjang. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Lari et al yang menunjukkan bahwa penggunaan APD secara konsisten, terbukti mampu menurunkan risiko kesehatan akibat paparan pestisida pada petani.<sup>35</sup> Upaya lainnya adalah penggunaan pestisida nabati sebagai alternatif pestisida sintesis karena bersifat *biodegradable*, lebih spesifik terhadap hama sasaran, dan umumnya memiliki risiko kesehatan yang lebih rendah.<sup>40</sup> Selain itu, praktik higiene kerja yang

baik, terutama mandi dan mengganti pakaian segera setelah penyemprotan pestisida juga dapat menjadi langkah efektif untuk mengurangi paparan pestisida pada petani.<sup>42</sup>

Hazard fisik yang ditemukan pada penelitian ini berupa paparan sinar matahari, getaran dari mesin, dan kebisingan. Upaya pengendalian paparan panas matahari pada petani dapat dilakukan dengan penerapan program *water-rest-shade* (WRS), yaitu penyediaan air minum yang cukup, waktu istirahat yang terjadwal, dan area teduh untuk beristirahat. Intervensi ini terbukti meningkatkan konsumsi cairan, menurunkan gejala dehidrasi, mengurangi *heat stress*, serta membantu mempertahankan fungsi ginjal pekerja pertanian.<sup>36</sup> Paparan getaran yang berasal dari mesin dalam jangka panjang dapat menyebabkan *Hand-Arm Vibration Syndrome* (HAVs). Kejadian HAVs dapat dikendalikan melalui pemilihan peralatan dengan tingkat getaran rendah, pemeliharaan alat secara berkala, pembatasan durasi penggunaan alat dengan rotasi kerja, dan pemberian pelatihan K3 kepada pekerja.<sup>37</sup> Penelitian Erol menemukan bahwa penggunaan sarung tangan anti getaran berbahan *chloroprene rubber* (neopren) menunjukkan kemampuan redaman dan menurunkan paparan getaran hingga 22-27% pada kondisi lapangan, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu upaya pengendalian paparan getaran pada petani.<sup>38</sup> Pengendalian kebisingan pada petani kopi dapat dilakukan dengan penggunaan *hearing protection devices* (HPD) seperti *earplug* dan *earmuff*. Hal ini sesuai dengan penelitian Kwak dan Han yang menemukan bahwa penggunaan HPD secara signifikan dapat mengurangi paparan kebisingan.<sup>39</sup>

Kecelakaan kerja akibat hazard mekanik yang berasal dari mesin dapat dikendalikan

dengan penggunaan APD, pelindung mesin, serta pelatihan K3. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Surendran yang menunjukkan pemasangan perangkat keselamatan dan pelindung mesin, serta pelatihan dan audit keselamatan dapat meningkatkan praktik kerja aman pada penggunaan alat pertanian.<sup>41</sup>

## KESIMPULAN

Seluruh tahapan produksi kopi, mulai dari pembibitan, persiapan lahan, perawatan, pemanenan, hingga pascapanen, memiliki berbagai potensi hazard meliputi hazard fisik, kimia, biologis, ergonomis dan mekanis yang dapat berdampak terhadap kesehatan dan keselamatan kerja petani. Sebagian besar aktivitas berada pada kategori risiko sedang (*medium*), terutama yang berkaitan dengan faktor ergonomi, fisik, dan mekanik. Risiko tinggi (*high*) ditemukan pada aktivitas yang melibatkan paparan bahan kimia. Risiko rendah (*low*) umumnya berasal dari paparan biologis ringan seperti kontak dengan tanah basah dan gigitan serangga. Upaya pengendalian risiko yang komprehensif melalui pendekatan *hierarchy of controls* dengan cara perbaikan lingkungan kerja, mengganti bahan atau peralatan yang lebih aman, penggunaan alat bantu kerja, pengaturan sistem kerja yang aman, serta penggunaan APD yang konsisten untuk meningkatkan keselamatan kerja, kesehatan petani, serta produktivitas sektor pertanian kopi secara berkelanjutan.

## SARAN

Petani diharapkan dapat meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja dengan menggunakan alat pelindung diri (APD) secara lengkap dan konsisten, menerapkan prinsip kerja ergonomis, mengatur waktu kerja dan istirahat secara seimbang, memanfaatkan alat bantu kerja untuk mengurangi beban fisik, serta membangun kebiasaan *hygiene* yang baik. Bagi Puskesmas, diharapkan dapat meningkatkan upaya promotif dan preventif melalui penyuluhan secara rutin kepada petani mengenai bahaya kerja dan cara

pencegahannya, melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin kepada petani terutama yang berhubungan dengan dampak paparan bahan kimia dan gangguan muskuloskeletal. Bagi pemerintah, khususnya melalui dinas terkait seperti dinas pertanian dan dinas kesehatan, diharapkan dapat meningkatkan perhatian terhadap aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di sektor pertanian seperti menyusun kebijakan dan program yang mendukung penerapan K3 pada petani, penyediaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan harga terjangkau atau subsidi, pelatihan kerja aman, serta pengawasan terhadap penggunaan bahan kimia pertanian.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik. (2025). Statistik Tanaman Perkebunan Tahunan Indonesia 2024. <https://www.bps.go.id>
2. International Labour Organization. Methodology for OHS hazard identification and risk assessment and evaluation in the coffee sector. Geneva: International Labour Organization; 2020
3. Rusdianto, A. S. (2023). Risk analysis of coffee processing environment with Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) method. *Gontor Agrotech Science Journal*, 9(2), 161–171. <https://doi.org/10.21111/agrotech.v9i2.9982>
4. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2024). Agricultural operations: Hazards and controls. U.S. Department of Labor. <https://www.osha.gov/agricultural-operations/hazards>
5. Fitriani, F., Arifin, B., Prasmatiwi, F. E., Ismono, R. H., Lestari, D. A. H., Sutarni, S., & Kuswadi, D. (2022). A farmers' perspectives on the threat of unsustainable risk of coffee farming in Lampung, Indonesia.
6. Palomino-Gracia LR, Vargas-Vasques ML. Identification of hazard and assessment of

- risk associated with harvesting coffee. *P R Health Sci J.* 2023; 42(1):43-49
7. Benos, L., Tsaopoulos, D., & Bochtis, D. (2020). A review on ergonomics in agriculture. Part II: Mechanized operations. *Applied Sciences*, 10(10), 3484. <https://doi.org/10.3390/app10103484>
  8. Occupational Safety and Health Administration. Machine guarding. Washington DC: OSHA; Cited May 2026. Available from: <https://www.osha.gov/machine-guarding>
  9. International Organization for standardization. ISO 3100:2018 Risk management-guideline. 2<sup>nd</sup> ed. Geneva: ISO;2018
  10. Occupational Safety and Health Administration. Identifying Hazard Control Options: The Hierarchy of Controls. Washington DC: OSHA;2023. Available from: <https://www.osha.gov/safety-management>
  11. Aulia, R., Sari, D. P., & Rahman, F. (2026). Occupational health risk due to pesticide exposure among agricultural workers. *International Conference on Public Health Proceedings*.
  12. Banuwa IS, Endaryanto T, Aini SN, Rahmalia D, Alam H, Firdaus R, et al. Tingkat adopsi Good Agriculture Practices budidaya kopi robusta di Pekon Rlgis Jaya Kecamatan Air Hitam Kabupaten Lampung Barat. *J Pengabdian Fak Pertanian Univ Lampung*
  13. Bheemaiah AK, Kumar SD, Tiwari RR, Occupational risk factors and associated stress level among coffee plantation workers of Kodagu District, Karnataka, India. *Int J Community Med Public Health.* 2022;9(11):4157-4165
  14. Loe Al. The monitoring environmental noise in coffee production, CCT/NCBA companies in Bidau Lesidere Village, Dili City Timor Leste. *STRADA J Ilm Kesehatan.* 2023;12(2):101-108. Doi:10.30994/sjik.v12i2.1061
  15. Hutter HP, Kundi M, Lemmerer K, Poteser M, Weitensfelder L, Wallner P, et al. subjective symptoms of male worker linked to occupational pesticide exposure on coffee plantation in the jarabacoa region, Dominican Republic. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(10):2099. Doi: 10.3390/ijerph15102099
  16. Oliveira FS, de Andrade ET, Viegas C, de Souza JRSC, Rabelo GF, Viegas S. Hidden hazards: a literature review on occupational exposure to fungi and mycotoxins in the coffee industry. *Aerobiology.* 2025;3(2):3. Doi: 10.3390/aerobiology3020003
  17. Akbar KA, Try P, Viwattanukulvanid P, Kallawicha K. Work-related musculoskeletal disorders among farmers in the southeast asia region: a systematic review. *Saf-Health Work.* 2023;14(3):243-249. Doi: 10.1016/j.shaw.2023.05.001
  18. Estrada-Munoz C, Madrid-Casaca H, Salazar-Sepulveda G, Contreras-Barraza N, Iturra Gonzalez J, Veba-Munoz A. Musculoskeletal symptoms and assessment of ergonomic risk factors on a coffee farm. *Appl Sci.* 2022;12(15):7703. Doi:10.3390/app12157703
  19. Occupational Safety and Health Administration. Machine guarding. Washington DC: OSHA; Cited May 2026. Available from: <https://www.osha.gov/machine-guarding>
  20. Erdiansyah. Pedoman Budidaya Kopi Robusta spesifik Lampung (edisi khusus bagi petani ICARE). Bandar Lampung: Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BPSIP) Lampung, Badan Standardisasi Instrumen Pertanian;2024
  21. Kurniasih, D., & Rahayu, S. (2023). Analisis Ergonomi dan Risiko Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) pada Petani Perkebunan Tradisional. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja Indonesia*, 12(1), 45-56
  22. Rao, P. S., & Das, A. K. (2024). Ergonomic risk assessment and musculoskeletal strain among plantation workers in developing economies: A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 98, 103-115

23. Ntzani, E. E., Ntritsos, G., & Evangelou, E. (2023). Long-term health effects of pesticide exposure in agricultural workers: An overview of systematic reviews. *Environmental Health Perspectives*, 131(4), 046001.
24. Wicaksono, B., & Prasetya, A. (2022). Hubungan Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri dengan Kadar Enzim Kolinesterase Darah pada Petani Penyemprot Pestisida. *Jurnal Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat*, 8(2), 112-121.
25. Smith, J. A., & Harrison, R. T. (2024). Occupational noise-induced hearing loss among agro-industrial processing workers: A longitudinal study. *Safety Science*, 170, 106-118
26. Sari, M. P., & Hidayat, T. (2025). Paparan Debu Organik Lingkungan Kerja dan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Sektor Agroindustri. *Jurnal Respirasi Indonesia*, 45(2), 89-98
27. Martin, R. K., & Thompson, L. J. (2024). Interprofessional collaboration in agricultural health and safety: Evaluating multicomponent interventions in rural communities. *Journal of Rural Health*, 40(3), 312-323.
28. Sutrisno, H., Budiman, A., & Lestari, W. (2024). Efektivitas Pembentukan Kelompok Tani Peduli K3 dalam Menurunkan Angka Kecelakaan Kerja Sektor Pertanian. *Jurnal Promkes: The Indonesian Journal of Health Promotion and Health Education*, 12(1), 78-89.
29. Hidayat, H., Nuruddin, M., Ismiyah, E., Dahda, S. S., Mahbubah, N. A., Yusron, R. M., & Ridlo, M. Z. (2025). Comprehensive Hazard Identification and Risk Assessment (HIRARC) in the coffee production process: A case study of Kopi Lanange Jagad. *International Journal of Science, Engineering and Information Technology*, 10(1), 15-24.
30. Basri, S. (2025). Operational phase-resolved HIRARC framework for occupational pesticide risk characterization and mitigation. *Unified Health Critical Research*, 2(1), 1-12.
31. Akbar K, Widajati N. Determinants of musculoskeletal disorders in coffee picker in Kabupaten Lumajang. *J Ind Hyg Occup Health*. 2020;4(2):33-44.
32. Manora E, Siregar R, Harahap F. Identifikasi bahaya dan risiko kecelakaan kerja dengan metode HIRARC pada Koperasi Pertanian Kopi Gayo Lauser Antara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*. 2025;10(1):1-12.
33. Singh S, Arora R. Ergonomic intervention for preventing musculoskeletal disorders among farm women. *J Agric Sci*. 2010;1(2):61-71
34. Silviana NA, Hasibuan CF, Rizkyansyah MF. Design of work facilities to reduce complaints of musculoskeletal disorders (MSDS) with an ergonomic approach to coffee farmers. *Int J Health Eng Technol*. 2022;1(2):58-62
35. Lari, S., Yamagani, P., Pandiyan, A., Vanka, J., Naidu, M., Senthil Kumar, B., Jee, B., & Jonnalagadda, P. R. (2023). The impact of the use of personal-protective-equipment on the minimization of effects of exposure to pesticides among farm-workers in India. *Frontiers in Public Health*, 11, 1075448. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1075448>
36. Roca, J., Sanromà-Ortiz, M., Cemeli, T., Tort-Nasarre, G., Santamaría, A. L., Espart, A., Cantos-Puig, C., & Campoy, C. (2025). Health interventions for the prevention of dehydration in agricultural workers exposed to heat stress: A systematic review. *Healthcare*, 13(11), 1232. <https://doi.org/10.3390/healthcare13111232>
37. Health and Safety Executive. Hand-arm vibration in amenity horticulture and how to control the risk. INDG480. London: Health and Safety Executive; 2019. Available from: <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg480.htm>
38. Erol I. Damping rates of anti-vibration gloves made of different materials. *Appl Sci (Basel)*.

2025;15(12):6630. Available from:  
<https://doi.org/10.3390/app15126630>

39. Kwak C, Han W. The effectiveness of hearing protection devices: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(21):11693. doi:10.3390/ijerph18211169
40. Souto AL, Sylvestre M, Tölke ED, Tavares JF, Barbosa-Filho JM, Cebrián-Torrejón G. Plant-derived pesticides as an alternative to pest management and sustainable agricultural production: prospects, applications and challenges. *Molecules*. 2021;26(16):4835. doi:10.3390/molecules26164835
41. Surendran A, McSharry J, Di Domenico R, Meredith D, Meade O, Malone S, O’Hora D. Deconstruction of farm machine-related safety interventions: a systematic review and narrative synthesis. *Ann Work Expo Health*. 2025;69(3):233-250. doi:10.1093/annweh/wxae10
42. Mahawati E. Effect of safety and hygiene practices on lung function among Indonesian farmers exposed to pesticides. *South East Eur J Public Health*. 2022. doi:10.11576/seejph-5331