

HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND DETERMINING CONTROL (HIRADC) IN ROASTING AND GRINDING PROCESSES AT A COFFEE FACTORY

Devi Alfiani Khoerunnisa¹, Diva Delfiani Setiawan^{2*}, Vibianti Dwi Pratiwi³, Riny Yolandha Parapat⁴

¹⁻⁴ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

*Corresponding email: diva.delfiani@mhs.itenas.ac.id, rinyyolandha@itenas.ac.id

Abstrak: Industri pengolahan kopi memiliki berbagai potensi bahaya yang dapat memengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja pekerja, terutama pada proses roasting dan grinding yang melibatkan peralatan bersuhu tinggi, mesin bergerak, serta paparan debu kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan pengendalian risiko pada proses roasting dan grinding di salah satu pabrik kopi di Bandung menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC). Penelitian dilakukan dengan pendekatan kualitatif melalui observasi lapangan, wawancara dengan operator, dan analisis aktivitas kerja pada area produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat bahaya fisik, mekanik, dan lingkungan kerja dengan risiko tertinggi berasal dari paparan suhu tinggi, bagian mesin yang bergerak, serta debu kopi pada proses grinding. Berdasarkan hasil penelitian, penerapan pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri sesuai hierarki pengendalian dapat menurunkan tingkat risiko serta meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di industri pengolahan kopi.

Kata kunci: keselamatan dan kesehatan kerja; HIRADC; penilaian risiko; industri pengolahan kopi; pengendalian risiko.

Abstract: The coffee processing industry has various potential hazards that may affect occupational safety and health, particularly during roasting and grinding processes involving high-temperature equipment, moving machinery, and coffee dust exposure. This study aims to identify hazards, assess risk levels, and determine appropriate risk control measures in the roasting and grinding processes at a coffee factory in Bandung using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) method. The study employed a qualitative approach through field observations, interviews with operators, and analysis of work activities in the production area. The results indicated that physical, mechanical, and environmental hazards were present, with the highest risks associated with high-temperature exposure, moving machine components, and coffee dust during grinding. The study concludes that engineering controls, administrative controls, and the use of personal protective equipment based on the hierarchy of controls can reduce occupational risks and improve workplace safety performance in the coffee processing industry.

Keywords: occupational safety and health; HIRADC; risk assessment; coffee processing industry; risk control.

PENDAHULUAN

Industri pengolahan kopi merupakan salah satu sektor agroindustri yang mengalami perkembangan pesat seiring dengan meningkatnya konsumsi kopi dan pertumbuhan pasar kopi baik di tingkat nasional maupun internasional. Indonesia sebagai salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia memiliki peran penting dalam rantai pasok industri kopi global. Organisasi Kopi Internasional (*International Coffee Organization/ICO*) menyatakan bahwa sektor kopi merupakan salah satu komoditas strategis yang mendukung perekonomian dan keberlanjutan industri di berbagai negara produsen kopi. Peningkatan permintaan pasar mendorong industri pengolahan kopi untuk meningkatkan kapasitas produksi, kualitas produk, dan efisiensi proses. Dalam proses produksinya, industri pengolahan kopi melibatkan berbagai tahapan, mulai dari penerimaan bahan baku, penyangraian (*roasting*), pendinginan, penggilingan (*grinding*), pengemasan, hingga penyimpanan produk jadi. Di antara tahapan tersebut, proses *roasting* dan *grinding* merupakan aktivitas yang memiliki tingkat risiko relatif tinggi karena melibatkan penggunaan peralatan bersuhu tinggi, mesin dengan komponen bergerak, paparan debu kopi, kebisingan, serta aktivitas penanganan material secara manual. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja apabila tidak dikelola secara tepat. Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek

penting dalam menjamin keberlangsungan operasional industri serta perlindungan terhadap tenaga kerja. Berdasarkan ISO 45001:2018, setiap organisasi perlu melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta penerapan tindakan pengendalian untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan akibat pekerjaan. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam manajemen risiko keselamatan kerja adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC). Metode ini memungkinkan identifikasi sumber bahaya secara sistematis, penentuan tingkat risiko berdasarkan kemungkinan dan tingkat keparahan dampak, serta penyusunan tindakan pengendalian yang sesuai (Ramli, 2010). Tarwaka (2017) menjelaskan bahwa identifikasi bahaya yang dilakukan secara sistematis dapat membantu perusahaan dalam menurunkan potensi kecelakaan kerja serta meningkatkan efektivitas pengendalian risiko. Meskipun metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) telah banyak digunakan dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, kajian mengenai penerapannya pada industri pengolahan kopi, khususnya pada proses roasting dan grinding, masih relatif terbatas. Karakteristik proses pengolahan kopi memiliki potensi bahaya yang berbeda dibandingkan industri lainnya. Proses roasting menghasilkan paparan panas dan asap, sedangkan proses grinding menghasilkan debu kopi halus serta melibatkan mesin dengan komponen berputar. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih spesifik untuk mengidentifikasi sumber bahaya serta menentukan tindakan pengendalian yang efektif sesuai dengan karakteristik industri pengolahan kopi.

Pabrik Kopi yang terletak di Kota Bandung ini merupakan salah satu industri pengolahan kopi yang melakukan kegiatan produksi secara berkelanjutan dengan melibatkan berbagai mesin dan peralatan produksi. Aktivitas *roasting* dan *grinding* yang dilakukan memiliki potensi bahaya yang dapat memengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja apabila tidak dikelola dengan baik. Evaluasi terhadap risiko pada kedua proses tersebut diperlukan sebagai upaya untuk meningkatkan penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan perusahaan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan tindakan pengendalian yang sesuai pada proses *roasting* dan *grinding* pada salah satu pabrik kopi di Bandung menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC). Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi perusahaan dalam meningkatkan kinerja keselamatan dan kesehatan kerja serta mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman, sehat, dan berkelanjutan.

LANDASAN TEORI

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan suatu upaya sistematis yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dari risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja melalui penerapan sistem manajemen yang terintegrasi. Penerapan K3 bertujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif sehingga mampu meningkatkan efisiensi operasional serta keberlanjutan organisasi. Menurut International Labour Organization (ILO), keselamatan dan kesehatan kerja mencakup seluruh kondisi dan faktor yang memengaruhi kesehatan serta keselamatan pekerja, kontraktor, pengunjung, dan pihak lain yang berada di tempat kerja (ILO, 2021). Sementara itu, ISO 45001:2018 menyatakan bahwa organisasi harus mampu mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, serta menerapkan tindakan pengendalian yang sesuai untuk mencegah cedera dan gangguan kesehatan akibat kerja (ISO, 2018). Penerapan K3 memiliki peranan penting dalam industri pengolahan kopi karena pekerja berinteraksi secara langsung dengan mesin produksi, peralatan bersuhu tinggi, paparan debu, kebisingan, serta aktivitas penanganan material secara manual. Apabila potensi bahaya tersebut tidak dikendalikan dengan baik, maka dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja. Menurut Tarwaka (2017), penerapan K3 yang efektif dapat

meningkatkan produktivitas pekerja, mengurangi kerugian akibat kecelakaan kerja, serta mendukung keberlangsungan operasional perusahaan. Oleh karena itu, identifikasi bahaya dan pengendalian risiko secara berkelanjutan merupakan bagian penting dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.

Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)

Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan tindakan pengendalian yang sesuai terhadap potensi bahaya di tempat kerja. Metode ini banyak diterapkan dalam berbagai sektor industri karena mampu membantu perusahaan dalam menetapkan prioritas pengendalian risiko secara sistematis (DOSH, 2008). Tahapan HIRADC terdiri atas identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan penentuan tindakan pengendalian (*determining control*). Identifikasi bahaya dilakukan untuk mengenali sumber bahaya yang berpotensi menimbulkan cedera, kerusakan peralatan, maupun gangguan kesehatan pekerja. Menurut Ramli (2010), sumber bahaya dapat berasal dari faktor fisik, mekanik, kimia, ergonomi, biologis, maupun psikososial.

Penilaian risiko dilakukan berdasarkan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*). Semakin tinggi nilai risiko yang diperoleh, maka semakin tinggi prioritas pengendalian yang harus diterapkan. Tahap terakhir dalam HIRADC adalah menentukan tindakan pengendalian sesuai dengan hierarki pengendalian risiko. Langkah pengendalian yang tepat terhadap bahaya yang ditemukan di tempat kerja. Metode HIRADC terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu:

a. Identifikasi Bahaya (Hazard Identification)

Identifikasi bahaya merupakan proses mengenali seluruh sumber bahaya yang berpotensi menyebabkan cedera, kerusakan peralatan, kerugian material, maupun gangguan kesehatan pekerja. Menurut Ramli (2010), bahaya dapat berasal dari berbagai sumber, diantaranya bahaya fisik (panas, kebisingan, getaran), bahaya mekanik (mesin berputar, bagian bergerak), bahaya kimia (debu, gas, uap), bahaya ergonomi (pengangkatan beban berlebih), bahaya biologis, bahaya psikososial. Pada industri kopi, sumber bahaya yang umum ditemukan adalah suhu tinggi pada mesin *roasting*, debu kopi saat *grinding*, kebisingan mesin, serta aktivitas pengangkatan bahan baku secara manual.

b. Penilaian Risiko (Risk Assessment)

Penilaian risiko merupakan proses menentukan tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya suatu kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampaknya (*severity*). Secara umum nilai risiko dihitung dengan persamaan:

$$Risk = Likelihood \times Severity$$

Semakin tinggi nilai risiko maka semakin besar prioritas pengendalian yang harus dilakukan.

c. Pengendalian Risiko (Risk Control)

Pengendalian risiko merupakan langkah untuk mengurangi kemungkinan maupun dampak dari suatu bahaya. Pengendalian dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian risiko diantaranya eliminasi, substitusi, rekayasa Teknik (Engineering Control), pengendalian administrative, alat Pelindung Diri (APD). Pengendalian yang berada pada tingkat atas hierarki lebih efektif dibandingkan pengendalian pada tingkat bawah.

Hierarki Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko merupakan langkah penting dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja karena keberhasilan pengendalian akan menentukan tingkat perlindungan yang diterima oleh pekerja. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) merekomendasikan penerapan pengendalian risiko berdasarkan prinsip hierarki pengendalian

(*Hierarchy of Controls*), yaitu eliminasi, substitusi, pengendalian teknik (*engineering control*), pengendalian administratif (*administrative control*), dan penggunaan alat pelindung diri (*personal protective equipment*).

Eliminasi merupakan metode pengendalian yang paling efektif karena dilakukan dengan menghilangkan sumber bahaya dari lingkungan kerja. Apabila eliminasi tidak memungkinkan, maka dapat dilakukan substitusi dengan mengganti bahan, proses, atau peralatan yang memiliki tingkat bahaya lebih rendah. Pengendalian teknik dilakukan melalui modifikasi peralatan maupun lingkungan kerja, misalnya pemasangan pelindung mesin, sistem ventilasi, serta pengendalian debu. Selanjutnya, pengendalian administratif dilakukan melalui penyusunan prosedur kerja, pelatihan keselamatan, inspeksi berkala, dan pengaturan jam kerja. Penggunaan alat pelindung diri merupakan lapisan perlindungan terakhir yang digunakan apabila sumber bahaya masih belum dapat dikendalikan secara optimal (NIOSH, 2015). Penerapan hierarki pengendalian risiko sangat penting karena setiap tingkatan memiliki tingkat efektivitas yang berbeda. Pengendalian pada tingkat atas umumnya lebih efektif dibandingkan penggunaan alat pelindung diri, karena mampu mengurangi bahaya langsung dari sumbernya.

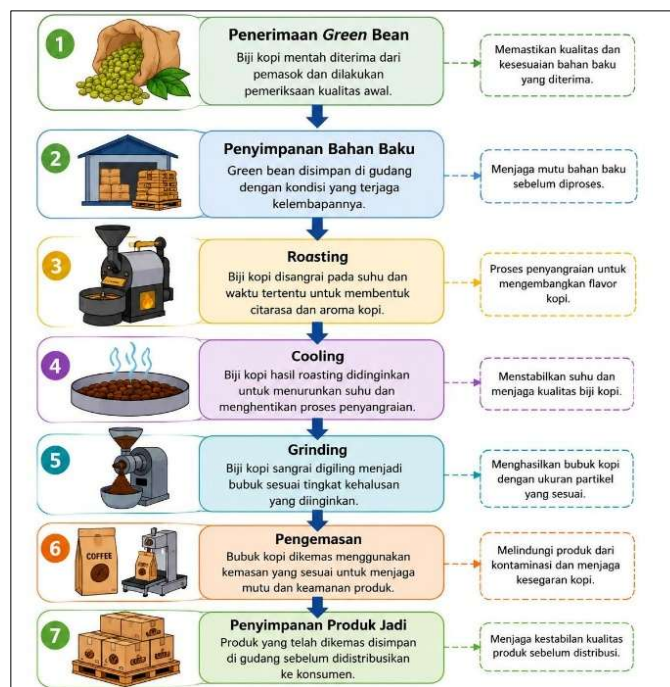
Potensi Bahaya pada Industri Pengolahan Kopi

Industri pengolahan kopi merupakan industri yang mengubah biji kopi mentah (*green bean*) menjadi produk siap konsumsi melalui serangkaian proses produksi, mulai dari penerimaan bahan baku, penyimpanan, penyangraian (*roasting*), pendinginan, penggilingan (*grinding*), pengemasan, hingga penyimpanan produk jadi. Setiap tahapan proses tersebut memiliki karakteristik bahaya yang berbeda sehingga memerlukan pengelolaan risiko yang sesuai. Menurut Illy dan Viani (2005), proses *roasting* umumnya berlangsung pada temperatur sekitar 180–240°C dan melibatkan berbagai perubahan fisik maupun kimia, seperti reaksi Maillard dan karamelisasi. Dari aspek keselamatan kerja, proses ini memiliki beberapa potensi bahaya, antara lain paparan panas, kontak dengan permukaan mesin yang bersuhu tinggi, risiko kebakaran, serta paparan asap hasil penyangraian. Selain itu, aktivitas memasukkan dan mengeluarkan biji kopi dari mesin juga dapat menimbulkan risiko ergonomi akibat pengangkatan material secara manual. Setelah proses *roasting* selesai, biji kopi akan mengalami proses penggilingan (*grinding*) untuk menghasilkan ukuran partikel tertentu sesuai dengan karakteristik produk yang diinginkan. Clarke dan Macrae (1987) menjelaskan bahwa ukuran partikel kopi hasil penggilingan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas ekstraksi dan cita rasa kopi. Dari sudut pandang keselamatan kerja, proses *grinding* memiliki potensi bahaya berupa paparan debu kopi, kebisingan mesin, risiko tersangkut pada komponen mesin yang berputar, serta risiko cedera selama kegiatan pembersihan dan perawatan mesin. Paparan debu kopi secara terus-menerus dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan apabila tidak didukung oleh sistem ventilasi yang memadai. Selain itu, tingkat kebisingan yang tinggi juga dapat menyebabkan gangguan pendengaran apabila pekerja terpapar dalam waktu yang lama. Oleh karena itu, identifikasi bahaya dan pengendalian risiko pada proses *roasting* dan *grinding* menjadi aspek yang sangat penting dalam mendukung penerapan keselamatan dan kesehatan kerja di industri pengolahan kopi.

Industri Pengolahan Kopi

Industri pengolahan kopi merupakan salah satu sektor agroindustri yang berperan dalam meningkatkan nilai tambah biji kopi mentah (*green bean*) menjadi produk siap konsumsi. Proses pengolahan kopi melibatkan serangkaian tahapan yang bertujuan untuk menghasilkan karakteristik aroma, rasa, dan kualitas produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Menurut Illy dan Viani (2005), pengolahan kopi tidak hanya menentukan kualitas produk akhir, tetapi juga memengaruhi efisiensi proses dan keamanan operasional selama kegiatan produksi berlangsung. Secara umum, tahapan pengolahan kopi meliputi penerimaan

bahan baku, penyimpanan, penyangraian (*roasting*), pendinginan (*cooling*), penggilingan (*grinding*), pengemasan, dan penyimpanan produk jadi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Alur Produksi Kopi
(Sumber : EPA, 1995)

Setiap tahapan memiliki karakteristik proses dan potensi bahaya yang berbeda. Aktivitas produksi yang melibatkan penggunaan mesin, temperatur tinggi, paparan debu, kebisingan, serta penanganan material secara manual berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, penerapan keselamatan dan kesehatan kerja menjadi aspek yang penting dalam mendukung keberlangsungan operasional industri pengolahan kopi.

a. Proses *Roasting* Kopi

Roasting atau penyangraian merupakan salah satu tahapan terpenting dalam pengolahan kopi karena berfungsi untuk membentuk aroma, warna, dan cita rasa khas kopi melalui proses pemanasan biji kopi pada temperatur tinggi. Menurut Illy dan Viani (2005), proses *roasting* umumnya berlangsung pada temperatur sekitar 180–240°C dan melibatkan berbagai perubahan fisik maupun kimia, seperti penguapan kadar air, reaksi Maillard, karamelisasi, serta pembentukan senyawa volatil yang berkontribusi terhadap karakteristik sensoris kopi, ilustrasi proses *roasting* kopi pada industri pengolahan kopi dapat dilihat pada Gambar 2.2. Dari sudut pandang keselamatan dan kesehatan kerja, proses *roasting* termasuk salah satu tahapan dengan tingkat risiko yang relatif tinggi. Hal ini disebabkan karena pekerja berinteraksi secara langsung dengan mesin yang beroperasi pada temperatur tinggi sehingga berpotensi menimbulkan paparan panas, luka bakar akibat kontak dengan permukaan mesin, maupun risiko kebakaran apabila terjadi kegagalan sistem atau akumulasi panas yang berlebihan. Selain itu, proses penyangraian juga menghasilkan asap dan partikel hasil pembakaran yang dapat memengaruhi kualitas udara di area kerja apabila sistem ventilasi tidak berfungsi secara optimal. Aktivitas pengisian dan pengeluaran biji kopi dari mesin *roasting* umumnya masih melibatkan

penanganan material secara manual. Kondisi tersebut dapat menyebabkan risiko ergonomi akibat postur kerja yang kurang sesuai serta pengangkatan beban secara berulang. Oleh karena itu, proses *roasting* memerlukan pengendalian yang memadai untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja maupun gangguan kesehatan pada pekerja.



Gambar 2.2 Proses *Roasting* Kopi
(Sumber : Pratter, 2024)

b. Proses *Grinding* Kopi

Setelah melalui proses penyangraian dan pendinginan, biji kopi akan mengalami proses penggilingan (*grinding*) untuk menghasilkan ukuran partikel tertentu sesuai dengan karakteristik produk yang diinginkan. Menurut Clarke dan Macrae (1987), ukuran partikel hasil penggilingan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses ekstraksi dan kualitas seduhan kopi. Oleh karena itu, proses *grinding* menjadi salah satu tahapan penting dalam menentukan mutu produk akhir, ilustrasi proses *grinding* pada industri pengolahan kopi dapat dilihat pada Gambar 2.3. Dari aspek keselamatan kerja, proses *grinding* memiliki beberapa potensi bahaya yang perlu diperhatikan. Operasi mesin penggiling menghasilkan debu kopi halus yang dapat terdispersi ke udara dan terhirup oleh pekerja. Paparan debu secara terus-menerus berpotensi menimbulkan iritasi saluran pernapasan maupun gangguan kesehatan apabila konsentrasinya melebihi batas yang diperbolehkan. Selain itu, mesin penggiling juga menghasilkan tingkat kebisingan tertentu yang dapat memengaruhi kenyamanan dan kesehatan pendengaran pekerja apabila paparan terjadi dalam jangka waktu yang lama.

Bahaya mekanik juga dapat muncul akibat adanya komponen mesin yang bergerak dan berputar. Apabila pengamanan mesin tidak memadai, pekerja berisiko mengalami cedera akibat tersangkut pada bagian mesin selama proses operasi maupun kegiatan pembersihan dan perawatan. Aktivitas pemindahan bahan baku dan produk hasil penggilingan secara manual juga dapat menyebabkan risiko ergonomi yang berhubungan dengan postur kerja dan pengangkatan beban. Oleh karena itu, pengendalian risiko pada proses *grinding* perlu dilakukan secara menyeluruh untuk melindungi pekerja dari berbagai potensi bahaya yang ada.



Gambar 2.3 Proses *Grinding* kopi
(Sumber : Getty, 2023)

Standar dan Regulasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja dalam penelitian ini mengacu pada berbagai standar dan regulasi yang berlaku baik di tingkat nasional maupun internasional. Standar internasional yang digunakan adalah ISO 45001:2018 tentang *Occupational Health and Safety Management Systems*, yang menekankan pentingnya identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penerapan tindakan pengendalian untuk mencegah cedera serta gangguan kesehatan akibat kerja. Standar ini menjadi pedoman utama dalam penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja di berbagai sektor industri.

Pada tingkat nasional, penerapan K3 mengacu pada Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja yang mengatur kewajiban perusahaan dalam menyediakan kondisi kerja yang aman bagi tenaga kerja. Selain itu, Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) juga menjadi dasar dalam pelaksanaan program K3 di lingkungan industri. Melalui penerapan standar dan regulasi tersebut, perusahaan diharapkan mampu mengurangi risiko kecelakaan kerja, meningkatkan budaya keselamatan, serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif observasional dengan pendekatan kualitatif. Penelitian dilaksanakan pada salah satu pabrik kopi di Kota Bandung, Jawa Barat, dengan fokus pada proses roasting dan grinding yang memiliki potensi bahaya relatif tinggi dibandingkan proses lainnya. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap aktivitas kerja, wawancara dengan operator, serta dokumentasi kondisi lapangan. Objek penelitian meliputi seluruh aktivitas kerja pada proses roasting, cooling, grinding, penanganan material, dan pengemasan produk untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja.

Analisis data dilakukan menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) yang meliputi identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penentuan tindakan pengendalian. Identifikasi bahaya dilakukan pada setiap aktivitas kerja untuk mengetahui sumber bahaya fisik, mekanik, kimia, ergonomi, dan lingkungan kerja. Penilaian risiko dilakukan berdasarkan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*), sedangkan pengendalian risiko ditentukan berdasarkan hierarki pengendalian yang meliputi eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri. Rekomendasi pengendalian diberikan untuk setiap bahaya yang memiliki tingkat risiko sedang hingga tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi lapangan, ditemukan beberapa potensi bahaya pada proses *roasting* di Pabrik Kopi Bandung. Proses *roasting* merupakan tahapan yang memiliki tingkat interaksi tinggi antara pekerja dan mesin sehingga berpotensi menimbulkan berbagai risiko keselamatan dan kesehatan kerja. Aktivitas *roasting* diawali dengan pengangkatan dan pengisian biji kopi mentah (green bean) ke dalam hopper mesin *roasting*, dokumentasi proses *roasting* pada pabrik kopi yang menjadi objek penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1. Aktivitas ini dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan gangguan muskuloskeletal akibat postur kerja yang kurang ergonomis dan pengangkatan beban secara berulang. Setelah bahan dimasukkan, operator melakukan pengaturan suhu dan waktu *roasting* sesuai profil penyangraian yang diinginkan. Selama proses berlangsung, operator berada di sekitar mesin yang bekerja pada temperatur tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan pekerja berpotensi terpapar panas, mengalami luka bakar akibat kontak dengan permukaan mesin, serta terpapar asap hasil penyangraian. Selain itu, adanya temperatur operasi yang tinggi juga meningkatkan potensi kebakaran apabila terjadi gangguan pada sistem operasi mesin. Hasil identifikasi bahaya menunjukkan bahwa sumber bahaya pada proses *roasting* berasal dari faktor fisik, faktor kimia, dan faktor ergonomi. Potensi bahaya tersebut dapat menyebabkan cedera ringan hingga gangguan kesehatan yang lebih serius apabila tidak dilakukan pengendalian secara memadai.



Gambar 3.1 Proses *Roasting* kopi
(Sumber : Dokumentasi kunjungan, 2026)

Karakteristik bahaya pada proses *roasting* sebagian besar berasal dari energi panas yang digunakan selama proses penyangraian berlangsung. Semakin tinggi temperatur operasi, semakin besar potensi terjadinya cedera akibat paparan panas maupun kontak langsung dengan permukaan mesin. Oleh karena itu, proses *roasting* memerlukan pengawasan yang lebih ketat dibandingkan aktivitas produksi lainnya.

Selain berdampak pada keselamatan pekerja, kondisi suhu yang tinggi juga dapat memengaruhi keandalan peralatan produksi. Apabila mesin mengalami gangguan sistem atau terjadi *overheating*, risiko kebakaran dapat meningkat dan berpotensi menyebabkan kerusakan aset perusahaan serta terganggunya kontinuitas produksi. Oleh karena itu, pemeriksaan berkala terhadap kondisi mesin *roasting* menjadi bagian penting dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja



Gambar 3.2 Proses *Cooling* dan *Grinding* kopi
 (Sumber : Dokumentasi kunjungan, 2026)

Proses grinding menghasilkan karakteristik lingkungan kerja yang berbeda dibandingkan proses roasting. Pada tahap ini, pekerja lebih banyak berinteraksi dengan mesin yang bergerak dan terpapar partikel debu kopi yang dihasilkan selama proses penggilingan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa aspek kesehatan kerja memiliki peranan yang sama pentingnya dengan aspek keselamatan kerja.

Selain itu, aktivitas pembersihan area kerja dan mesin setelah proses produksi selesai juga memiliki potensi bahaya tersendiri. Apabila prosedur pembersihan tidak dilakukan dengan benar, pekerja berisiko mengalami cedera akibat kontak dengan bagian mesin yang masih aktif. Oleh karena itu, penerapan prosedur kerja yang aman menjadi salah satu faktor penting dalam meminimalkan risiko kecelakaan.

Hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan rekomendasi pengendalian pada proses *roasting* dan *grinding* menggunakan metode HIRADC yang disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil HIRADC pada proses *Roasting* dan *Grinding*

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak	L	S	R	Tingkat Risiko	Pengendalian yang Ada	Rekomendasi Pengendalian
Memasukkan biji kopi ke mesin roasting	Pengangkatan karung kopi secara manual	Cedera punggung, nyeri otot	3	3	9	Sedang	SOP kerja	Menggunakan troli dan pelatihan ergonomi
Mengoperasikan mesin roasting	Paparan suhu tinggi	Luka bakar	4	4	16	Tinggi	Sarung tangan	Menambah pelindung panas dan tanda bahaya
Membuka pintu drum roasting	Kontak dengan permukaan panas	Luka bakar serius	4	4	16	Tinggi	APD	Insulasi termal pada permukaan mesin
Proses roasting	Asap roasting	Gangguan pernapasan	3	3	9	Sedang	Ventilasi umum	<i>Local exhaust ventilation</i>
Proses roasting	Kebakaran akibat overheating	Luka bakar, kerusakan aset	2	5	10	Tinggi	APAR	Sistem alarm suhu otomatis
Pendinginan kopi hasil roasting	Debu kopi beterbangan	Iritasi mata dan saluran napas	3	2	6	Sedang	Masker	<i>Dust collector</i>

Memasukkan kopi ke grinder	Pengangkatan material	Cedera otot dan tulang	3	3	9	Sedang	SOP	Alat bantu angkut
Pengoperasian grinder	Bagian mesin berputar	Jari terjepit atau amputasi	3	5	15	Tinggi	Pelindung mesin	<i>Interlock system</i> dan <i>lockout-tagout</i>
Pengoperasian grinder	Kebisingan mesin	Gangguan pendengaran	4	3	12	Tinggi	Earplug	Program konservasi pendengaran
Pengoperasian grinder	Debu kopi halus	Gangguan pernapasan	4	3	12	Tinggi	Masker	<i>Dust collector</i> dan ventilasi lokal
Pembersihan grinder	Mesin hidup saat dibersihkan	Cedera tangan	2	5	10	Tinggi	SOP	Lockout-tagout (LOTO)
Area produksi	Lantai licin akibat tumpahan kopi	Terpeleset dan jatuh	3	2	6	Sedang	<i>Housekeeping</i>	Program inspeksi rutin
Pengemasan produk	Gerakan berulang	Musculoskeletal disorder	3	2	6	Sedang	Istirahat kerja	Perbaikan desain stasiun kerja
Penyimpanan kopi	Tumpukan bahan jatuh	Cedera kepala dan tubuh	2	4	8	Sedang	Rak penyimpanan	Standarisasi tinggi tumpukan

Berdasarkan hasil penilaian risiko pada seluruh aktivitas kerja, terdapat beberapa bahaya yang memerlukan perhatian khusus karena memiliki nilai risiko tertinggi. Bahaya-bahaya tersebut diprioritaskan karena mempunyai tingkat keparahan yang besar dan berpotensi menyebabkan cedera serius maupun kerugian bagi perusahaan. Prioritas risiko tertinggi pada proses roasting dan grinding disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Prioritas Risiko Tertinggi pada proses Roasting dan Grinding

No	Bahaya	Nilai Risiko	Kategori
1	Paparan suhu tinggi mesin roasting	16	Tinggi
2	Kontak dengan permukaan panas roasting	16	Tinggi
3	Tersangkut bagian mesin grinder	15	Tinggi
4	Kebisingan mesin grinder	12	Tinggi
5	Debu kopi pada proses grinding	12	Tinggi
6	Kebakaran akibat overheating	10	Tinggi
7	Pembersihan mesin tanpa LOTO	10	Tinggi

Berdasarkan Tabel 3.2, risiko tertinggi ditemukan pada paparan suhu tinggi mesin roasting dan kontak dengan permukaan panas pada proses roasting dengan nilai risiko sebesar 16. Tingginya nilai risiko tersebut menunjukkan bahwa aktivitas roasting merupakan salah satu tahapan yang paling kritis dalam proses produksi kopi karena melibatkan temperatur operasi yang tinggi dan interaksi langsung antara pekerja dengan peralatan produksi. Apabila tidak dilakukan pengendalian yang memadai, kondisi tersebut dapat menyebabkan cedera serius berupa luka bakar pada pekerja.

Risiko tinggi lainnya ditemukan pada proses grinding, yaitu bahaya tersangkut pada bagian mesin yang berputar dengan nilai risiko sebesar 15. Risiko ini memiliki tingkat keparahan yang tinggi karena dapat menyebabkan cedera permanen bahkan kehilangan anggota tubuh. Oleh karena itu, pemasangan pelindung mesin (*machine guard*) serta penerapan sistem *lockout-tagout* (LOTO) menjadi langkah penting untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

Selain risiko keselamatan kerja, hasil penelitian juga menunjukkan adanya risiko kesehatan kerja berupa paparan debu kopi dan kebisingan mesin dengan nilai risiko sebesar 12. Paparan tersebut dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan pekerja apabila terjadi secara terus-menerus dalam jangka waktu yang panjang. Penggunaan ventilasi lokal, *dust collector*, serta alat pelindung diri seperti masker dan *earplug* dapat membantu mengurangi dampak paparan tersebut.

Secara keseluruhan, hasil prioritas risiko menunjukkan bahwa proses roasting dan grinding merupakan tahapan produksi yang memerlukan perhatian khusus dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja. Pengendalian yang tepat melalui pendekatan teknik, administratif, dan penggunaan alat pelindung diri diharapkan dapat menurunkan tingkat risiko serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat bagi pekerja.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) pada proses roasting dan grinding di salah satu pabrik kopi di Bandung, ditemukan berbagai potensi bahaya yang berasal dari faktor fisik, mekanik, ergonomi, dan lingkungan kerja. Bahaya yang teridentifikasi meliputi pengangkatan material secara manual, paparan suhu tinggi, kontak dengan permukaan panas, paparan asap roasting, kebisingan mesin, debu kopi, serta risiko kontak dengan bagian mesin yang berputar. Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa proses roasting dan grinding merupakan tahapan produksi dengan tingkat risiko tertinggi dibandingkan aktivitas lainnya.

Prioritas risiko tertinggi ditemukan pada paparan suhu tinggi mesin roasting dan kontak dengan permukaan panas dengan nilai risiko sebesar 16, diikuti oleh risiko tersangkut pada bagian mesin grinder dengan nilai risiko sebesar 15, serta paparan debu kopi dan kebisingan mesin dengan nilai risiko sebesar 12. Berdasarkan hasil tersebut, pengendalian risiko melalui pengendalian teknik, pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri sesuai hierarki pengendalian dinilai mampu mengurangi potensi kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan akibat kerja. Penerapan metode HIRADC dapat membantu perusahaan dalam menentukan prioritas pengendalian risiko serta meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja pada industri pengolahan kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Baggenstoss, J., et al. (2008). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5836–5846.
- Clarke, R. J., & Macrae, R. (1987). *Coffee: Technology Volume 2*. London: Elsevier Applied Science.
- Espresso Coffee: The Science of Quality. Illy, A., & Viani, R. (2005). *Espresso Coffee: The Science of Quality*. London: Academic Press.
- Getty, 2023. Close-up mesin penggiling kopi dengan biji kopi di pabrik.
Sumber : <https://unsplash.com/id/foto/close-up-mesin-penggiling-kopi-dengan-biji-kopi-di-pabrik-YZL1jx6dVMo> (Diakses pada 16 Juni 2026)
- Illy, A., & Viani, R. (2005). *Espresso Coffee: The Science of Quality* (2nd ed.). Academic Press.
- International Labour Organization (ILO). (2021). *Safety and Health at the Heart of the Future of Work*. Geneva: ILO.
- International Labour Organization. (2023). *The Fundamental Conventions on Occupational Safety and Health*. Geneva: ILO.
- International Organization for Standardization. (2018). *Occupational Health and Safety Management Systems — Requirements with Guidance for Use*. Geneva: ISO.
- ISO. (2018). *ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management Systems—Requirements with Guidance for Use*. Geneva: International Organization for Standardization.

- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2015). *Hierarchy of Controls*. Centers for Disease Control and Prevention.
- Pratter, 2024. Istilah-Istilah Penting dalam Roasting Kopi.
Sumber : <https://pratter.co.id/menjelajahi-istilah-penting-dalam-roasting-kopi/> (Diakses pada 16 Juni 2026)
- Ramli, S. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Republik Indonesia. (1970). *Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja*.
- Tarwaka. (2017). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (1995). *AP-42, Chapter 9.13.2 Coffee Roasting*. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency.