

Bab 21: Penyakit dan Cedera Akibat Kerja

Kathleen Kreiss dan Kristin J. Cummings

PENDAHULUAN

Bagi kebanyakan orang dewasa dan beberapa remaja, pekerjaan menghabiskan setidaknya sepertiga dari minggu kerja dan setengah dari jam bangun. Stres kerja dan bahaya kerja merupakan beban kesehatan-masyarakat yang berbeda secara substansial dari banyak tanggung jawab kesehatan-masyarakat di lokasi keahlian dan praktik dan pemangku kepentingan masyarakat. Bahkan tiga abad yang lalu, Ramazzini menggambarkan penyakit dari pekerjaan tertentu dan meminta dokter untuk selalu menanyakan tentang sifat pekerjaan pada orang yang berkonsultasi dengan mereka untuk penyakit (1). Penambang terkena phthisis, yang sekarang dikaitkan dengan silikosis dan penyakit mikobakteri yang membuat mereka rentan akibat toksisitas debu silika terhadap makrofag. Para penenun menderita asma, yang sekarang dikaitkan dengan debu organik yang terkontaminasi endotoksin. Pekerja yang terpapar merkuri mengembangkan gejala sisa neurologis. Sebagian besar petugas kesehatan-masyarakat percaya bahwa racun di tempat kerja ini telah lama dikendalikan, tetapi penyakit lama muncul lagi di industri baru, sebagai akibat dari teknologi baru, atau karena tidak adanya peraturan atau penegakan hukum. Selain itu, dengan pengenalan *exposure* baru, penyakit baru diidentifikasi.

MENGIDENTIFIKASI DAN MELIBATKAN PEMANGKU KEPENTINGAN

Salah satu langkah pertama dan paling penting dalam melakukan investigasi lapangan tentang penyakit atau cedera di tempat kerja adalah mengidentifikasi dan melibatkan para pemangku kepentingan. Tiga kelompok pemangku kepentingan dasar adalah manajemen tempat kerja, tenaga kerja, dan pemerintah.

Manajemen

- *Tempat kerja skala kecil.* Di tempat skala kerja kecil, pemilik bisnis dapat menjadi kontak utama untuk masalah penyelenggaraan, masalah kesehatan dan keselamatan, dan sumber daya manusia. Dengan demikian, satu orang ini mungkin dapat memberikan informasi penting kepada ahli epidemiologi lapangan yang berkaitan dengan investigasi, seperti:
 - Deskripsi proses kerja.
 - Lembar data keselamatan.
 - Data cedera dan penyakit yang dicatat
 - Daftar nama pekerja yang mencakup nama, tanggal perekrutan, departemen, dan jabatan.
- *Tempat kerja yang dioperasikan oleh perusahaan besar.* Berbeda dengan tempat kerja kecil, tempat kerja yang dioperasikan oleh perusahaan regional

atau multinasional besar mungkin memiliki seluruh departemen yang didedikasikan untuk setiap fungsi dan personel di tingkat lokal, nasional, dan internasional. Dalam situasi seperti itu, ahli epidemiologi perlu menetapkan di awal investigasi siapa yang akan mewakili manajemen dan berfungsi sebagai kontak utama bagi peneliti. Manajer tingkat lokal umumnya mendapat informasi terbaik tentang tempat kerja, dan mengadvokasi keterlibatan mereka mungkin bermanfaat. Namun, khususnya dalam situasi yang kontroversial (misalnya, kematian pekerja atau sakit parah atau cedera), manajemen lokal mungkin tidak diberdayakan untuk memberikan informasi atau membuat keputusan terkait investigasi. Bukan hal yang aneh bagi pemberi kerja yang lebih besar untuk merujuk peneliti kesehatan-masyarakat ke pengacara.

- *Mengakses tempat kerja dan populasi pekerja*, dan mengenali masalah manajemen.
 - Manajemen mengontrol akses ke tempat kerja dan populasi pekerja di lokasi. Bahkan dengan akses peraturan atau undang-undang untuk masalah kesehatan-masyarakat, ahli epidemiologi lapangan mendapat manfaat dengan mengembangkan kepercayaan dengan kepekaan terhadap masalah manajemen dan kejelasan tentang prosedur kesehatan-masyarakat.
 - Kekhawatiran ekonomi dapat berasal dari klaim kompensasi pekerja atau tarif asuransi. Jika investigasi lapangan menunjukkan bahaya produk, pengusaha dapat menghadapi tuntutan hukum pihak ketiga dari pekerja di perusahaan hilir yang membeli produk. Bahkan konsumen produk perusahaan hilir dapat mengajukan tuntutan terhadap produsen hulu bahan berbahaya, seperti yang terjadi dalam pembuatan popcorn microwave dengan diacetyl penyedap mentega, yang menyebabkan bronkiolitis obliteratif (2).
 - Manajemen mungkin takut akan meningkatnya kerusakan tenaga kerja dan publisitas yang buruk.
 - Manajemen juga mungkin khawatir tentang pengungkapan informasi bisnis eksklusif dan rahasia dagang, yang dapat memiliki konsekuensi ekonomi.

Tenaga kerja

- *Pekerja*. Pekerja sering kali merupakan pemangku kepentingan yang membawa kekhawatiran tentang kesehatan tempat kerja dan risiko cedera menjadi perhatian kesehatan-masyarakat. Mereka mungkin melakukan ini melalui konsultasi dengan dokter, yang kemudian memberi tahu lembaga kesehatan-masyarakat, atau melalui permintaan langsung. Kerahasiaan penting bagi sebagian besar pekerja, yang ingin menghindari pemecatan atau dikenai sanksi karena melapor kepada otoritas pemerintah. Meskipun perlindungan hukum ada untuk pelapor, akses ke perwakilan hukum mungkin dibatasi oleh kurangnya keakraban dan oleh kendala ekonomi.

- *Serikat pekerja.* Secara historis, serikat pekerja telah menjadi pemangku kepentingan penting dalam meminta investigasi kesehatan-masyarakat. Pada tahun 2017, hanya 6,5% dari tenaga kerja sektor swasta AS yang diwakili oleh serikat pekerja (3). Ketika mereka mewakili pekerja, keterlibatan serikat pekerja dalam investigasi kesehatan-masyarakat sangat penting. Mereka dapat memberikan gambaran tentang tempat kerja dan hubungan kerja. Serikat pekerja internasional dapat memanfaatkan temuan dari investigasi di seluruh industri dengan memberi tahu serikat pekerja lokal di perusahaan lain dan dengan negosiasi kontrak untuk memasukkan ketentuan kesehatan dan keselamatan, seperti pemantauan biologis.

Tenaga kerja kontrak. Penggunaan tenaga kerja kontrak telah berkembang selama bertahun-tahun. Pengaturan pekerjaan, seperti yang melibatkan majikan agen kontrak dan majikan tempat kerja, dapat memperumit investigasi lapangan dengan memperkenalkan ambiguitas tentang tanggung jawab untuk kesehatan dan keselamatan tempat kerja dan akses tempat kerja. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) of the Centers for Disease Control and Prevention memiliki pengalaman dengan agen kontrak yang tidak mengizinkan pekerja mereka untuk berpartisipasi dalam investigasi kesehatan-masyarakat dari majikan di tempat kerja. Di sisi lain, Departemen Kesehatan-masyarakat California mengharuskan produsen perasa untuk memasukkan pekerja kontrak dalam memantau kemungkinan kelainan fungsi paru terkait penyedap (4). Ahli epidemiologi lapangan harus mengeksplorasi kompleksitas pekerjaan karena pekerja kontrak mungkin berada pada risiko tertinggi untuk cedera dan penyakit di tempat kerja (5). Kemungkinan keberhasilan dalam investigasi pekerjaan dapat meningkat jika petugas investigasi kesehatan-masyarakat mengantisipasi kecemasan partisipasi oleh pemangku kepentingan tenaga kerja yang mungkin menganggap pekerjaan mereka semakin genting dan takut akan penutupan pabrik atau kehilangan kontrak kerja tidak tetap.

Pemerintah

Pemerintah merupakan pemangku kepentingan ketiga dalam kesehatan dan keselamatan kerja. Taruhan pemerintah dapat dilihat sebagai memajukan kontrak sosial yang memelihara masyarakat yang kohesif dan produktif dan menegakkan hukum dan peraturan. Hukum dan peraturan kerja bersifat nasional dan ditetapkan oleh pemerintah federal. Pemerintah federal mendelegasikan tanggung jawab untuk penegakannya kepada beberapa lembaga negara bagian, yang kemudian memiliki tanggung jawab yang tumpang tindih dalam kesehatan kerja. Di tingkat federal, peran pemerintah yang relevan dipisahkan menjadi dua departemen yang berbeda: regulasi/penegakan dan konsultasi/layanan penelitian.

- *Regulatori.* Di Amerika Serikat, US Department of Labor, the Occupational Safety and Health Administration (OSHA) and Mine Safety and Health Administration (MSHA) menetapkan dan menegakkan standar tempat kerja untuk *exposure* dan keselamatan di sebagian besar tempat kerja. Di bawah

Klausul Tugas Umum Undang-Undang Kesehatan Kerja dan Keselamatan tahun 1970 (6), pemberi kerja diwajibkan untuk menyediakan tempat kerja yang “bebas dari bahaya yang dapat dikenali yang menyebabkan atau kemungkinan besar menyebabkan kematian atau cedera serius bagi pekerjanya”..” Selain itu, lembaga-lembaga ini memiliki batas *exposure* yang diizinkan berdasarkan bahan kimia. Ambang batas *exposure* yang diizinkan hanya ada untuk sebagian kecil dari semua potensi bahaya di tempat kerja dan biasanya tidak memperhitungkan sifat aditif atau sinergis potensial dari campuran yang mungkin ada di tempat kerja. Dengan demikian, regulasi belum menghilangkan banyak peluang untuk *exposure* berbahaya di tempat kerja (7).

- *Penelitian dan pelayanan.* Pemangku kepentingan utama pemerintah federal yang berkaitan dengan penelitian kesehatan-masyarakat dan investigasi layanan adalah NIOSH. Tanggung jawab NIOSH mencakup penelitian untuk membuat rekomendasi standar untuk memandu OSHA dan MSHA dalam menetapkan peraturan; layanan investigasi kepada pekerja, industri, dan departemen kesehatan negara bagian dan lokal; dan pendidikan di bidang keselamatan dan kesehatan kerja. Dalam membuat ambang batas *exposure* yang direkomendasikan untuk melindungi kesehatan, NIOSH tidak diharuskan mempertimbangkan biaya atau kelayakan, tetapi badan pengatur di Departemen Tenaga Kerja harus mempertimbangkan faktor-faktor tersebut dalam menetapkan batas *exposure* yang diizinkan. Peran NIOSH dalam merekomendasikan pedoman perlindungan kesehatan untuk peraturan membuat NIOSH sangat tertarik pada masalah yang muncul dan tidak diatur yang memerlukan investigasi lebih lanjut di tempat kerja atau di seluruh industri. Selain itu, NIOSH mendanai banyak departemen kesehatan negara bagian dan lokal untuk melakukan pengawasan terhadap indikator kesehatan kerja, penyakit, dan cedera tertentu yang biasanya dilaporkan tanpa pengidentifikasi untuk perkiraan tingkat nasional dari beban penyakit terkait pekerjaan.

PERTIMBANGAN OPERASIONAL DASAR DALAM MENGENALI DAN MENYELIDIKI PENYAKIT AKIBAT KERJA, CEDERA, DAN KONDISI LAINNYA

Pendekatan untuk mengenali dan menyelidiki kondisi kerja dapat dengan mudah dibedakan dari pendekatan terhadap penyakit menular. Perbedaan-perbedaan ini terutama berkaitan dengan pengenalan awal masalah; jenis dan ketersediaan sumber daya untuk investigasi; kebutuhan untuk penilaian *exposure* kuantitatif; pendekatan untuk pengawasan; dan karakterisasi dan implikasi dari perbedaan dalam pengaturan *exposure* dan kejadian.

Pengakuan

Badan kesehatan-masyarakat di tingkat lokal, negara bagian, dan federal telah mengamanatkan tanggung jawab dan wewenang untuk mengendalikan infeksi menular dan tidak menular, dan dokter terbiasa dengan peraturan yang mengharuskan pelaporan banyak infeksi ke departemen kesehatan-masyarakat negara bagian. Sebaliknya, hanya sedikit dokter yang terlatih untuk mengenali penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan, selain infeksi. Ketika departemen kesehatan negara bagian telah menerapkan persyaratan pelaporan untuk upaya pengawasan khusus pada penyakit atau cedera akibat kerja, beberapa dokter melaporkan (8). Namun demikian, kesehatan kerja telah mendapat manfaat dari banyak dokter yang cermat yang mengenali atau mencurigai penyakit akibat kerja baru, seperti neuropati kandung kemih akibat katalis baru dalam pembuatan busa poliuretan (9), penyakit paru interstisial pada pekerja nilon yang membuat pelapis (10), indium penyakit paru-paru pada pekerja yang melakukan pelapisan ubin (*tile sputtering*) untuk layar sensitif sentuhan (11), dan bronkiolitis obliteratif pada popcorn microwave (12), penyedap rasa (13), dan pekerja pengolah kopi (14). Ketika dokter mengenali kemungkinan penyakit atau cedera akibat kerja, mereka biasanya menghubungi lembaga kesehatan-masyarakat negara bagian atau lokal.

Untuk berbagai penyakit akibat kerja, dokter dapat mengobati pasien tanpa mempertimbangkan penyebab pekerjaan. Misalnya, asma akibat kerja, yang menyumbang setidaknya 15% dari asma *onset* dewasa (15), dapat menanggapi pengobatan farmakologis meskipun penghapusan dari *exposure* tempat kerja yang memicu di awal perjalanan klinis dapat menghasilkan penyembuhan permanen. Pasien dengan neuropati *carpal tunnel syndrome* dapat menjalani pembedahan, ketika menghilangkan gerakan berulang pergelangan tangan dalam posisi non-netral dapat meredakan gejala dan perkembangannya. Pasien individu tersebut dapat menjadi penjaga bahwa rekan kerja berbagi *exposure* umum atau tekanan fisik memiliki hasil kesehatan yang serupa. Investigasi kesehatan-masyarakat terhadap kasus sentinel yang cedera atau penyakit yang diduga berkaitan dengan pekerjaan dapat menghasilkan perbaikan faktor penyebab dan pencegahan kasus lain.

Pekerja sering menyadari bahwa ada sekelompok penyakit atau cedera di antara rekan kerja. Kecuali seorang dokter melayani wilayah geografis atau populasi yang kecil, dia tidak mungkin mencurigai adanya hubungan antara beberapa kasus penyakit atau cedera kronis dan tempat kerja tertentu.

Sumber Daya untuk Investigasi

Setelah menerima laporan dokter atau pekerja tentang masalah kesehatan yang diduga terkait pekerjaan, ahli epidemiologi lapangan dapat mencoba memastikan apakah masalah kesehatan tersebut disebabkan oleh *exposure* yang diatur oleh suatu peraturan atau kondisi kerja atau dari *exposure* atau keadaan yang tidak diatur atau tidak dikenali. Untuk *exposure* yang diatur, OSHA atau MSHA adalah sumber yang

tepat. Badan pengatur dapat memeriksa tempat kerja untuk mengukur *exposure* dan menilai langkah-langkah keamanan untuk mencegah kasus lain dengan memastikan bahwa standar ditegakkan. Misalnya, keracunan timbal pada pekerja yang terpapar timbal dapat menimbulkan tindakan korektif dari OSHA. Dua puluh satu negara bagian dan satu wilayah AS memiliki rencana penegakan negara bagian yang disetujui OSHA yang mencakup tempat kerja pemerintah swasta dan lokal, dan lima negara bagian dan satu wilayah hanya mencakup pekerja pemerintah lokal. Di semua negara bagian lain, OSHA federal bertanggung jawab atas investigasi dan penegakan hukum. Tanggung jawab yang berpotensi tumpang tindih untuk kesehatan dan keselamatan kerja negara bagian dan pemerintah federal kontras dengan sebagian besar tanggung jawab kesehatan-masyarakat lainnya, yang merupakan otoritas negara bagian dan lokal, daripada federal.

Ketika standar untuk *exposure* tidak ada, peran penegakan peraturan OSHA terbatas pada Klausul Tugas Umum (6). Contoh bahaya yang tidak diatur adalah cedera gerakan berulang, sering dikaitkan dengan kekuatan dan tingkat pengulangan, dan keluhan terkait udara dalam ruangan di gedung lembab di mana pengukuran bioaerosol yang memprediksi hasil kesehatan yang merugikan, seperti asma dan pneumonitis hipersensitivitas, tidak ada. Jelas, masalah yang muncul dalam proses pengakuan dan investigasi tidak memiliki peraturan yang berlaku. Tanggung jawab penting dari ahli epidemiologi lapangan adalah untuk menyelidiki masalah kesehatan akibat kerja yang muncul dan merumuskan panduan pengendalian *exposure*. Investigasi penyakit akibat kerja yang diketahui dan kondisi lain dalam pengaturan baru juga dapat memiliki konsekuensi kesehatan-masyarakat (Kotak 21.1) (16). Konsultasi dengan NIOSH atau dengan pusat akademik yang memiliki keahlian kesehatan kerja mungkin merupakan langkah pertama yang efisien dalam berkontribusi pada basis pengetahuan kesehatan-masyarakat pencegahan penyakit dan cedera akibat kerja.

Kotak 21.1

Kematian Pekerja *Fracking* dan Perminyakan

MASALAH KESEHATAN-MASYARAKAT

Pada tahun 2010 dan 2012, pekerja muda di Montana dan North Dakota meninggal di atas *cat-walk* saat mengukur tingkat cairan tangki penyimpanan minyak mentah dan gas.

RESPONS KESEHATAN-MASYARAKAT

Kejadian-kejadian sentinel yang mungkin ini memicu tinjauan laporan media, investigasi kasus fatalitas OSHA, dan pangkalan data Kematian NIOSH dalam Minyak dan Gas. Tujuh kematian non-traumatik serupa terjadi selama Januari 2010-Maret 2015 di tiga negara bagian lainnya. Pekerja meninggal saat mengukur atau mengambil sampel tangki yang terkait dengan sumber gas dan uap hidrokarbon terkonsentrasi di udara terbuka. Penilaian *exposure* mendokumentasikan konsentrasi oksigen yang sangat rendah di atas palka terbuka dan

peningkatan konsentrasi gas dan uap hidrokarbon, yang dapat menyebabkan gejala sistem saraf pusat akut.

POIN PENTING

Investigasi kejadian sentinel dapat mendokumentasikan bahaya kerja baru yang dapat dicegah dengan titik pengumpulan sampel cairan alternatif, pemantauan ketinggian cairan dari jarak jauh, penggunaan pemantauan gas yang tepat, dan pelatihan pekerja.

Sumber: Referensi 16.

Penilaian *Exposure* Kuantitatif

Berbeda dengan kebanyakan investigasi penyakit menular, penilaian *exposure* kuantitatif merupakan prioritas dalam investigasi kesehatan kerja. Dalam menghubungkan hasil kesehatan dengan kondisi kerja, tingkat *exposure* menentukan kewajaran dari hasil kesehatan yang merugikan dan panduan untuk pengendaliannya. Sebagian besar ahli epidemiologi perlu mencari bantuan ahli dari ilmuwan lingkungan atau ahli kesehatan kerja yang memiliki pelatihan untuk menentukan tingkat *exposure* di tempat kerja. Panduan untuk mengontrol *exposure* tergantung pada tingkat *exposure* dan mungkin termasuk ventilasi pembuangan, kontrol teknik lainnya, kontrol administratif, atau peralatan pelindung diri.

Investigasi lapangan terhadap penyakit atau cedera akibat kerja baru sering kali membutuhkan klaster kasus yang dapat ditangani dengan cara berbasis populasi di tempat kerja. Pengecualian adalah kematian terkait pekerjaan dan kondisi tidak umum yang diketahui memiliki penyebab lingkungan, seperti pneumonitis hipersensitivitas. Dalam kebanyakan kasus penyakit baru, satu kasus tidak dapat mengakibatkan atribusi ke tempat kerja tanpa adanya pendekatan epidemiologi (berbasis populasi) terhadap faktor risiko. Sebagian besar penyakit akibat kerja yang muncul tidak dapat diidentifikasi dengan biomarker kausal, seperti kadar timbal dalam darah. Untuk hasil pencegahan yang dapat ditindaklanjuti dari investigasi penyakit yang muncul, klaster biasanya diperlukan (Kotak 21.2) (2, 12–14, 17).

Kotak 21.2

Bronkiolitis Obliteratif pada Pekerja Popcorn Microwave yang Terpapar Penyedap Rasa

MASALAH KESEHATAN-MASYARAKAT

Delapan mantan pekerja popcorn microwave menderita penyakit paru-paru parah; empat terdaftar untuk transplantasi paru-paru.

RESPONS KESEHATAN-MASYARAKAT

Pengkajian catatan medis menetapkan sekelompok kasus penyakit paru obstruktif tetap yang tidak diketahui asalnya. Departemen Kesehatan dan Layanan Sosial Missouri dan NIOSH melakukan studi *cross-sectional* terhadap pekerja saat ini, yang menunjukkan bahwa 25% memiliki kelainan spirometri yang terkait dengan cara *exposure-respons* terhadap *exposure* diacetyl, bahan utama perasa mentega buatan. Investigasi selanjutnya dari lima pekerja *popcorn microwave* lainnya menemukan kasus yang konsisten dengan bronkiolitis obliteratif di empat pabrik lain.

POIN PENTING

Sebuah risiko industri muncul dari *exposure* diacetyl, kemudian terlibat dalam kasus-kasus dalam penyedap rasa, kue, dan produksi kopi. Eksperimen toksikologi hewan memberikan kemungkinan biologis untuk penilaian risiko dan batas *exposure* yang direkomendasikan.

Sumber: Referensi 2, 12–14, 17.

SURVEILANS

Surveilans adalah alat kesehatan-masyarakat yang sudah lama ada yang bisa memicu investigasi lapangan. Namun, surveilans penyakit dan cedera akibat kerja masih belum sempurna dibandingkan dengan surveilans penyakit menular. Pada tahun 1983, pelopor dalam surveilans kesehatan kerja (18) menggambarkan 50 kejadian kesehatan kerja sentinel yang mewakili kegagalan dalam pencegahan yang harus memicu tindakan kesehatan-masyarakat. Para penulis menyayangkan bahwa sertifikat kematian di banyak negara bagian tidak memiliki kode industri dan pekerjaan; meskipun ini tetap benar, beberapa penyakit akibat kerja yang unik (misalnya, pneumokoniosis) dapat dipelajari dengan surveilans sertifikat kematian. Banyak departemen kesehatan negara bagian kekurangan petugas untuk menindaklanjuti penyakit akibat kerja yang dilaporkan. Beberapa negara bagian yang berpartisipasi dalam pelaporan kejadian sentinel yang didanai NIOSH telah berkontribusi besar untuk memahami kondisi tertentu, termasuk asma akibat kerja, silikosis, keracunan timbal, dan keracunan pestisida. Selain itu, Dewan Ahli Epidemiologi Negara Bagian dan Teritorial telah mengembangkan rekomendasi untuk surveilans kesehatan dan cedera kerja (19), yang telah diadopsi oleh banyak departemen kesehatan negara bagian.

Upaya lain yang melibatkan surveilans kesehatan kerja adalah pemeriksaan klaim kompensasi pekerja, yang ada di setiap negara bagian; surveilans penambang batu bara yang diamanatkan federal melalui penyerahan radiografi dada ke NIOSH oleh dokter atau klinik yang disewa oleh operator tambang batu bara; dan surveilans federal tambahan terhadap penambang batu bara oleh tim bergerak NIOSH yang mengunjungi masing-masing tambang atau wilayah untuk mengambil radiografi dada dan melakukan uji fungsi paru. Namun, program unik untuk surveilans kesehatan penambang batu bara ini tidak diduplikasi untuk pekerjaan dan industri lain, di mana surveilans kesehatan tetap tidak dicirikan.

Negara-negara dengan inisiatif yang cukup besar dalam kesehatan kerja, seperti California, Massachusetts, dan Wisconsin, baru-baru ini telah memberikan kontribusi besar untuk memahami kondisi kesehatan kerja baru. Misalnya, Departemen Kesehatan-masyarakat California mendekati masalah yang muncul dari bronkiolitis obliteratif terkait perasa dengan bermitra dengan California OSHA (CalOSHA) dalam program pencegahan yang disebut Program Evaluasi Keselamatan dan Kesehatan Industri Penyedap. Itu mengharuskan produsen penyedap rasa untuk melaporkan kuesioner skrining medis dan data spirometri pada pekerja mereka untuk mengidentifikasi kasus dugaan penyakit paru terkait penyedap (4). Pengusaha termotivasi untuk berpartisipasi dengan jaminan bahwa CalOSHA akan memberikan konsultasi pencegahan dan tidak mengeluarkan kutipan. Menghubungkan kuesioner dan data surveilans medis pada tenaga kerja yang terpapar bumbu juga memungkinkan karakterisasi faktor risiko (13, 20). Faktor risiko ini, seperti jumlah tahunan diacetyl yang digunakan dalam produksi, memperkuat hubungan *exposure-respons* yang ditemukan dalam investigasi NIOSH sebelumnya di Missouri (12). CalOSHA bekerja dengan tempat kerja rasa paling berisiko untuk memantau penerapan perlindungan pernapasan dan kontrol teknik.

Investigasi Tempat Kerja

Klaster penyakit dan cedera akibat kerja yang dicurigai biasanya memerlukan akses ke pekerja di tempat kerja untuk melakukan investigasi epidemiologi berbasis populasi. Untuk mengidentifikasi faktor risiko yang dapat memandu langkah-langkah pencegahan, ahli epidemiologi lapangan harus membangun kesamaan dengan pengusaha, pengacara mereka, pekerja, dan terkadang perwakilan serikat pekerja mereka. Biasanya kesamaan yang dimiliki adalah keinginan untuk menghindari kerugian bagi pekerja.

Kolaborasi di tempat kerja dengan ahli higiene industri atau ilmuwan lingkungan hampir selalu diperlukan untuk merencanakan dan melaksanakan investigasi lapangan yang sukses dalam yang memeriksa hubungan antara karakteristik lingkungan dan bukti kesehatan yang buruk. Kolaborasi semacam itu biasanya penting dalam merancang kuesioner untuk pekerja tentang jabatan, area dan praktik kerja, dan potensi *exposure*

kerja dengan proses tertentu. Ahli higiene industri mengukur tingkat *exposure* dan mengamati praktik kerja yang memungkinkan estimasi karakteristik *exposure*, seperti *exposure* rata-rata, puncak, atau episodik. Evaluasi kuantitatif dan kualitatif tersebut sangat penting untuk menyelidiki apakah ada hubungan *exposure-respons* untuk efek kesehatan yang merugikan yang ditemukan dalam tanggapan kuesioner, indeks biologis, dan uji fisiologis yang diberikan oleh tim kesehatan. Dengan demikian, investigasi di tempat kerja biasanya melibatkan tim multidisiplin yang membutuhkan ruang untuk wawancara rahasia dan uji medis, permintaan pekerja untuk memakai perangkat pemantauan *exposure* pribadi, dan akomodasi untuk jadwal produksi. Komunikasi yang baik di antara anggota tim dan dengan manajemen dan pekerja diperlukan untuk keberhasilan dalam menentukan apakah tempat kerja aman bagi pekerja dan intervensi pencegahan apa yang mungkin tepat.

Bagian dari komunikasi dengan pemangku kepentingan di tempat kerja adalah batas dari setiap investigasi yang diusulkan. Untuk masalah kesehatan kerja emerging, asosiasi epidemiologis saja jarang bisa menetapkan etiologi. Penyakit atau cedera yang baru dikenali memicu ekspektasi bahwa kondisi kesehatan akibat kerja harus diberi kompensasi, *exposure* diatur, dan surveilans dilembagakan. Hasil ini jarang dihasilkan dari investigasi lapangan saja. Kontribusi studi lapangan adalah untuk menetapkan beban hasil kesehatan, hubungan *exposure-respons*, temporalitas (misalnya, dengan tindak lanjut yang menunjukkan bahwa penghentian *exposure* mengganggu KLB), dan replikasi di antara peneliti dan populasi. Studi lapangan yang dirancang dengan hati-hati dapat berkontribusi pada akumulasi bukti bahwa *exposure* di tempat kerja secara kausal terkait dengan masalah kesehatan baru. Studi lapangan yang efektif memotivasi eksperimen dalam pengaturan laboratorium untuk menetapkan kemungkinan biologis dari agen penyebab yang dicurigai, panduan untuk mengendalikan *exposure* dengan intervensi teknik dan peralatan pelindung pribadi, dan surveilans medis dan *exposure* untuk menetapkan efektivitas intervensi. Pada akhirnya, upaya investigasi kolektif ini mendasari usulan peraturan untuk melindungi pekerja dalam pengaturan yang beragam (2, 21).

TANTANGAN DAN PELUANG

Tantangan

Kesehatan kerja menimbulkan beberapa tantangan untuk epidemiologi lapangan.

- *Rentang exposure dan penilaian.* Ketika rentang *exposure* tidak ada, penggunaan pertanyaan standar dapat memfasilitasi perbandingan eksternal dengan data berbasis populasi, seperti Survei Pemeriksaan Kesehatan dan Gizi Nasional atau Sistem Surveilans Faktor Risiko Perilaku. Penilaian *exposure* biasanya memerlukan akses multidisiplin ke tempat kerja dengan komponen pengamatan dan pengukuran. Ini membantu dalam mengembangkan kuesioner khusus tempat kerja yang mencakup informasi tentang masa kerja,

kategori pekerjaan, tugas atau proses yang diduga sebagai faktor risiko, area atau departemen tempat kerja, dan tumpahan atau kecelakaan. Penilaian *exposure* biasanya paling baik diinformasikan oleh kolaborasi interdisipliner mengenai kasus sentinel (termasuk wawancara eksplorasi) dan tinjauan data *exposure* perusahaan atau OSHA sebelum merancang strategi untuk pengambilan sampel lingkungan.

- *Mis-klasifikasi outcome kesehatan.* Penyakit baru yang ditemukan pada tenaga kerja mungkin salah diklasifikasikan sebagai penyakit lain. Misalnya, dalam investigasi bronkiolitis obliteratif yang terkait dengan *exposure* diacetyl di pabrik *popcorn microwave*, kasus sentinel didiagnosis dengan asma, emfisema, dan bronkitis. Meskipun petugas investigasi lapangan menemukan kasus sentinel ini lebih cenderung memiliki bronkiolitis obliteratif, mereka saat itu tidak menganggap pekerja dengan spirometri restriktif abnormal berpotensi memiliki penyakit paru akibat kerja ini, contoh lain dari kesalahan klasifikasi (2).
- *Efek pekerja yang sehat.* Pekerja yang menjadi terlalu sakit untuk bekerja atau yang mengenali hubungan temporal gejala dengan aspek lingkungan kerja mungkin tidak tinggal di lingkungan kerja seperti itu, seperti yang biasa terjadi pada kelompok asma kerja. “Efek penyintas pekerja yang sehat” ini dapat meremehkan penyakit akibat kerja ketika hanya angkatan kerja saat ini yang dipelajari, atau mungkin mengaburkan *exposure* yang terkait dengan timbulnya penyakit ketika hanya pekerjaan saat ini yang dipertimbangkan dan kehilangan orang yang telah dipindahkan ke area lain untuk mengurangi gejala yang berhubungan dengan pekerjaan.
- *Resistensi manajemen.* Resistensi manajemen terhadap permintaan pekerja untuk bantuan kesehatan-masyarakat dan akses ke tempat kerja untuk investigasi dapat menghadirkan tantangan tambahan. Manajemen mungkin menetapkan informasi yang diperlukan sebagai rahasia dagang, mungkin meminta peneliti untuk menandatangani kontrak kerahasiaan, dan mungkin menolak perlindungan kerahasiaan pekerja. Pengusaha memiliki informasi yang cukup tentang pekerja mereka, yang memungkinkan identifikasi dugaan orang ketika hasil agregat dikelompokkan berdasarkan ras, jenis kelamin, kelompok usia, masa kerja, atau kategori pekerjaan. Panduan NIOSH untuk studi lapangannya (disebut Evaluasi Bahaya Kesehatan) mungkin menarik bagi semua ahli epidemiologi lapangan yang menghadapi keluhan di tempat kerja (22).

Peluang

Pengakuan dan penyelesaian masalah kesehatan kerja mengalami kekurangan sumber daya (https://www.cdc.gov/niosh/oshworkforce/pdfs/NASHW_Final_Report-508.pdf icon pdf). Selain itu, peraturan perlindungan tentang *exposure* dan keselamatan, bahkan jika ada, mungkin tidak ditegakkan karena kurang dari 1% tempat kerja yang diperiksa dalam satu tahun kalender (7). Dalam keadaan ini, ahli epidemiologi lapangan dapat memainkan peran penting. Tabel 21.1 mendokumentasikan contoh kontribusi masa lalu dari ahli epidemiologi lapangan

untuk pencegahan dan pengetahuan tentang risiko pekerjaan baru (2, 9–14, 20,23–30) :

Tabel 21.1 Kondisi okupasi terpilih yang diidentifikasi oleh ahli epidemiologi lapangan

Kondisi	Industri/Kegiatan	Agen, bila diketahui
Asma terkait kerja	Pembuatan pestisida	3-amino-5-mercapto-1, 2, 4-triazol (23)
Pneumonitis hipersensitivitas	Penjaga pantai rekreasi	Bioaerosol yang tidak ditentukan (24)
Bronkiolitis obliteratif	Microwave popcorn, penyedap, dan pembuatan adonan kue dan pemrosesan kopi panggang dan rasa	Diacetyl (2,3-butanedione) dan diketon alfa terkait (2, 12–14, 20)
Proteinosis alveolus paru, fibrosis, dan emfisema	Pembuatan oksida timah-indium	Indium, terutama aerosol indiumtin oksida yang disinter (11)
Bonkiolitis obliteratif	Pembuatan perahu fiberglass dan pembuatan tangki air	Bahan resin berlapis plastik, kemungkinan stirena (25)
Bronkiolitis limfositik dan peribronkiolitis	Berkelompok pelapis, kartu ucapan	Nilon, rayon, dan partikel sintesis yang terhirup lainnya (10)
Pneumonitis asma dan hipersensitivitas	Lingkungan dalam ruangan yang lembab dari kerusakan air struktural, sistem pendingin udara yang terkontaminasi	Bioaerosol (26)
Neuropati kandung kemih	Pembuatan kursi mobil poliuretan	Katalis dimetilaminopropionitril (9)
Kehilangan penglihatan warna	Pembuatan Windblade	stirena (27)
Tuberkulosis	Kebun binatang dengan gajah yang terinfeksi	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> (28)
Sindrom carpal tunnel	Pengolahan unggas	Gerakan berulang (29)
Keracunan karbon monoksida	Berenang di sekitar rumah perahu	Karbon monoksida dari generator (30)

- *Identifikasi bahaya yang diatur dapat memicu penegakan dan tindak lanjut oleh OSHA atau MSHA.* Efek yang menguntungkan dapat langsung terlihat ketika kausalitas tidak diragukan lagi atau ketika menurunkan *exposure* dapat diterapkan dengan bekerja sama dengan penyedia layanan medis dan pemberi kerja mengenai pembatasan tugas dan panduan yang sesuai untuk intervensi di tempat kerja.

- *Pencegahan hubungan penyakit yang baru ditemukan di seluruh industri biasanya bergantung pada memotivasi orang lain di luar tim epidemiologi untuk mengatasi kausalitas.* Panduan untuk menafsirkan asosiasi epidemiologi sebagai kausal mungkin bergantung pada penelitian hewan laboratorium, replikasi di tempat kerja lain dan oleh peneliti lain, tindak lanjut longitudinal untuk menetapkan temporalitas, dan penetapan hubungan *exposure-respons*. Upaya berulang untuk masalah yang muncul ini memerlukan pemangku kepentingan lain untuk berkontribusi pada bukti yang dapat digunakan dalam penilaian risiko untuk menetapkan batas *exposure* yang direkomendasikan atau diizinkan. Investigasi lapangan kesehatan-masyarakat yang berhasil memotivasi upaya oleh disiplin lain, lembaga, dan pemangku kepentingan dan merangsang pertumbuhan profesional. Investigasi yang melibatkan mitra industri terkadang dapat dilanjutkan ke regulasi yang diusulkan bersama oleh industri dan tenaga kerja.
- *Peluang kesehatan-masyarakat terkait pekerjaan mungkin lebih mudah dipenuhi dengan konsultasi dengan orang-orang yang berpengalaman dalam investigasi lapangan kesehatan kerja.* Banyak divisi NIOSH memiliki keahlian seperti itu. Akses mungkin paling mudah dengan menghubungi mereka yang melakukan Evaluasi Bahaya Kesehatan NIOSH di Divisi Kesehatan Pernapasan atau Divisi Evaluasi Bahaya, Pengawasan, dan Studi Lapangan (<https://www.cdc.gov/niosh/contact/officers.html>). Personel tersebut dapat memandu ahli epidemiologi lapangan melalui sumber daya yang tersedia, seperti Lembar Data Keselamatan untuk produk kimia berbahaya, bahaya yang diketahui terkait dengan industri dan pekerjaan tertentu, dan potensi masalah yang muncul yang mungkin bermanfaat dari investigasi kolaboratif untuk meningkatkan upaya di lembaga kesehatan-masyarakat yang kekurangan petugas.

KESIMPULAN

Ahli epidemiologi yang diminta untuk melakukan investigasi lapangan tentang masalah kesehatan dan keselamatan kerja memiliki peluang yang merangsang untuk mengeksplorasi hubungan kondisi kerja dengan hasil kesehatan yang merugikan, untuk campur tangan dalam mencegah bahaya kerja yang diketahui dengan baik, dan untuk mendapatkan konsultasi ahli sesuai kebutuhan. Tantangan yang muncul dari beragam pemangku kepentingan di jantung kegiatan ekonomi, dari kebutuhan akan keterlibatan ilmuwan lingkungan, dan dari defisit dalam pengawasan dan keakraban penyedia medis dengan masalah kesehatan kerja berada di garis depan pembangunan kesehatan-masyarakat. Epidemiologi bidang kesehatan kerja berkontribusi pada potensi penuh kesehatan-masyarakat dalam melindungi komunitas kita dari bahaya kehidupan kerja.

REFERENSI

1. Ramazzini, B. *De Morbis Artificum Diatriba* (Diseases of Workers, from the Latin text of 1713, revised with translation and notes by Wilmer Cave Wright). Chicago: University of Chicago Press; 1940.
2. Kreiss K. Recognizing occupational effects of diacetyl: what can we learn from this history? *Toxicology*. 2017;388:48–54.
3. Bureau of Labor Statistics. News release. For release 10:00 a.m. (EST) Friday, January 19, 2018. Union members—2017. <https://www.bls.gov/news.release/pdf/union2.pdf>
4. Centers for Disease Control and Prevention. Fixed obstructive lung disease among workers in the flavoring manufacturing industry—California, 2004–2007. *MMWR*. 2007;56:389–93.
5. Cummings KJ, Kreiss K. Contingent workers and contingent health: risks of a modern economy. *JAMA*. 2008;299:448–50.
6. Occupational Safety and Health Administration. OSH Act of 1970. <https://www.osha.gov/laws-regs/oshact/section5-duties>
7. Silverstein M. Getting home safe and sound: Occupational Safety and Health Administration at 38. *Am J Public Health*. 2008;98:416–23.
8. Rosenman KD, Reilly MJ, Henneberger PK. Estimating the total number of newly-recognized silicosis cases in the United States. *Am J Ind Med*. 2003;44:141–7.
9. Kreiss K, Wegman DH, Niles CA, Siroky MB, Krane RJ, Feldman RG. Neurological dysfunction of the bladder in workers exposed to dimethylaminopropionitrile. *JAMA*. 1980;243:741–5.
10. Eschenbacher WL, Kreiss K, Loughheed D, Pransky GS, Day B, Castellan RM. Nylon flock-associated interstitial lung disease: clinical pathology workshop summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159:2003–8.
11. Cummings KJ, Donat WE, Ettensohn DB, Roggli VL, Ingram P, Kreiss K. Pulmonary alveolar proteinosis in indium workers. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;181:458–64.
12. Kreiss K, Gomaa A, Kullman G, Fedan K, Simoes EJ, Enright PL. Clinical bronchiolitis obliterans in workers at a microwave-popcorn plant. *N Engl J Med*. 2002;347:330–8.
13. Kim T, Materna B, Prudhomme J, dkk. Industry-wide medical surveillance of California flavor manufacturing workers: cross-sectional results. *Am J Ind Med*. 2010;63:857–65.
14. Bailey RL, Cox-Ganser JM, Piacitelli C, dkk. Respiratory morbidity in a coffee processing plant with sentinel obliterative bronchiolitis cases. *Am J Ind Med*. 2015;58:1235–45.
15. Balmes J, Becklake M, Blanc P, dkk. Occupational contribution to the burden of obstructive airway disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167:787–97.
16. Harrison RJ, Retzer K, Kosnett MJ, dkk. Sudden deaths among oil and gas extraction workers resulting from oxygen deficiency and inhalation of hydrocarbon gases and vapors—United States, January 2010–March 2015. *MMWR*. 2016;65:6–9.
17. Centers for Disease Control and Prevention. Fixed obstructive lung disease among former workers at a microwave popcorn factory—Missouri, 2000–2002. *MMWR*. 2002;51:345–7.
18. Rutstein DD, Mullan RJ, Frazier TM, Halperin WE, Melius JM, Sestito JP. Sentinel health events (occupational): a basis for physician recognition and public health surveillance. *Am J Public Health*. 1983;73:1054–62.

19. Council of State and Territorial Epidemiologists. Occupational health indicators. <http://www.cste.org/group/OHIndicators>
20. Kreiss K, Fedan K, Nasrullah M, dkk. Longitudinal lung function declines among California flavoring manufacturing workers. *Am J Ind Med.* 2012;55:657–68.
21. McKernan LT, Niemeier RT, Kreiss K, dkk. *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Diacetyl and 2,3-Pentanedione.* Cincinnati, OH: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health; 2016.
22. National Institute for Occupational Safety and Health. Health hazard evaluation program. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-167/>
23. Hnizdo E, Sylvain D, Lewis DM, Pechter E, Kreiss K. New-onset asthma associated with exposure to 3-amino-5-mercapto-1, 2, 4-triazole. *J Occup Environ Med.* 2004;46:1246–52.
24. Rose CS, Martyny JW, Newman LS, dkk. “Lifeguard lung: endemic granulomatous pneumonitis in an indoor swimming pool. *Am J Public Health.* 1998;88:1795–800.
25. Cullinan P, McGavin C, Kreiss K, dkk. Obliterative bronchiolitis in fiberglass workers: a new occupational disease? *Occup Environ Med.* 2013;70:357–9.
26. Cox-Ganser JM, White SK, Jones R, dkk. Respiratory morbidity in office workers in a water-damaged building. *Environ Health Perspect.* 2005;113:485–90.
27. McCague AB, Cox-Ganser JM, Harney JM, dkk. Styrene-associated health outcomes at a windblade manufacturing plant. *Am J Indust Med.* 2015;58:1150–9.
28. Zlot A, Vines J, Nystrom L, dkk. Diagnosis of tuberculosis in three zoo elephants and a human contact—Oregon, 2013. *MMWR.* 2016;64:1398–402.
29. Musolin K, Ramsey JG, Wassell JT, Hard DL. Prevalence of carpal tunnel syndrome among employees at a poultry processing plant. *Appl Ergon.* 2014;45:1377–83.
30. Centers for Disease Control and Prevention. Houseboat-associated carbon monoxide poisonings on Lake Powell—Arizona and Utah, 2000. *MMWR.* 2000;29:1105–8.