

STUDI LITERATUR EFEK KESEHATAN TERHADAP PAJANAN *FLOUR DUST* PADA PEKERJA INDUSTRI TEPUNG

Abdul Kadir¹, Stevan Deby Anbiya Muhammad Sunarno²

Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas
Indonesia^{1,2}

abdul_kadir@ui.ac.id¹, stevansunarno@ui.ac.id²

ABSTRACT

Bread products are a useful source of nutrients as a food source. Bread is made with flour as the main raw material which has a complex organic and a various of allergen and antigenic particle. Therefore, the hazards and risks to worker's health depending on the duration and concentration of exposure and its microbial in it. Health complaints that are often experienced by baker workers are asthma, sensitization, conjunctivitis and skin problems. Literature study was carried out in this study using the PRISMA method on 9 relevant articles. In Ethiopia, bakery workers had higher health complaints compared to the control group. Milling mill workers had chronic symptoms such as 58.3%. In Italy, exposure to breadcrumb dust exceeds the threshold value and results in nasal inflammation and allergies. In Thailand there is evidence to support that flour dust can cause asthma. In France, flour dust may cause head and neck squamous cell cancer. In Egypt, exposure to flour dust increases the risk of workers' respiratory symptoms and disorders. The studies that have been carried out confirm that flour dust and its microbes can cause health problems for workers in the flour industry. Control of health impacts can be carried out by implementing controls starting from elimination/substitution, engineering, administration and use of personal protective equipment, especially those that protect respiratory function.

Keywords : Workers, Flour, Asthma, Sensitization, Skin disorders, Hierarchy of control

ABSTRAK

Produk roti merupakan sumber nutrisi yang bermanfaat sebagai sumber makanan. Roti dibuat dengan bahan baku utama tepung yang memiliki senyawa organik kompleks dan mengandung sejumlah besar senyawa alergen dan partikel antigenik. Sehingga, bahaya dan risikonya pada kesehatan pekerja tergantung dari durasi kerja dan konsentrasi pajanan serta mikroba di dalamnya. Keluhan kesehatan yang sering dialami pekerja pembuat roti adalah asma, sensitisasi, konjungtivitas dan masalah kulit. Literatur studi dilakukan dalam penelitian ini dengan metode PRISMA pada 9 artikel yang relevan. Di Ethiopia, pekerja roti memiliki keluhan kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Pekerja pabrik penggilingan tepung memiliki gejala kronis pernapasan sebesar 58,3%. Di Italia, pajanan debu tepung roti melebihi nilai ambang batas dan mengakibatkan peradangan hidung dan alergi. Di Thailand didapatkan ada bukti yang mendukung bahwa debu tepung dapat menyebabkan asma. Di Perancis, debu tepung berpotensi menyebabkan kanker sel skuamosa kepala dan leher. Di Mesir, pajanan debu tepung meningkatkan risiko gejala dan gangguan pernapasan pekerja. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan mengkonfirmasi bahwa debu tepung serta mikroba dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada pekerja di industri tepung. Pengendalian terhadap dampak kesehatan bisa dilakukan dengan menerapkan hierarki pengendalian dimulai dari eliminasi/substitusi, rekayasa teknik, administratif dan penggunaan alat pelindung diri khususnya yang melindungi fungsi pernapasan.

Kata Kunci : Pekerja, Tepung, Asma, Sensitisasi, Gangguan Kulit, Hierarki Pengendalian

PENDAHULUAN

Produk roti merupakan sumber nutrisi yang bermanfaat sebagai sumber makanan manusia sehari-hari karena menyediakan

kebutuhan kalori dan protein. Selain itu, banyak jenis roti dan produk roti lainnya meningkat secara volume penjualan dalam beberapa dekade terakhir (Saranraj & Geetha, 2012). Dalam proses pembuatan

produk roti (*bakery*), tepung terigu digunakan sebagai bahan baku dasar utama. American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) mendefinisikan "tepung/*flour*" sebagai debu organik kompleks yang terdiri dari sereal seperti gandum, oat, rye, sorgum, beras atau jagung (Stobnicka & Górný, 2015).

Industri roti merupakan jenis industri dengan jumlah pekerja yang cukup banyak. Produk bakery seperti roti, pastry, pizzeria, cookies dapat dibuat secara konvensional maupun dengan teknologi modern. Bahan baku biasanya gandum, gandum hitam, barley, kedelai, dan lain sebagainya (Mijakoski et al., 2012). Berkaitan dengan jumlah karyawan, Jeffrey et al. (1999) mendefinisikan industri roti kecil sebagai industri yang memiliki staf kurang dari lima karyawan, sedangkan Burdoff et al. (1995) menganggap toko roti dengan kurang dari sepuluh karyawan dikategorikan sebagai industri roti kecil (Bulat et al., 2004).

Pekerja di industri tepung melakukan beberapa tugas dalam produksi, mulai dari menangani bahan mentah hingga mengemas produk akhir. Oleh karena itu, beberapa bahaya saat bekerja mungkin dihadapi oleh pekerja seperti terpeleset dan jatuh, terpotong tertusuk, masalah ergonomis, dan paparan debu tepung (*flour*). (ILO, 2000). Dari bahaya pekerjaan ini, debu tepung adalah bahaya yang paling signifikan karena telah diidentifikasi sebagai faktor yang berkontribusi terhadap gangguan pernapasan di antara pekerja karena memiliki senyawa organik kompleks dan mengandung sejumlah besar senyawa alergen dan partikel antigenik. (Rafiee-Pour et al., 2015). Risiko kesehatan disebabkan dari tingkat konsentrasi tepung di udara dan durasi paparan tetapi gejala paparan tingkat rendah dapat terjadi hingga 30 tahun (WorkSafeBC, 2007). Debu tepung juga dapat mengandung mikroba dengan agen spesifik seperti jamur dan bakteri, yang ada di lingkungan kerja tertentu (Viegas et al., 2018).

Studi penilaian dan pengukuran paparan debu tepung telah dilakukan di beberapa negara. Di Inggris, misalnya, tren

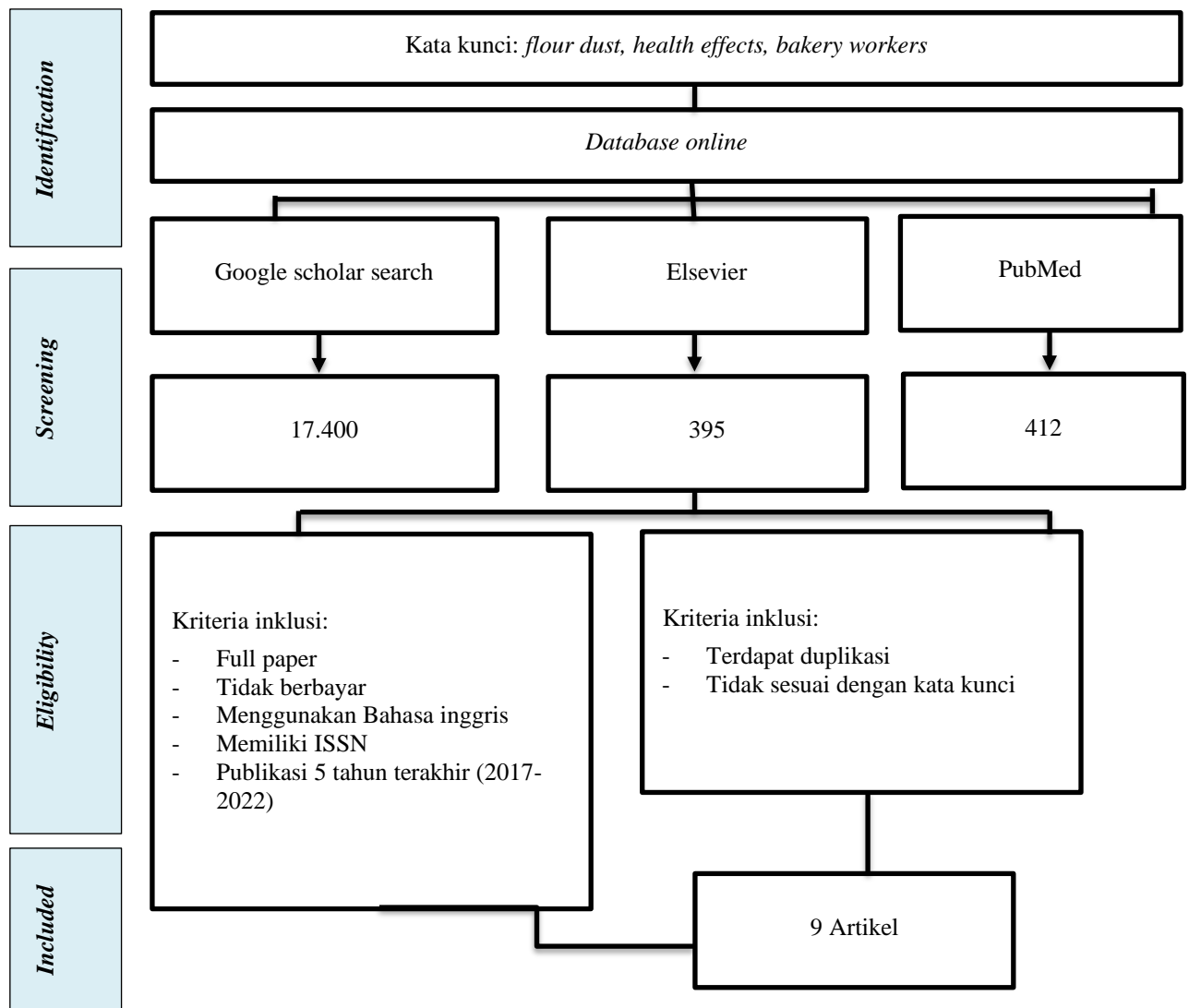
konsentrasi debu tepung antara tahun 1985 dan 2003 menunjukkan bahwa konsentrasi paparan kerja relatif tinggi, melebihi *Occupational Exposure Limit* (OEL) 10 mg/m³ dengan rata-rata geometrik 3,4 mg/m³ (Van Tongeren et al., 2009). Faktanya, dalam beberapa tahun terakhir, paparan debu tepung tetap menjadi masalah. Kirkeleit et al. (2016) melaporkan bahwa rata-rata geometrik keseluruhan pajanan debu tepung di antara staf industri roti di Norwegia adalah 2,6 mg/m³, sementara 29% sampel yang dikumpulkan dari debu yang dapat dihirup lebih tinggi dibandingkan dengan batas ambang 3 mg/m³. Terdapat beberapa faktor yang berkontribusi terhadap tingkat konsentrasi terkait dengan tugas dan pekerjaan yang dilakukan, terutama saat menangani tepung.

Mengenai konstituen mikroba dalam industri roti, penelitian yang telah dilakukan masih terbatas. Caetano et al. (2017) menemukan bahwa *Cladosporium sp.*, *Penicillium sp.*, dan *Aspergillus sp.* adalah jamur yang paling umum ditemukan di industri *bakery* di Portugis. Demikian pula, tingkat jamur yang terdeteksi yaitu dalam kisaran 0 sampai 500 CFU/m², dan *Penicillium sp.* (42,56%) adalah jamur yang paling umum diidentifikasi. Dalam hal konstituen bakteri, total spesies bakteri diidentifikasi dalam kisaran dari 0 hingga 71.656 CFU/m² di area produksi (C. Viegas, Monteiro, Caetano, et al., 2018). Pengukuran pajanan kerja di atas menunjukkan bahwa *flour dust* memiliki efek merugikan terhadap kesehatan manusia (Busk et al., 2006; Salcedo et al., 2011; Caetano et al., 2017). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi pajanan *flour dust* pada pekerja *bakery* saat menjalankan tugasnya dan meninjau karakteristik industri *bakery*, proses industri, bahaya dan risiko kerja, efek kesehatan dan potensi pengendalian pencegahan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir bahaya dan risiko dari *flour dust*.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode tinjauan literatur (*literature review*). Tinjauan literatur online dilakukan melalui penjelajahan atau platform online *PubMed*, *Elsevier*, dan *Google Scholar Search*. Kata kunci yang digunakan sebagai strategi pencarian terdiri dari *flour dust*, *health effects*, dan *bakery workers*. Adapun kriteria inklusi dari penelitian ini yaitu *full paper*, tidak berbayar (*open access*), menggunakan bahasa

inggris, 5 tahun terakhir (2017-2022), memiliki ISSN. Sedangkan kriteria eksklusi yaitu publikasi literatur yang di temukan tidak sesuai dengan kata kunci. Selanjutnya, artikel yang telah sesuai, dianalisis dengan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) yang terdiri dari *identification*, *screening*, *eligibility* dan *included*. Berdasarkan hasil tinjauan literatur yang dilakukan, diperoleh 9 artikel yang diidentifikasi dan memenuhi syarat kriteria inklusi.



Gambar 1. Studi Desain Tinjauan Literatur

HASIL

Berikut ini deskripsi studi yang berkaitan dengan efek kesehatan terhadap pajanan *flour dust* di tempat kerja (Tabel 1).

Tabel 1. Kajian efek kesehatan terhadap pajanan flour dust pada pekerja industri tepung

No	Penulis	Judul	Metode	Negara	Hasil studi
1.	(Mekonnen et al., 2021)	<i>Respiratory symptoms related to flour dust exposure are significantly high among small and medium scale flour mill workers in Ethiopia: a comparative cross-sectional survey</i>	Studi potong lintang (cross-sectional)	Ethiopia	Prevalensi gejala pernapasan terkait pekerjaan di antara pekerja pabrik tepung secara substansial lebih tinggi daripada di antara kontrol, masing-masing 63,9% dan 20,7%. Dapat disimpulkan bahwa gejala pernapasan yang berasal dari pajanan debu tepung secara signifikan lebih tinggi di antara pekerja pabrik tepung daripada di antara kelompok kontrol.
2.	(Martinelli et al., 2020)	<i>Occupational Exposure to Flour Dust. Exposure Assessment and Effectiveness of Control Measures</i>	Studi observasi	Italia	Hasil menunjukkan bahwa pajanan terhadap debu tepung di atas ambang batas yang telah ditetapkan oleh <i>American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH)</i> dan <i>Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL)</i> (rata-rata 1,987 mg/m ³ ; kisaran 0,093–14,055 mg/m ³) yang berkontribusi dapat mengganggu kesehatan pada sistem pernapasan
3.	(Crivellaro et al., 2020)	<i>Upper and Lower Respiratory Signs and Symptoms in Workers Occupationally Exposed to Flour Dust</i>	Studi potong lintang (cross-sectional)	Italia	Paparan debu roti dalam jangka panjang dapat menyebabkan peradangan hidung (<i>nasal inflammation</i>) dan alergi.
4.	(Alemseged et al., 2020)	<i>Assessment of Chronic Respiratory Health Symptoms and Associated Factors Among Flour Mill Factory Workers in Addis Ababa, Ethiopia, 2019: A Cross-Sectional Study</i>	Studi potong lintang (cross-sectional)	Ethiopia	Prevalensi gejala kesehatan pernapasan kronis pada pekerja pabrik penggilingan tepung adalah 58,3%
5.	(Nirarach et al., 2020)	<i>Proportion of workers having work-related asthma symptoms in a cassava factory, Nakhon Ratchasima province, Thailand</i>	Studi potong lintang (cross-sectional)	Thailand	Hasil penelitian menunjukkan secara konsisten dengan penelitian sebelumnya di negara berkembang bahwa tepung singkong, seperti tepung terigu, dapat menyebabkan asma
6.	(Ade et al., 2020)	<i>Asthma Symptoms in Bakeries at Parakou, Benin</i>	Studi potong lintang (cross-sectional)	Parakao, Benin	Manifestasi klinis yang umum pada pekerja pabrik roti di Parakou berhubungan dengan rinokonjungtivitis.

No	Penulis	Judul	Metode	Negara	Hasil studi
7.	(Carton et al., 2018)	<i>Occupational exposure to flour dust and the risk of head and neck cancer</i>	Studi potong lintang (<i>cross-sectional</i>)	Perancis	Temuan memberikan beberapa dukungan untuk hipotesis peran debu tepung dalam terjadinya kanker sel skuamosa kepala dan leher
8.	(Demeke & Haile, 2018)	<i>Assessment of Respiratory Symptoms and Pulmonary Function Status among Workers of Flour Mills in Addis Ababa, Ethiopia: Comparative Cross-Sectional Study</i>	Studi potong lintang (<i>cross-sectional</i>)	Ethiopia	Berdasarkan hasil penelitian ini, paparan kerja terhadap debu tepung dapat menyebabkan disfungsi pernapasan, sehingga dapat mengurangi efisiensi paru-paru.
9.	(Said et al., 2017)	<i>Effects on respiratory system due to exposure to wheat flour</i>	Studi observasi	Mesir	Paparan tepung terigu dapat meningkatkan risiko gejala dan gangguan pernapasan

PEMBAHASAN

Pajanan dan paparan terhadap debu tepung memiliki efek buruk pada kesehatan manusia. Beberapa studi *exposure assessment* telah dilakukan untuk mengukur kadar debu tepung dan komponen alergennya pada industri *bakery* di beberapa negara. Meskipun, penelitian yang dilakukan dalam lima tahun terakhir sangat terbatas, variasi dari konsentrasi debu tepung yang cukup besar ditemukan, hal ini menunjukkan bahwa *flour dust* masih menjadi masalah yang perlu diperhatikan di industri *bakery*.

Efek Kesehatan *Flour Dust*

Pekerja di industri *Bakery* melakukan berbagai jenis tugas dalam produksi olahan roti mulai dari penanganan bahan baku hingga pengemasan produk akhir. Selama proses ini, beberapa potensi bahaya kerja mungkin akan dihadapi. Dalam hal ini, industri *bakery* hampir sama dengan sebagian besar pekerjaan lain yang memiliki tantangan kesehatan kerja. Khususnya paparan debu tepung yang memiliki efek buruk pada kesehatan manusia. Beberapa studi pengukuran pajanan telah dilakukan untuk mengukur kadar debu tepung dan komponen alergennya pada industri *bakery* di beberapa negara.

Tingkat paparan dipengaruhi oleh luas area produksi dan area kerja di dalam pabrik. Dalam kasus paparan yang signifikan, konsentrasi debu tepung total diamati hingga lebih dari 400 mg/m³ di industri pemanggangan (*baking*) dan penggilingan (*milling*) (Baatjies et al., 2007). Investigasi pengukuran debu tepung di industri penggilingan tepung telah dilakukan sejak abad ke-20. Pada tahun 1987, Awad el. Karim dkk. melaporkan total konsentrasi debu di gudang gandum, ruang pengemasan dan ruang ayakan (*plan sifter*) masing-masing sebesar 1,4 mg/m³, \ dan 3,6 mg/m³. Dalam beberapa tahun terakhir, Kakooei dan Marioryad (2005) melihat bahwa konsentrasi rata-rata debu tepung mencapai level 11,1 mg/m³, 12,6 mg/m³, 16 mg/m³, 11,4 mg/m³ dan 9,5 mg/m³ masing-masing pada *millers, packers, sweepers, sift and washing operator* (Stobnicka & Górný, 2015).

Pada tahun 2011, Khodadadi et al. melakukan sampling di delapan pabrik pabrik tepung terigu di Iran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai konsentrasi debu tepung dan gliadin yang dapat terhirup (komponen protein dari debu tepung yang dapat menyebabkan reaksi alergi) pada pekerja. Faktanya, konsentrasi udara pada saat melakukan tugas kerja berada di kisaran 0,55 ng/m³ hingga 7,77

mg/m³ dan konsentrasi debu tepung TWA (1,56-4,68 mg/m³) berada di atas ambang batas (0,5 mg/m³) menurut Iranian Technical Committee Occupational Health (ITCOH). Untuk gliadin pada komponen tepung terigu teridentifikasi pada kisaran 15 sampai 69 µg/m³ dengan konsentrasi rata-rata adalah 35,27 ± 11,81 µg/m³. Studi tersebut juga melaporkan bahwa ada hubungan positif antara debu tepung dan gliadin (Khodadadi et al., 2011).

Dua tahun berikutnya, Hosseinabadi and colleagues (2013) melakukan penelitian untuk menentukan konsentrasi debu tepung terhirup, rata-rata debu total dan *respirable dust* diidentifikasi masing-masing sebesar 8,06 mg/m³ dan 5,09 mg/m³, lebih tinggi dari nilai ambang batas yang direkomendasikan oleh ACGIH. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Rafiee-Pour (2016) menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi debu tepung (*respirable dust*) disebutkan sebesar 3,2 mg/m³ di area produksi dan 4,6 mg/m³ di area pemuatan dengan total paparan debu tepung adalah 3,9 mg/m³.

Berdasarkan studi penilaian pajanan di atas, studi epidemiologi telah membuktikan bahwa asma baker (*baker's asthma*), konjungtivitis (*conjunctivitis*), rinitis (*rhinitis*) dan reaksi kulit (*dermal reactions*) adalah efek kesehatan utama yang diakibatkan oleh paparan debu tepung. Dimana asma baker adalah manifestasi alergi pekerjaan yang paling berbahaya dan paling sering ditemukan (Page et al., 2010; Skjold et al., 2008; Stobnicka and Górny, 2015). Efek signifikan dari debu tepung akan dibahas lebih rinci di bawah ini:

Asma Baker (*Baker's Asthma*)

Asma adalah gangguan inflamasi pada saluran udara. Ketika menyerang seseorang, otot menjadi lebih kencang, dan lapisan saluran udara membengkak sehingga mengurangi udara yang bisa lewat dan menyebabkan sesak (HSA, 2008). Seseorang yang terserang asma, dinding bagian dalam saluran udara di paru-paru bisa meradang dan bengkak. Dengan

demikian, selaput di lapisan saluran udara yang membengkak dapat menghasilkan lendir berlebih yang mengakibatkan serangan asma. Selama asma, otot-otot di sekitar saluran udara membuat sulit bernapas dan menyebabkan batuk dan sesak (Bilitski et al., 2013). Efek asma terjadi karena paru-paru menyempit, dan proses bernafas lebih lama (Agius, 2009).

Asma terkait pekerjaan/ *Work-related asthma* (WRA) didefinisikan sebagai asma yang diinduksi atau diperburuk oleh paparan zat melalui inhalasi di tempat kerja (Madan & Cullinan, 2012). Di Amerika, Sekitar 10 juta orang dewasa menderita asma, tidak terdapat data mengenai prevalensi keseluruhan asma terkait pekerjaan. Namun hal ini menyumbang antara 5% dan 37% dari semua asma (Christiani, 2005). Di Irlandia, 10% dari semua gangguan asma pada orang dewasa berhubungan dengan asma yang berhubungan dengan pekerjaan. Asma terkait pekerjaan dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu asma yang diperparah akibat pekerjaan dan asma akibat kerja (HSA, 2008).

Salah satu jenis asma akibat kerja yang paling umum adalah asma baker. Faktanya, penelitian yang berkaitan dengan hubungan antara efek debu tepung dan asma pembuat roti diselidiki pertama kali oleh Bernardino Ramazzini pada tahun 1700 (Brisman, 2002; Page et al., 2010). Jenis asma ini berasal dari sensitisasi imunologis dengan reaksi alergi terhadap partikel debu tepung yang terdispersi di udara. Asma baker dapat terjadi dan berkembang berbulan-bulan atau bertahun-tahun setelah terpapar, dan akan terus meningkat dengan meningkatnya durasi pajanan (Page et al., 2013). Gejalanya bisa lebih buruk selama hari kerja biasa dan sepanjang minggu kerja, dan biasanya akan berkurang pada hari libur atau liburan. Studi menunjukkan bahwa 1 dan 10 kasus per 1000 orang-tahun asma baker telah dilaporkan (Cullinan et al., 2001; Brisman et al., 2000; Aidoo, 2017). Sebuah studi kohort retrospektif oleh by Rémen et al., (2010) melaporkan bahwa kejadian asma baker yang diderita di antara pekerja *bakery* usia

muda telah dilaporkan sekitar 0,3 hingga 2,4 kasus per 1000 orang-tahun

Karjalainen et al. (2000) mengungkapkan bahwa pekerja *bakery* adalah jenis pekerjaan paling umum yang melaporkan kasus asma akibat kerja di Finlandia. Tingkat insiden tercatat pada angka 444 per 100.000 di antara pria, lebih tinggi dibandingkan dengan wanita (408 per 100.000). Di Inggris, debu tepung dan enzim yang mengandung amilase dan aditif lainnya adalah penyebab paling umum kedua dari jenis asma akibat kerja. (HSE, 2018). Demikian pula, paparan debu tepung dilaporkan sebagai penyebab paling umum kedua yang dilaporkan dari asma kerja di Norwegia. Tingkat insiden asma akibat kerja menyumbang sebesar 2,4 (pria) dan 1 (wanita) kasus per 1000 orang per tahun (Leira et al. 2005; Salcedo, Quirce and Diaz-Perales, 2011).

Menurut Wiszniewska and Walusiak-Skorupa (2013), 44,5% pekerja *bakery* yang melaporkan gejala pernapasan didiagnosis sebagai asma kerja di tempat kerja di Polandia. Lebih lanjut, Ameille et al. (2003) melaporkan bahwa asma baker menyumbang 20% dari semua kasus asma akibat kerja (Stobnicka & Górny, 2015). Studi saat ini yang dilakukan oleh Mohammadien and coworkers (2013) di pabrik tepung di Mesir Selatan melaporkan bahwa 12,5% pekerja pabrik didiagnosis sebagai asma kerja, sementara kontrol studi hanya menyumbang 4%. Selain itu, investigasi yang dilakukan oleh Ali et al. (2017) di antara pekerja toko roti tradisional di Kairo mengungkapkan bahwa masalah pernapasan adalah salah satu masalah kesehatan yang paling umum bagi pekerja. Prevalensi asma kerja di antaranya sebesar 13% dari total subjek partisipan.

Sensitization

Paparan debu dengan level tinggi dapat mengiritasi mata, hidung, kulit dan paru-paru sedangkan paparan debu tepung tingkat rendah dapat menyebabkan sensitisasi (*sensitization*). Dengan demikian, debu tepung bisa menjadi iritan dan alergen

(SCOEL, 2008). sensitisasi mengacu pada kondisi di mana IgE spesifik terhadap alergen kerja hadir dalam tes *the positive skin prick test* (Aidoo, 2017). Elms et al. (2001) mengungkapkan bahwa sensitisasi pernafasan (alergi) terjadi karena komponen alergen tepung seperti gandum, rye, barley dan enzim, umumnya alfa-amilase. Di samping itu, tepung dapat terdiri dari perasa, pemanis, atau pewarna buatan yang dapat lebih mengiritasi atau mempengaruhi sistem pernapasan (WorkSafeBC, 2007).

Prevalensi sensitisasi yang terkait dengan debu tepung telah didokumentasikan dengan baik. 5% hingga 28% pekerja *bakery* mengalami sensitisasi karena alergen tepung terigu, 2% hingga 32% dan 11% hingga 33% kasus disebabkan oleh -amilase dan tungau. (Baatjies and Jeebhay, 2002; Baur et al., 1994). Peneliti lain mengungkapkan bahwa sensitisasi disebabkan karena enzim *Aspergillus* seperti glukamilase (8%), xilanase (11%) dan selulase (13%) (Stobnicka & Górny, 2015). Sebuah studi epidemiologi yang dilakukan oleh Houba et al. (1998) menunjukkan bahwa prevalensi sensitisasi tepung terigu dengan Skin Prick Test (SPT) pada pekerja bakery berada pada kisaran 5% sampai 15% (Salcedo et al., 2011).

Selain debu tepung, sifat alergen lain seperti serangga dan jamur dapat dikaitkan dengan sensitisasi alergen (Caetano et al., 2017). According to Domanska et al. (1994) Toksin yang terdapat pada bakteri gram negatif tertentu pada tepung terigu berpotensi menyebabkan patogenesis penyakit alergi (Aidoo, 2017).

Konjungtivitis (Conjunctivitis) dan rinitis (rhinitis)

Konjungtivitis dan rinitis dianggap sebagai efek samping yang disebabkan oleh debu tepung. Keduanya merupakan jenis alergi yang tidak terlalu parah. Gejala konjungtivitis bisa berupa radang, mata merah atau gatal, rinitis (gejala saluran pernapasan atas) bisa ditandai dengan sering bersin, rinorea dan hidung tersumbat. Gejala-gejala ini mungkin disebabkan oleh

reaksi alergi (IgE) yang persisten atau iritasi non-spesifik, di mana gejalanya tidak dapat diubah (Stobnicka & Górny, 2015). Umumnya, manifestasi rinitis alergi dapat terjadi setelah 8 hingga 9 tahun (Karpinski, 2003; Hosseinabadi, Krozhdeh and Khanjani, 2013).

Rhinitis sering terjadi di antara pekerja *bakery*, dan gejalanya biasanya mendahului asma (Page et al., 2010). Sebuah penelitian serupa yang dilakukan oleh Malo (1997) menemukan bahwa rinitis akibat kerja memiliki hubungan yang kuat dengan asma akibat kerja. Gejala rinitis mendahului kondisi asma, dan 58% kasus disebabkan oleh zat dengan berat molekul tinggi, sedangkan hanya 25% kasus disebabkan oleh agen bermolekul rendah. Dalam beberapa penelitian, 40%-50% pekerja di industri *bakery* menderita rinitis non-alergi, konjungtivitis dan bronkitis yang disebabkan oleh konsentrasi debu tepung yang lebih tinggi. (Moghaddasi et al., 2014).

Reaksi Kulit (*Dermal Reactions*)

Penyakit kulit yang berhubungan dengan pekerjaan dapat mempengaruhi karyawan dalam berbagai pekerjaan. Dalam industri roti, risiko paparan kulit juga telah ditemukan dengan berbagai tugas yang terkait dengan debu tepung dan sifat alergennya. Biasanya, dermatitis kontak iritan adalah jenis penyakit kulit akibat kerja yang paling umum yang dapat ditemukan pada pekerja bakery, khususnya yang berkaitan dengan pekerjaan dengan menggunakan adonan basah, dan efeknya akan lebih tergantung pada dosis dan durasi paparan. (Gardiner & Harrington, 2007). Debu tepung mengandung agen dengan berat molekul tinggi yang bekerja melalui jalur imunologi IgE tipe I yang menyebabkan asma akibat kerja dan dermatitis kontak oleh IgE tipe IV (Nethercott and Holness 1989; Arrandale et al., 2013). Menurut, Stobnicka and Górny (2015), sensitisasi kulit dan alergen dapat berkembang sebagai hasil dari beberapa agen debu tepung, yang melibatkan kandungannya seperti enzim FAA, xilanase

dan selulase, pengemulsi, ragi roti, benzoil peroksida (agen pemutih) dan antioksidan propil galat. Faktanya, pekerja *bakery* mengalami peningkatan risiko dermatitis kulit. Sebuah studi kohort retrospektif yang telah dilakukan di Swedia oleh Brisman et al. (1998) menyatakan bahwa risiko eksim tangan (*hand eczema*) pada pembuat bakery dan wanita disebutkan masing-masing sebesar 3,5 dan 2,8 dibandingkan dengan kontrol populasi. Menurut Dickel (2001) melaporkan bahwa tingkat insiden penyakit kulit akibat kerja di Bavaria utara adalah 33,2 per 10.000 pembuat roti per tahun. Sebuah studi baru-baru ini menyoroti bahwa 11% pembuat kue dan pengemas roti dan 31% staf kebersihan, produksi makanan, dan memasak didiagnosis setidaknya satu gejala penyakit kulit (Steiner et al., 2011).

Efek Kesehatan Terkait dengan Jamur dan Bakteri di Industry Bakery

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan efek buruk dari paparan jamur dan bakteri telah dilaporkan di lingkungan kerja, termasuk penyakit menular, alergi dan kanker. Efek yang paling menonjol adalah gejala pernapasan dan gangguan fungsi paru-paru (Douwes et al., 2003). Tingginya tingkat mikrobiota (jamur dan bakteri) ditemukan di filter sistem pendingin udara taxi, dan identifikasi *Aspergillus* sp., yang dikenal sebagai penyakit jamur invasif pada filter menjadi masalah, karena spesies ini diakui berpotensi toksigenik dan dapat meningkatkan risiko kesehatan bagi manusia (C. Viegas, Monteiro, dos Santos, et al., 2018).

Aspergillus dapat menginduksi aspergilloses pada kesehatan manusia, dan spesies ini dapat ditemukan baik di lingkungan *indoor* maupun *outdoor*. Tidak berbahaya bagi orang yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang sehat, sebaliknya dapat menyebabkan infeksi sinus atau paru-paru karena sistem kekebalan yang melemah. Ada sekitar 180 spesies jamur ini, namun kurang dari 40 spesies diidentifikasi memiliki efek merugikan pada tubuh manusia. Yang paling umum dari

microbiota ini adalah *Aspergillus fumigatus*. Perkiraan jamur ada dalam kisaran 10.000 hingga 300.000 atau lebih yang tumbuh di lingkungan yang hangat, lembab dan lembab. Spesies lain yang dapat ditemukan di dalam ruangan adalah *Penicillium*, *Cladosporium* dan *Alternaria* (Centre for Disease Control and Prevention, 2017)

Penicillium juga merupakan salah satu jamur yang umum ditemukan di berbagai produk makanan, lingkungan dalam ruangan, tanah, vegetasi, dan udara. Genus ini dapat menghasilkan berbagai macam mikotoksin (Visagie et al., 2014). Paparan mikotoksin biasanya terjadi melalui penanganan atau penyimpanan bahan makanan yang buruk (Bennett & Klich, 2003). Umumnya, mikotoksin dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh (Bhat et al., 2010). Selanjutnya, *Aspergillus*, *Fusarium* dan *Penicillium* adalah jamur yang paling umum dan dapat menjadi masalah kontaminasi makanan yang terkait dengan mikotoksin. (Sweeney and Dobson, 1998; Marin et al., 2013, Alshannaq and Yu, 2017). Menurut Sellart-Altisent et al. (2007), *Cladosporium* genera terkait dengan rinitis alergi yang berasal dari tanah atau bahan tanaman (Sandoval-Denis et al., 2015). Beberapa spesies *Cladosporium* dapat menyebabkan alergi dan infeksi yang terkait dengan jamur pada manusia (Luo et al., 2016).

Chrysonilia sitophila disebut juga "the red bread mould" sebagai genus yang paling utama yang telah ditemukan dalam produk roti. Spesies ini dapat tumbuh sangat pesat di beberapa suhu. Kemunculan jamur ini memiliki efek merugikan pada industri bakery (Berni & Scaramuzza, 2013). Selain itu, jenis jamur ini dapat menyebabkan asma akibat kerja (Francuz et al., 2010)

Bakteri, termasuk fragmennya, dapat diidentifikasi dalam debu biji-bijian (Milanowski et al., 2002; Viegas, S., Faria and Viegas, C., 2017). Dalam industri makanan, pertumbuhan berbagai bakteri, ragi dan jamur kemungkinan besar terjadi, terutama pada produk dengan kadar air tinggi dan aktivitas air yang tinggi. Di

lingkungan industri *bakery*, bakteri patogen akan menjadi suatu masalah (Smith et al., 2004). Frekuensi penanganan makanan, penggunaan bahan baku yang mengandung patogen, dan peralatan dianggap sebagai faktor penyebab kontaminasi mikrobiologis (NSW Food Authority, 2007). Spesies mikroba dipengaruhi oleh karakteristik produk dan manajemen penyimpanan (Ravimannan, 2016). Faktanya, bakteri gram negatif juga ada dalam industri makanan, meskipun semua genera mungkin tidak dapat diidentifikasi karena keterbatasan metode identifikasi (Møretrø & Langsrud, 2017).

Seperti disebutkan sebelumnya, penyakit menular terkait dengan paparan bioaerosol seperti bakteri dan jamur. Misalnya *Legionellae* yang tergolong bakteri Gram negatif, dapat menyebabkan pneumonia. Selain itu, gangguan pernapasan baik non-alergi (asma non-alergi dan rinitis non-alergi) dan alergi (asma alergi, rinitis alergi, pneumonitis hipersensitivitas) akan menjadi masalah yang disebabkan oleh agen seperti jamur dan bakteri. (Douwes et al., 2003).

KESIMPULAN

Pajanan *flour dust* berhubungan dengan asma kerja yang dapat dialami oleh pekerja bakery. Beberapa penelitian telah didokumentasikan untuk menilai tingkat pajanan. Faktanya, efek kesehatan dari debu tepung masih menjadi masalah seperti penyakit asma baker, sensitization, conjunctivitis dan rhinitis, serta masalah reaksi dermal. Oleh karena itu, beberapa negara telah menetapkan batas ambang batas zat ini sebagai pencegahan pengendalian dan pemeliharaan aspek kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan pekerja. Selain debu tepung, konstituen mikroba juga menjadi perhatian karena juga berpotensi menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan manusia. Bahkan, ada beberapa penelitian terkait kolonisasi jamur dan beban bakteri di industri *bakery*. Dengan demikian, penelitian ini dapat

memberikan dampak yang bermanfaat dalam hal pemahaman bahaya dan risiko terkait *flour dust*, serta tindakan pengendalian potensial yang dapat diterapkan di tempat kerja untuk meminimalkan dan mengurangi paparan dan efek kesehatan pada manusia. Dalam hal ini pengendalian bahaya dapat dilakukan dengan menerapkan prinsip hierarki kontrol dalam ilmu kesehatan dan keselamatan kerja mulai dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif dan alat pelindung diri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, khususnya Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang sudah mendukung untuk berkarya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, S., Adjobimey, M., Agodokpessi, G., Kouassi, M. S., Gounongbe, F. A., Cisse, I., & Hounkpatin, S. H. R. (2020). Asthma Symptoms in Bakeries at Parakou, Benin. *Pulmonary Medicine*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3767382>
- Agius, R. (2009). *Occupational Asthma*. https://www.elexp.com/Images/Occupational_Asthma.pdf
- Aidoo, H. (2017). *Development of a Job Exposure Matrix for flour exposure in the Bakery Industry: Systematic review with field validation*. <https://era.library.ualberta.ca/items/aad1da7b-1049-4fc3-bab8-8582e880d761>
- Alemseged, E. A., Takele, A. K., Zele, Y., Abaya, S. W., Kiros, K. G., Mehari, M., Bezabh, Y. A., Atsbaha, A. H., Awoke, T. Y., & Goyteom, M. H. (2020). Assessment of chronic respiratory health symptoms and associated factors among flour mill factory workers in addis ababa, ethiopia, 2019: A cross-sectional study. *Journal of Asthma and Allergy*, 13, 483–492. <https://doi.org/10.2147/JAA.S273820>
- Ali, D. M., Sc, M., Abdou, N. M., Sc, D. N., Sharaa, H. M., & Sc, D. N. (2017). *Common Health Problems and Safety Measures among Workers in Traditional Bakeries at Giza Governorate*. 85(3), 993–1001.
- Alshannaq, A., & Yu, J. H. (2017). Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph14060632>
- Arrandale, V., Meijster, T., Pronk, A., Doekes, G., Redlich, C. A., Holness, D. L., & Heederik, D. (2013). Skin symptoms in bakery and auto body shop workers: Associations with exposure and respiratory symptoms. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 86(2), 167–175. <https://doi.org/10.1007/s00420-012-0760-x>
- Authority, N. F. (2007). *Microbiological Quality of High Risk Bakery Products*. NSW Food Authority. www.foodauthority.nsw.gov.au/_Documents/scienceandtechnical/bakery_products.pdf%0A%0A
- Baatjies, R., Meijster, T., Lopata, A., Heederik, D., & Jeebhay, M. (2007). A pilot study of exposure to flour dust and allergens in Cape Town bakeries. *Current Allergy and Clinical Immunology*, 20(4), 210–214. <https://doi.org/10.13140/2.1.3083.8401>
- Bennett, J. W., & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3), 497–516. <https://doi.org/10.1128/CMR.16.3.497>
- Berni, E., & Scaramuzza, N. (2013). Effect of ethanol on growth of *Chrysonilia sitophila* ('the red bread mould') and *Hyphopichia burtonii* ('the chalky mould') in sliced bread. *Letters in Applied Microbiology*, 57(4), 344–349. <https://doi.org/10.1111/lam.12119>
- Bhat, R., Rai, R. V., & Karim, A. A. (2010). Mycotoxins in Food and Feed: Present Status and Future Concerns. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 9(1), 57–81. <https://doi.org/10.1111/j.1541->

- 4337.2009.00094.x
- Bilitski, M. S., Wenzel, S., & Vitary, C. (2013). What is asthma? *Am J Respir Crit Care Med*, 188(1), 7–8.
- Bulat, P., Myny, K., Braeckman, L., Van Sprundel, M., Kusters, E., Doekes, G., Pössel, K., Droste, J., & Vanhoorne, M. (2004). Exposure to Inhalable Dust, Wheat Flour and α -Amylase Allergens in Industrial and Traditional Bakeries. *Annals of Occupational Hygiene*, 48(1), 57–63. <https://doi.org/10.1093/annhyg/meg075>
- Caetano, L. A., Faria, T., Crespo Batista, A., Viegas, S., & Viegas, C. (2017). Assessment of occupational exposure toazole resistant fungi in 10 Portuguese bakeries. *AIMS Microbiology*, 3(4), 960–975. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.4.960>
- Carton, M., Menvielle, G., Cyr, D., Sanchez, M., Pilorget, C., Guizard, A. V., Stücker, I., & Luce, D. (2018). Occupational exposure to flour dust and the risk of head and neck cancer. *American Journal of Industrial Medicine*, 61(10), 869–873. <https://doi.org/10.1002/ajim.22899>
- Centre for Disease Control and Prevention. (2017). *Molds in the Environment*. <https://www.cdc.gov/fungal/diseases/aspergillosis/index.html>
- Crivellaro, M. A., Ottaviano, G., Maculan, P., Pendolino, A. L., Vianello, L., Mason, P., Gioffrè, F., Bizzotto, R., Scarpa, B., Simoni, E., Astolfi, L., Maestrelli, P., Scapellato, M. L., Carrieri, M., & Trevisan, A. (2020). Upper and lower respiratory signs and symptoms in workers occupationally exposed to flour dust. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197075>
- Demeke, D., & Haile, D. W. (2018). Assessment of Respiratory Symptoms and Pulmonary Function Status among Workers of Flour Mills in Addis Ababa, Ethiopia: Comparative Cross-Sectional Study. *Pulmonary Medicine*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9521297>
- Douwes, J., Thorne, P., Pearce, N., & Heederik, D. (2003). Bioaerosol health effects and exposure assessment: Progress and prospects. *Annals of Occupational Hygiene*, 47(3), 187–200. <https://doi.org/10.1093/annhyg/meg032>
- Francuz, B., Yera, H., Geraut, L., Bensefa-Colas, L., Nghiem, Z. H., & Choudat, D. (2010). Occupational asthma induced by Chrysonilia sitophila in a worker exposed to coffee grounds. *Clinical and Vaccine Immunology*, 17(10), 1645–1646. <https://doi.org/10.1128/CVI.00134-10>
- Gardiner, T. C. A., & Harrington, J. M. (2007). *Pocket Consultant Occupational Health* (Fifth). Blackwell Publishing.
- Hosseinabadi, M., Krozhdeh, J., & Khanjani, N. (2013). Relationship between Lung Function and Flour Dust in Flour Factory Workers. *Researchgate.Net*, 2(2), 138–146. http://www.researchgate.net/profile/Majid_Bagheri4/publication/260034725_Relationship_between_Lung_Function_and_Flour_Dust_in_Flour_Factory_Workers_Original_Article/links/0deec52f2482cb4ce0000000.pdf
- HSA. (2008). Guidelines on Occupational Asthma. In *Health and Safety Authority*. https://www.hsa.ie/eng/.../Occupational.../Guidelines_on_Occupational_Asthma.pdf
- HSE. (2018). *COSHH and bakers*. <http://www.hse.gov.uk/coshh/industry/baking.htm>
- ILO/CIS. (2000). *International Hazard Datasheets on Occupation: Operator, dough - mixer*. www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/.../wcms_192397.pdf
- Khodadadi, I., Abdi, M., Aliabadi, M., & Mirmoeini, E. S. (2011). Exposure to respirable flour dust and gliadin in wheat flour mills. *Journal of Occupational Health*, 53(6), 417–422. <https://doi.org/10.1539/joh.11-0045-OA>
- Kirkeleit, J., Hollund, B. E., Riise, T., Eduard, W., Bråtveit, M., & Storaas, T. (2016). Bakers' exposure to flour dust. *Journal of Occupational and*

- Environmental Hygiene*, 14(2), 81–91.
<https://doi.org/10.1080/15459624.2016.1225156>
- Luo, Y., Li, J., Zhang, X., & Gao, W. (2016). Characterization of Potential Pathogenic Cladosporium Exposure Risks from Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) in Two Cities, China. *Medical Mycology: Open Access*, 2(3), 1–8.
<https://doi.org/10.21767/2471-8521.100018>
- Madan, I., & Cullinan, P. (2012). *ABC of Occupational and Environmental medicine* (D. Snashall & D. Patel (eds.); Third Edit). Wiley-Blackwell.
- Martinelli, A., Salamon, F., Scapellato, M. L., Trevisan, A., Vianello, L., Bizzotto, R., Crivellaro, M. A., & Carrieri, M. (2020). Occupational exposure to flour dust. Exposure assessment and effectiveness of control measures. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 1–12.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17145182>
- Mekonnen, T. H., Dessie, A., & Tesfaye, A. H. (2021). Respiratory symptoms related to flour dust exposure are significantly high among small and medium scale flour mill workers in Ethiopia: a comparative cross-sectional survey. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 26(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1186/s12199-021-01019-y>
- Mijakoski, D., Minov, J., & Stoleski, S. (2012). Respiratory and nasal symptoms, immunological changes, and lung function in industrial bakers. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 5(1), 107–113.
<https://doi.org/10.3889/MJMS.1857-5773.2011.0212>
- Moghaddasi, Y., Mirmohammadi, S., Ahmad, A., Etemadi Nejad, S., & Yazdani, J. (2014). Health–risk assessment of workers exposed to flour dust: A cross–sectional study of random samples of bakeries workers. *Atmospheric Pollution Research*, 5(1), 113–118.
<https://doi.org/10.5094/APR.2014.014>
- Mohammadien, H. A., Hussein, M. T., & El-Sokkary, R. T. (2013). Effects of exposure to flour dust on respiratory symptoms and pulmonary function of mill workers. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*, 62(4), 745–753.
<https://doi.org/10.1016/j.ejcdt.2013.09.007>
- Møretrø, T., & Langsrud, S. (2017). Residential Bacteria on Surfaces in the Food Industry and Their Implications for Food Safety and Quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 1022–1041. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12283>
- Nirarach, K., Chaiear, N., Kawamatawong, T., & Krisorn, P. (2020). *Asia-Pacific Journal of Science and Technology* <https://www.tci-asthma.com> symptoms in a cassava factory , Nakho ... *Asia - Pacific Journal of Science and Technology*. June.
- Page, E. H., Dowell, C. H., Mueller, C. A., & Biagini, R. E. (2013). *Evaluation of Sensitization and Exposure to Flour Dust , Spices , and Other Ingredients Among Poultry Breeding Workers* (Issue April).
- Page, E. H., Dowell, C. H., Mueller, C. A., Biagini, R. E., & Heederik, D. (2010). Exposure to flour dust and sensitization among bakery employees. *American Journal of Industrial Medicine*, 53(12), 1225–1232.
<https://doi.org/10.1002/ajim.20893>
- Rafiee-Pour, A., Asghari, M., Zadeh, N. G., Rafiee-Pour, E., & Dehghan, So. F. (2015). Respiratory effects of exposure to flour dust: A case study among workers of flour production factories in Arak. *Journal of Paramedical Sciences*, 6(August), 79–84.
- Ravimannan, N. (2016). Study on microbial profile of bread during storage. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(9), 170–177.
<https://doi.org/10.22192/ijarbs.2016.03.09.008>
- Rémen, T., Coevoet, V., Acouetey, D. S., Guéant, J. L., Guéant-Rodriguez, R.

- M., Paris, C., & Zmirou-Navier, D. (2010). Early incidence of occupational asthma among young bakers, pastry-makers and hairdressers: Design of a retrospective cohort study. *BMC Public Health*, *10*. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-206>
- Said, A. M., AbdelFattah, E. B., & Almawardi, A.-A. M. (2017). Effects on respiratory system due to exposure to wheat flour. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*, *66*(3), 537–548. <https://doi.org/10.1016/j.ejcdt.2016.11.006>
- Salcedo, G., Quirce, S., & Diaz-Perales, A. (2011). Wheat allergens associated with Baker's asthma. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, *21*(2), 81–92.
- Sandoval-Denis, M., Sutton, D. A., Martin-Vicente, A., Cano-Lira, J. F., Wiederhold, N., Guarro, J., & Gené, J. (2015). Cladosporium species recovered from clinical samples in the United States. *Journal of Clinical Microbiology*, *53*(9), 2990–3000. <https://doi.org/10.1128/JCM.01482-15>
- Saranraj, P., & Geetha, M. (2012). Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, *3*(1), 38–48. <https://doi.org/10.1002/14356007>
- SCOEL. (2008). *Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Flour Dust*. December, 1–37. ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=3863&langId=en%0A%0A
- Smith, J. P., Daifas, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., & El-Khoury, A. (2004). Shelf Life and Safety Concerns of Bakery Products—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *44*(1), 19–55. <https://doi.org/10.1080/10408690490263774>
- Steiner, M. F. C., Dick, F. D., Scaife, A. R., Semple, S., Paudyal, P., & Ayres, J. G. (2011). High prevalence of skin symptoms among bakery workers. *Occupational Medicine*, *61*(4), 280–282. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqr039>
- Stobnicka, A., & Górny, R. L. (2015). Exposure to flour dust in the occupational environment. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, *21*(3), 241–249. <https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1081764>
- Van Tongeren, M., Galea, K. S., Ticker, J., While, D., Kromhout, H., & Cherrie, J. W. (2009). Temporal trends of flour dust exposure in the United Kingdom, 1985–2003. *Journal of Environmental Monitoring*, *11*(8), 1492–1497. <https://doi.org/10.1039/b906055c>
- Viegas, C., Monteiro, A., Caetano, L. A., Faria, T., Carolino, E., & Viegas, S. (2018). Electrostatic dust cloth: A passive screening method to assess occupational exposure to organic dust in bakeries. *Atmosphere*, *9*(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/atmos9020064>
- Viegas, C., Monteiro, A., dos Santos, M., Faria, T., Caetano, L. A., Carolino, E., Quintal Gomes, A., Marchand, G., Lacombe, N., & Viegas, S. (2018). Filters from taxis air conditioning system: A tool to characterize driver's occupational exposure to bioburden? *Environmental Research*, *164*(March), 522–529. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.032>
- Viegas, S., Faria, T., & Viegas, C. (2017). Bakers exposure to flour dust: a exploratory study in a Portuguese bakery. *SHO-2017 – International Symposium on Occupational Safety and Hygiene*, April, 116–117. <https://doi.org/978-989-98203-7-1>
- Visagie, C. M., Houbraken, J., Frisvad, J. C., Hong, S. B., Klaassen, C. H. W., Perrone, G., Seifert, K. A., Varga, J., Yaguchi, T., & Samson, R. A. (2014). Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in Mycology*, *78*(1), 343–371. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>
- Wiszniewska, M., & Walusiak-Skorupa, J. (2013). Diagnosis and frequency of

work-exacerbated asthma among bakers. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, 111(5), 370–375. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2013.08.004>

WorkSafeBC. (2007, April). *WorkSafe Bulletin*

Exposure to flour dust. 2–3. <https://www.worksafebc.com/en/resources/health-safety/hazard-alerts/exposure-to-flour-dust-at-work-can-cause-asthma?lang=en>