

## ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA DI LABORATORIUM NANOMATERIAL MENGGUNAKAN METODE HIRA

Aisya Nursabrina<sup>1\*</sup>, Prof. Dr. Ir. Djoko Kustono, M.Pd<sup>2</sup>, dan Muhammad Al-Irsyad, S.KM., M.PH<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Malang

\* anursabrina@gmail.com

### Abstrak

Perkembangan ilmu rekayasa nanomaterial merupakan topik yang saat ini sedang ramai diteliti dan dikembangkan di dunia sains dan teknologi. Masuknya ilmu rekayasa nanomaterial dalam kurikulum pembelajaran adalah salah satu bukti perkembangan ilmu rekayasa yang diperkenalkan melalui dunia pendidikan. Pemanfaatan perkembangan ilmu rekayasa melalui kurikulum pembelajaran sudah diterapkan di perguruan tinggi khususnya di Kota Malang. Laboratorium nanomaterial sebagai sarana dilakukannya riset dan pengembangan ilmu rekayasa nanomaterial sering kali menimbulkan bahaya dan risiko kecelakaan kerja bagi penggunanya, namun hal tersebut sering kali tidak disadari karena belum adanya standar penilaian risiko ketika bekerja dengan material nano. Studi ini menggunakan metode HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*) sebagai teknik pengumpulan data dengan memusatkan perhatian pada bahaya dan risiko kecelakaan di laboratorium nanomaterial lalu dihubungkan dengan beberapa variabel independen. Populasi dalam penelitian ini berjumlah 65 orang, sedangkan sampel pada penelitian ini diambil dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan kriteria eksklusi. Berdasarkan hasil uji korelasi berganda antara pengetahuan K3 dan sikap kerja dengan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial diperoleh nilai sig. *F change* 0,086 ( $> p$  value 0,05), yang berarti antara pengetahuan K3 dan sikap kerja secara bersama-sama (simultan) tidak memiliki hubungan dengan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial dengan derajat hubungan berada pada kategori lemah.

**Kata kunci:** Laboratorium nanomaterial, tingkat risiko, dan HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*).

**Copyright © 2020 Universitas Negeri Malang. All rights reserved.**

## 1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) diberbagai negara dibelahan dunia saat ini semakin meningkat, salah satu diantaranya adalah ilmu tentang rekayasa nanomaterial atau yang dikenal dengan teknologi nano (*nanotechnology*) [1]. Secara sederhana nanoteknologi didefinisikan sebagai pengaplikasian ilmu rekayasa secara nyata kedalam alat-alat atau perangkat yang ditujukan untuk industri atau komersil. Nanoteknologi pada teknologi material berukuran nano dikenal sebagai nanomaterial [2]. Nanomaterial merupakan stuktur rekayasa yang memiliki ukuran 100 nanometer atau kurang yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang penelitian seperti fisika, kimia, bahkan biologi dan medis. Menurut Lowry *et al.* (2013) bahan dalam kisaran ukuran ini dalam skala panjang dapat menyebabkan interaksi fisik atau kimia tertentu dengan lingkungan. Kemungkinan hasil dari interaksi tersebut dapat memberikan interaksi berbahaya dengan sistem biologis dan lingkungan yang berpotensi menghasilkan toksisitas [3]. menerapkan langkah-langkah efektif untuk mengurangi atau menghilangkan paparan merupakan langkah awal dalam mencegah efek kesehatan yang merugikan pada pekerja yang memproduksi atau menggunakan bahan nano [4].

Potensi manfaat material nano bagi kesehatan dan lingkungan telah banyak dipelajari, walaupun demikian pengaruh negatif material tersebut terhadap kesehatan dan lingkungan tidak dapat lepas dari pemikiran. Secara umum manusia telah banyak menerima paparan berbagai jenis partikel nano yang bersumber dari alam salah satunya berasal dari polusi udara. Menurut Zhang *et al.* (2018) partikel asing dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga cara, yakni melalui jalur pernapasan ke dalam paru-paru, melalui jalur mulut ke dalam saluran pencernaan, dan melalui pori-pori kulit ke dalam aliran darah [5].

Seiring berkembangnya penggunaan nanoteknologi dalam kehidupan, maka diperlukannya peningkatan pemahaman mengenai nanoteknologi di masyarakat yang dapat diperkenalkan melalui dunia pendidikan [6]. Memasukkan ilmu perkembangan teknologi rekayasa atau nanoteknologi dalam kurikulum pembelajaran di instansi pendidikan khususnya perguruan tinggi menjadi salah satu alternatif yang bisa diterapkan. Laboratorium nanomaterial sebagai sarana penunjang pada pengembangan ilmu nanomaterial merupakan tempat yang berpotensi menimbulkan bahaya serta risiko bagi manusia dan lingkungan. Potensi bahaya yang ada di laboratorium nanomaterial sering kali tidak disadari oleh orang-orang yang terlibat didalamnya, hal tersebut dikarenakan belum adanya standar penilaian dan kurangnya pemberian informasi mengenai potensi bahaya dan risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial [7].

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.605/Menkes/SKNI1 tahun 2008 tentang Standar Balai Laboratorium Kesehatan dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan yang bertujuan supaya setiap laboratorium memiliki standar yang baik [8] . Standar tersebut meliputi standar ketenagaan, standar sarana, prasarana dan alat, standar media dan reagen, keselamatan dan kesehatan kerja laboratorium serta pencatatan dan pelaporan. Didukung oleh pernyataan Noorden (2011) yang menyimpulkan bahwa *safety practices* pada laboratorium di universitas memerlukan perhatian besar [9]. Berdasarkan data dari OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) menyatakan bahwa hampir sepuluh ribu kasus kecelakaan (*accident*) di laboratorium penelitian selama tahun 2005, melukai dua dari 100 ilmuwan. Data lain menyatakan bahwa rata-rata tingkat kejadian kecelakaan (*accident*) di laboratorium akademis sepuluh hingga lima puluh kali lebih tinggi dibandingkan dengan yang terjadi di laboratorium industri.

Berdasarkan uraian diatas terhadap adanya potensi bahaya dan toksisitas pada penggunaan material nano, peneliti tertarik untuk melakukan identifikasi bahaya dan risiko kecelakaan kerja pada laboratorium nanomaterial di Perguruan Tinggi di Kota Malang yang dibantu menggunakan metode HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment) sebagai upaya meminimalkan potensi bahaya dan risiko kerja yang pada laboratorium nanomaterial yang ditinjau dari aspek kondisi laboratorium, pengetahuan tentang keselamatan dan kesehatan kerja (K3) serta sikap kerja peneliti nanomaterial.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dengan pendekatan *cross-sectional*. Objek penelitian yang diambil dalam penelitian ini adalah pengetahuan tentang keselamatan dan kesehatan kerja, sikap kerja, dan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial. Studi ini berfokus pada bahaya dan risiko kecelakaan kerja di laboratorium material nano menggunakan metode HIRA (*Hazard Identification and Risk Assessment*) dan kemudian dikaitkan dengan beberapa variabel independen. Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa dan/atau dosen yang melakukan penelitian nanomaterial di 2 perguruan tinggi Kota

Malang, yakni Universitas Negeri Malang dan Universitas Brawijaya pada 2019 sebanyak 67 orang. Sedangkan sampel dalam penelitian ini diambil dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Data yang diperoleh dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner yang digunakan untuk menentukan pengetahuan K3 dan sikap kerja peneliti nanomaterial. Sedangkan untuk menentukan nilai tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial peneliti menggunakan metode observasi dibantu dengan lembar *check list* yang berisi 4 indikator penilaian yakni kondisi lingkungan kerja, penanganan dan penyimpanan material, alat dan mesin, prosedur kerja dan fasilitas kerja. Berdasarkan tujuan penelitian dan pertimbangan jenis data yang diperoleh, data dianalisis dengan analisis univariat, bivariat dan multivariat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil

#### 1. Pengetahuan K3 di Laboratorium Nanomaterial

Berdasarkan hasil penelitian dengan penyebaran kuesioner mengenai pengetahuan K3 di laboratorium nanomaterial didapatkan hasil distribusi responden menurut pengetahuan K3 adalah sebagai berikut.

**Tabel 1. Distribusi Responden Menurut Pengetahuan K3 di Laboratorium Nanomaterial**

No	Skor	Frekuensi		Kategori
		(f)	(%)	
1	$X > 77,5$	12	34	Baik
2	$70 \leq X < 77,5$	19	54	Sedang
3	$X < 70$	4	11	Kurang

Sumber: Data primer (2019)

Berdasarkan tabel 1 diketahui sebanyak 12 (34%) responden memiliki pengetahuan baik, kemudian 19 (54%) responden memiliki pengetahuan sedang, dan sisanya yakni 4 (11%) responden memiliki pengetahuan kurang. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah responden yang mempunyai pengetahuan K3 di laboratorium nanomaterial dengan kategori sedang lebih banyak dibandingkan responden yang mempunyai pengetahuan K3 di laboratorium nanomaterial dengan kategori baik dan kurang. Diantara faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat risiko di laboratorium nanomaterial pada penelitian ini salah satunya adalah pengetahuan peneliti tentang K3 di laboratorium nanomaterial.

#### 2. Sikap Kerja

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner juga didapatkan distribusi responden mengenai sikap kerja di laboratorium nanomaterial, adapun hasilnya dapat dilihat seperti pada tabel berikut ini.

**Tabel 2. Distribusi Responden Menurut Sikap Kerja di Laboratorium Nanomaterial**

No	Skor	Frekuensi		Kategori
		(f)	(%)	
1	$X \geq 71,88$	12	44	Baik
2	$X < 71,88$	23	66	Kurang Baik

Sumber: Data primer (2019)

Dari tabel 2 diketahui bahwa responden yang mempunyai sikap kerja di laboratorium nanomaterial dengan kategori baik sebanyak 12 (44%) responden dan sebanyak 23 (66%) responden mempunyai sikap kerja di laboratorium nanomaterial dengan kategori kurang baik. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah responden yang memiliki sikap kerja dengan kategori kurang baik lebih banyak dibandingkan responden yang memiliki sikap kerja dengan kategori baik.

#### 3. Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja di Laboratorium Nanomaterial

Berdasarkan pengumpulan data dengan melakukan observasi atau pengamatan terhadap kondisi laboratorium nanomaterial di Universitas Negeri Malang dan Universitas Brawijaya, didapatkan hasil bahwa kondisi laboratorium nanomaterial di Universitas Negeri Malang berada pada tingkat risiko kecelakaan kerja dengan kategori tinggi sedangkan kondisi laboratorium nanomaterial Universitas Brawijaya berada pada tingkat risiko kecelakaan kerja dengan kategori sedang.

**Tabel 3. Hasil Rekap Nilai Risiko Laboratorium Nanomaterial Universitas Negeri Malang & Universitas Brawijaya Berdasarkan Nilai HIRA**

No	Nama Laboratorium	Level Risiko				Jumlah nilai risiko
		Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrim	
1	Laboratorium Nanomaterial Universitas Negeri Malang	8	42	159	79	288
2	Laboratorium Nanomaterial Universitas Brawijaya	2	42	132	94	234

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa nilai jumlah nilai risiko di laboratorium nanomaterial Universitas Negeri Malang senilai 288 lebih besar dibandingkan dengan nilai risiko di laboratorium nanomaterial Universitas Brawijaya senilai 234.

#### 4. Hubungan antara Pengetahuan K3 dan Sikap Kerja dengan Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja di Laboratorium Nanomaterial

Pengaruh secara serentak variabel independen yang terdiri dari pengetahuan K3 dan sikap kerja dengan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

**Tabel 4. Hasil Uji Korelasi Berganda**

##### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.377 <sup>a</sup>	.142	.089	8.202	.142	2.658	2	32	.086

a. Predictors: (Constant), Pengetahuan K3, Sikap Kerja

Berdasarkan hasil uji korelasi berganda yang dilakukan diketahui nilai sig. *F change* sebesar  $0,086 > 0,05$ , yang berarti  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa antara variabel pengetahuan K3 dan variabel sikap kerja secara bersama-sama (simultan) tidak memiliki hubungan dengan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial. Selanjutnya, berdasarkan nilai R (koefisien korelasi) sebesar 0,377 menunjukkan bahwa derajat hubungan antara variabel pengetahuan K3 dan variabel sikap kerja secara bersama-sama (simultan) dengan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial berada pada kategori lemah.

## Pembahasan

### 1. Pengetahuan K3 di Laboratorium Nanomaterial

Diantara faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat risiko di laboratorium nanomaterial pada penelitian ini salah satunya adalah pengetahuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di laboratorium nanomaterial. Pengetahuan adalah hasil dari perilaku manusia yang terjadi setelah penginderaan dari objek tertentu [10]. Pada dasarnya manusia selalu mencari kebenaran untuk suatu pengetahuan yang baru dan pengetahuan inilah yang mempengaruhi sikap dan perilaku seseorang.

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada tabel 1 menunjukkan bahwa responden yang memiliki pengetahuan tentang keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di laboratorium nanomaterial dengan kategori sedang lebih banyak daripada responden yang memiliki pengetahuan baik dan kurang. Pengetahuan merupakan landasan seseorang untuk mengerjakan sesuatu dan berperilaku. Perilaku yang didasarkan oleh pengetahuan akan lebih baik dari perilaku yang tidak didasari oleh pengetahuan [11]. Hal yang paling mendasari seseorang berisiko dengan kecelakaan kerja adalah mengenai pengetahuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) para pekerja dalam bekerja.

Diantara faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengetahuan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada responden dipenelitian ini adalah tingkat pendidikan, konsentrasi keilmuan yang dimiliki, dan motivasi kerja. Menurut teori Notoatmodjo (2012) bahwa pendidikan adalah proses seseorang mengembangkan kemampuan, sikap, dan bentuk-bentuk tingkah laku lainnya dalam masyarakat tempat ia hidup, proses sosial yakni orang dihadapkan pada pengaruh lingkungan yang terpilih dan terkontrol, sehingga dia dapat memperoleh atau mengalami perkembangan kemampuan sosial dan kemampuan individu yang optimal. Pengetahuan yang ada pada seorang pekerja tentang kecelakaan kerja atau bahaya yang ada ditempat kerja tergantung dari tingkat pendidikan yang diperoleh baik secara formal maupun informal, dimana

tingkat pengetahuan akan memberikan pengaruh pada cara-cara seseorang memahami pengetahuan tentang keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di tempat kerjanya. Semakin tinggi tingkat pengetahuan seseorang maka tingkat kecelakaan kerja dapat diminimalisir [12].

## 2. Sikap Kerja

Selain pengetahuan keselamatan dan keselamatan kerja (K3) terdapat faktor lain yakni sikap kerja yang dapat menentukan tingkat risiko di laboratorium nanomaterial. Sikap merupakan salah satu faktor penting dalam bekerja, karena sikap seseorang seringkali dikaitkan dengan perilaku atau kepribadian seseorang, dimana seseorang seringkali dinilai melalui sikap yang dia tunjukkan baik secara langsung maupun tidak langsung [13].

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada tabel 2 diketahui jumlah responden yang memiliki sikap kerja di laboratorium nanomaterial dengan kategori kurang baik lebih banyak daripada responden yang memiliki sikap kerja dengan kategori baik. Perbedaan tersebut menjadi hal yang dianggap wajar mengingat masih kurangnya pemahaman peneliti nanomaterial dalam melakukan penelitian nanomaterial. Mayoritas peneliti nanomaterial memiliki sikap kerja dengan kategori kurang baik, hal tersebutlah yang perlu diteliti lebih dalam mengenai hal-hal apa saja yang mempengaruhinya. Dengan demikian dapat dipertimbangkan apakah memang benar sikap kerja yang kurang baik disebabkan persepsi yang tidak baik, pengetahuan yang kurang serta kepatuhan yang belum muncul di dalam diri peneliti itu sendiri [14].

Sesuai dengan hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar peneliti di laboratorium nanomaterial memiliki sikap kerja yang tidak sesuai dengan keselamatan dan kesehatan kerja, adapun beberapa indikator sikap kerja peneliti nanomaterial ketika bekerja di laboratorium nanomaterial yang terlihat kurang baik, yakni:

### 1) Tidak memakai alat pelindung diri (APD)

Sebagian besar sikap kurang baik disebabkan tidak memakai APD pada saat melakukan penelitian/eksperimen. Sebesar 49% menyatakan mereka terkadang tidak menggunakan APD saat melakukan penelitian/eksperimen. Hal tersebut dikarenakan peneliti nanomaterial memiliki anggapan bahwa apa yang mereka kerjakan tidak begitu berbahaya. Padahal dalam proses penelitian/eksperimen peneliti menggunakan bahan-bahan kimia yang cukup berbahaya yang dapat menimbulkan iritasi pada kulit, selain itu proses penelitian yang penggunaan mesin yang bertekanan suhu tinggi bisa saja menimbulkan luka bakar pada kulit.

### 2) Mengobrol saat sedang penelitian/eksperimen

Sebesar 74% menyatakan bahwa mereka terkadang mengobrol hingga bergurau saat sedang bekerja di laboratorium nanomaterial. Meskipun alasan yang sering dikemukakan berdasarkan observasi dan sedikit tanya jawab yaitu untuk menghilangkan kejenuhan saat menunggu hasil penelitian/eksperimen, namun tetap saja sikap kurang baik ini membuka ruang untuk menimbulkan suatu konsentrasi yang buruk yaitu kecelakaan kerja. Hal ini dapat diakibatkan saat sedang penelitian/eksperimen sambil mengobrol memungkinkan terjadinya kelalaian atau tidak konsentrasi.

### 3) Tidak mengikuti SOP

Berdasarkan hasil dari data yang diperoleh bahwa hanya 12% peneliti yang menyatakan terkadang mengikuti SOP. Prosedur yang diikuti menurut pekerja yaitu meliputi cara kerja yang harus dilakukan pada saat sedang melakukan penelitian/eksperimen. Keseluruhan SOP yang diikuti lebih bersifat teknis bukan ke arah *safety*.

Hasil temuan tersebut disebabkan karena sikap pekerja tersebut terbentuk dari pemahaman ataupun pengetahuannya mengenai sikap aman tidak aman. Pengetahuan yang kurang baik akan membentuk pemikiran yang kurang baik, kemudian pemikiran yang kurang baik akan membentuk sikap yang kurang baik juga [15]. Sikap merupakan respon awal terhadap stimulus sebelum seseorang melakukan sebuah perilaku yang dapat mempengaruhi sesuatu. Sikap terhadap kondisi kerja, kecelakaan dan praktik kerja yang aman bisa menjadi hal yang penting karena ternyata lebih banyak persoalan yang disebabkan oleh pekerja yang ceroboh atau karena ketidakpedulian pekerja itu sendiri. Selain itu pembentukan sikap seorang pekerja juga dapat dipengaruhi oleh pengalaman pribadi, pengaruh orang lain yang dianggap penting, pengaruh kebudayaan, dan media informasi [16].

Sikap kerja yang baik merupakan salah satu faktor penting dalam melakukan penelitian nanomaterial, karena sikap seseorang sering kali dikaitkan dengan perilaku atau kepribadian seseorang, dimana seseorang dinilai melalui sikap yang dia tunjukkan baik secara langsung maupun tidak langsung. Sikap kerja seorang peneliti nanomaterial pada umumnya dipengaruhi oleh lingkungannya sendiri, yang artinya semakin baik peneliti nanomaterial berhubungan dengan obyek-obyek dan situasi-situasi dalam peneliti nanomaterial maka sikapnya akan baik juga dan berimbas pada rendahnya angka risiko dan

kecelakaan kerja yang akan dialami oleh peneliti nanomaterial tersebut [17]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sikap kerja yang baik bagi peneliti nanomaterial merupakan salah satu faktor penting dalam keselamatan ketika bekerja dengan bahan nano.

### 3. Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja di Laboratorium Nanomaterial

Risiko adalah kemungkinan kecelakaan akan terjadi dan dapat mengakibatkan kerusakan. Sedangkan risiko dari kejadian kecelakaan kerja adalah kemungkinan terjadinya kecelakaan atau kerugian pada periode waktu tertentu. Faktor yang mempengaruhi risiko kecelakaan kerja adalah faktor manusia, faktor pekerjaan, faktor lingkungan, faktor kimia, maupun faktor lingkungan biologi [18]. Berdasarkan pengumpulan data melalui observasi atau pengamatan terhadap kondisi laboratorium nanomaterial di Universitas Negeri Malang dan Universitas Brawijaya didapatkan hasil untuk laboratorium nanomaterial di Universitas Negeri Malang berada pada tingkat risiko dengan kategori tinggi sedangkan laboratorium nanomaterial Universitas Brawijaya berada pada tingkat risiko dengan kategori sedang.

Menurut Ibrahim *et al.* (2017) terdapat tiga faktor bergerak dalam satu kesatuan berantai yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, yaitu lingkungan, pekerjaan, dan manusia [19]. Ternyata kecelakaan kerja bukan hanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisik saja, melainkan salah satu faktor yang paling penting adalah manusia. Hal ini karena manusia lah yang berperan sebagai subjek pelaku kerja, sehingga faktor penyebab kecelakaan kerja tidak bisa dilepaskan dari karakteristik dan perilaku manusia [13]. Pernyataan tersebut sejalan dengan data hasil observasi atau pengamatan yang dilakukan peneliti, dimana tingkat risiko kecelakaan kerja yang ada di laboratorium nanomaterial disebabkan oleh beberapa faktor pendukung lainnya yang terdapat pada karakteristik manusia.

Kejadian kecelakaan merupakan suatu rentetan kejadian yang disebabkan oleh adanya faktor-faktor atau potensi bahaya yang satu sama lain saling berkaitan, salah satu faktor yang berhubungan adalah kurangnya motivasi kerja [20]. Menurut Suma'mur (2014) dimana motivasi merupakan penggerak seseorang untuk berbuat, dengan dorongan atau motivasi apapun usaha dan upaya akan dilaksanakan. Maka dari itu, motivasi harus dibangkitkan dalam hubungan bekerja dan pekerjaan [21]. Sedangkan unsur-unsur penggerak motivasi antara lain: kinerja, penghargaan, tantangan, tanggung jawab, pengembangan, keterlibatan dan kesempatan [22]. Selain motivasi kerja, pengalaman kerja seseorang juga dapat memperhitungkan kejadian kecelakaan saat kerja. Menurut Pratama (2015) masa kerja atau pengalaman kerja yang lama merupakan faktor penentu bahwa pekerja tersebut dapat berperilaku aman selama bekerja. Terjadinya peningkatan penguasaan pengetahuan serta keterampilan seseorang dalam pekerjaannya yang dapat diukur dari masa kerja dan dari tingkat pengetahuan dan keterampilan yang dimilikinya [23].

Berdasarkan perhitungan nilai risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial dapat disimpulkan jika penyebab utama terjadinya kecelakaan yang terkait dengan sifat pekerjaan yang kompleks, kondisi tempat kerja dan juga perilaku manusia, serta tidak adanya manajemen keselamatan dan kesehatan kerja. Sebagian besar masalahnya adalah pekerja cenderung meremehkan risiko yang sudah lama ada seperti terkena reaksi kimia, dan sikap acuh terhadap keselamatan dan kesehatan kerja dengan tidak memakai APD secara lengkap ketika bekerja, sehingga kedua hal tersebut perlu dikendalikan [24].

### 4. Hubungan antara Pengetahuan K3 dan Sikap Kerja dengan Tingkat Risiko Kecelakaan Kerja di Laboratorium Nanomaterial

Hasil uji korelasi berganda antara pengetahuan K3 dan sikap kerja responden dengan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,086 ( $> p$  value 0,05) yang berarti tidak terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan dan sikap responden secara bersama-sama (simultan) dengan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial. Berdasarkan hasil tersebut tidak didapatkan perpaduan antara variabel pengetahuan K3 dengan sikap kerja di laboratorium nanomaterial, keduanya merupakan bukan faktor utama yang menentukan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial, hal tersebut dikarenakan masih terdapat faktor pendukung lainnya yang dapat menentukan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial namun tidak menjadi variabel dalam penelitian ini. Perpaduan dari ketiga variabel tersebut secara simultan tidak memberikan efek yang berkaitan terhadap kejadian kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial.

Menurut Sucipto (2014) kecelakaan kerja dapat disebabkan oleh 4 (empat) hal yaitu (1) peralatan kerja dan perlengkapan, (2) tidak tersedianya alat pengaman dan pelindung bagi tenaga kerja, (3) keadaan tempat kerja yang tidak memenuhi syarat, seperti faktor fisik dan faktor kimia yang tidak sesuai dengan persyaratan yang tidak diperkenankan, (4) pekerja kurang pengetahuan dan pengalaman tentang cara kerja dan keselamatan kerja serta kondisi fisik dan mental pekerja

yang kurang baik. Kemudian disimpulkan pula bahwa penyebab kecelakaan dikarenakan 2 faktor utama yaitu faktor lingkungan kerja dan faktor manusia (umur pekerja, pengalaman, tingkat pendidikan dan keterampilan, lama bekerja dan kelelahan) [25].

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada kedua laboratorium nanomaterial di dua perguruan tinggi di Kota Malang tersebut, lingkungan kerja merupakan salah satu faktor yang mendorong tingginya nilai risiko kecelakaan kerja disana. Padahal jika dibandingkan dengan teori yang diungkapkan menurut Sumamur (2014), untuk dapat bekerja produktif, maka pekerjaan harus dilakukan dengan cara kerja dan pada lingkungan kerja yang memenuhi syarat kesehatan dan keselamatan [21]. Dalam menciptakan kondisi serta lingkungan kerja yang baik, maka perlu adanya program perlindungan K3 yang sangat penting untuk diperhatikan. Faktor-faktor predisposisi sangat berkaitan dalam terbentuknya perilaku seseorang dalam hal pelaksanaan K3 karena didalamnya tercermin pengetahuan, sikap, kepercayaan, dan nilai-nilai yang dianut seseorang. Apabila faktor-faktor ini baik, maka pelaksanaan K3 akan baik dan apabila faktor-faktor ini buruk, maka pelaksanaan K3 juga akan buruk [27].

Pencegahan kecelakaan kerja di tempat kerja dapat dilakukan dengan (1) pengamatan resiko bahaya di tempat kerja, (2) pelaksanaan SOP secara benar di tempat kerja, (3) pengendalian faktor bahaya di tempat kerja, (4) peningkatan pengetahuan tenaga kerja terhadap keselamatan kerja dan (5) pemasangan peringatan bahaya kecelakaan di tempat kerja. Selain itu upaya pencegahan kecelakaan kerja juga perlu disediakan sarana untuk menanggulangi kecelakaan di tempat kerja seperti penyediaan P3K, penyediaan peralatan dan perlengkapan tanggap darurat [25].

Dengan demikian upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial dapat dilakukan dengan (1) melakukan pengamatan terhadap risiko bahaya, (2) pembuatan dan pelaksanaan SOP ketika bekerja di laboratorium nanomaterial, (3) melakukan pengendalian faktor bahaya misalnya dengan memindahkan peralatan kerja yang berpotensi menimbulkan bahaya, (4) melakukan peningkatan pengetahuan para peneliti nanomaterial terhadap keselamatan dan kesekamatan kerja dengan pelatihan yang diadakan oleh pihak pengelola laboratorium nanomaterial dan (5) pemasangan tanda-tanda peringatan bahaya kecelakaan di laboratorium nanomaterial. Selain itu upaya pencegahan kecelakaan kerja juga memerlukan ketersediaan sarana untuk menanggulunginya seperti penyediaan P3K, penyediaan peralatan dan perlengkapan tanggap darurat, memberikan pendampingan kepada para peneliti nanomaterial yang baru ingin memulai penelitian nanomaterial agar mengerti terhadap bahaya dan risiko yang akan menyimpannya, melakukan pengawasan terhadap seluruh peneliti nanomaterial baru maupun peneliti nanomaterial yang sudah memiliki pengalaman sebelumnya, serta menyediakan alat pelindung diri dengan kuantitas yang cukup dan dapat digunakan dengan baik.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial tidak hanya dipengaruhi oleh pengetahuan K3 dan sikap kerja peneliti nanomaterial saja, terdapat beberapa faktor pendukung lainnya yang berpengaruh seperti tingkat pendidikan, konsentrasi keilmuan yang dimiliki serta motivasi dalam bekerja. Selain itu berdasarkan uji kolerasi berganda didapatkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara variabel pengetahuan K3 dan variabel sikap kerja jika dianalisis secara bersama-sama (simultan) dengan tingkat risiko kecelakaan kerja di laboratorium nanomaterial.

#### Referensi

1. Alagarasi A. Introduction to Nanomaterials. Chennai, India: National Centre for Catalysis 166 Research (NCCR) internal bulletin (Unpublished); 2011.
2. Natelson D. Nanostructures and Nanotechnology. UK: Cambridge University Press; 2015.
3. Lowry G V., Gregory KB, Apte SC, Lead JR. Transformation of Nanomaterials in The Environment. Environ Sci Technol [Internet]. 2013;46(13):6893–9. Available from: <https://doi.org/10.1021/es300839e>
4. Kuempel ED, Geraci CL, Schulte PA. Risk assessment and risk management of nanomaterials in the workplace: Translating research to practice. Ann Occup Hyg. 2012;56(5):491–505.
5. Zhang B, Ahmed I, Wang P, He Y. Nanomaterials in the Environment and Their Health Effects. Reference Module in Earth Systems and Environmental Science [Internet]. 2nd ed. Elsevier Inc; 2018. Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-509548-9.11057-7>
6. Urban Hire. 10 Pekerjaan Paling Menjanjikan di Masa Depan [Internet]. 2019 [cited 2019 Nov 1]. Available from: <https://www.urbanhire.com/blog/10-pekerjaan-paling-menjanjikan->

di-masa-depan/amp/

7. Dicky Rahmadani. Analisis Potensi Risiko Bahaya Pada Laboratorium Fakultas Teknologi Industri Di Lantai 2 Dan 3 Gedung K.H Wahid Hasyim Dengan Pendekatan Hira dan Hazop. Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta 2017. Universitas Islam Indonesia; 2017.
8. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 605/Menkes/SK/VII/2008 Tentang Standar Balai Laboratorium Kesehatan dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan. Jakarta;
9. Noorden R Van. A death in the lab. J Sci [Internet]. 2011;472:270–1. Available from: <https://www.nature.com/news/2011/110418/full/472270a.html>
10. Notoatmodjo S. Metodologi Penelitian. Edisi Revisi. Jakarta: Rineka Cipta; 2012.
11. Sutrisno E. Manajemen Sumber Daya Manusia. Ed.6. Jakarta: Pranada Media Grup; 2014.
12. Yanti K. Hubungan perilaku dengan kecelakaan kerja pada pekerja peternak ayam ras di kecamatan tilatang kamang kabupaten agam tahun 2011. Universitas Andalas; 2011.
13. Pratama AK. Hubungan Karakteristik Pekerja Dengan Unsafe Action Pada Tenaga Kerja Bongkar Muat Di Pt. Terminal Petikemas Surabaya. J Keselam dan Kesehat Kerja. 2015;4(1).
14. Afianto SN, Ma’rufi I, P.S AD. Hubungan antara Pengetahuan dan Sikap dengan Tindakan Pekerja dalam Bekerja sesuai Safety Sign Boards yang Terpasang. Universitas Jember; 2016.
15. Listyandini R. Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Perilaku Tidak Aman pada Pekerja Kontraktor di PT. X. Universitas Airlangga; 2013.
16. Aswar E, Asfian P, Fachlevy AF. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Bengkel Mobil Kota Kendari Tahun 2016. Universitas Halu Oleo; 2016.
17. Annisa A. Hubungan pengetahuan, penggunaan apd, sikap kerja dan pengawasan dengan kejadian kecelakaan kerja di PT. Kunango Jantan Group Padang Pariaman. Universitas Andalas; 2016.
18. Vesta E, R.Y. Gambaran Persepsi Pekerja Tentang Risiko Kecelakaan Kerja di Departemen Produksi dan Utility PT. Wilmar Nabati Indonesia Dumai Tahun 2012. J Fak Kesehat Masy. 2012;1(1).
19. Ibrahim H, Amansyah M, Tahuir NAW. Gambaran Faktor Risiko Kecelakaan Kerja pada Departemen Produksi Bahan Baku di PT. Semen Tonasa Kabupaten Pangkep Tahun 2016. Public Heal Sci J. 2017;9(1).
20. Thoah M. Perilaku Organisasi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Jakarta: PT. Raja GrafindoJakarta; 2012.
21. Suma’mur P. Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan. Delapan. Jakarta: PT. Toko Gunung Agung; 2014.
22. Meinita TSP. Analisis Faktor Yang Berhubungan Dengan Kecelakaan Kerja Di Cv Prima Logam Tegal Tahun 2015. Universitas Negeri Semarang; 2015.
23. Pratama EW. Hubungan antara Perilaku Pekerja dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Bagian Produksi PT. Linggarjati Mahardika Mulia di Pacitan. Universitas Negeri Semarang; 2015.
24. Sulisty W, Nugraha WD, Budianti A. Analisa Risiko Keselamatan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hazards Identification, Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) Di Laboratorium Btpldd Ptlr Batan Serpong Banten. J Tek Lingkung [Internet]. 2013;2(2):1–10. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/2735>
25. Sucipto DC. Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Yogyakarta: Gosyen Publishing; 2014.
26. Waruwu S, Yuamita F. Analisis Faktor Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Yang Signifikan Mempengaruhi Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Apartement Student Castle. J Spektrum Ind. 2016;14(1):1–108.