

**SURAT TUGAS**

**Nomor: O.6.h/780.4b/FKUMM/VIII/2022**

Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang menugaskan nama tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIP/NIDN/NIM	Judul Penelitian
1.	dr. Andi Abdillah, Sp. B	0712067601	Analisis Pengaruh Suhu Dingin Ekstrem Terhadap Radang Dingin (Frostbite) Pada Pekerja Tempat Penyimpanan Beku (Cold Storage)
2.	dr. Rubayat Indradi, MOH	0708098502	
3.	dr. Desy Andari, M.Biomed	0709127503	
4.	Ainun Tungga Dewi	201510330311069	

Untuk melakukan penelitian mandiri dengan judul tersebut yang dilaksanakan pada periode 2022/2023. Dalam penelitian mandiri akan tetap dilakukan *monitoring* dan evaluasi oleh Tim Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang. Demikian surat tugas ini dikeluarkan untuk dapat dilaksanakan dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 11 Agustus 2022

Dekan,



Dr. dr. Meddy Setiawan, Sp.PD-FINASIM

NIP: 196805212005011002

Tembusan: Yth

1. Yang bersangkutan
2. Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
3. Arsip



**PENELITIAN MANDIRI**

**ANALISIS PENGARUH SUHU DINGIN EKSTREM  
TERHADAP RADANG DINGIN (FROSTBITE)  
PADA PEKERJA TEMPAT PENYIMPANAN BEKU (COLD STORAGE)**

**Oleh :**

**dr. Andi Abdillah, Sp. B (NIDN. 0712067601)  
dr. Rubayat Indradi, MOH (NIDN. 0708098502)  
dr. Desy Andari, M.Biomed (NIDN. 0709127503)  
Ainun Tungga Dewi (NIM. 201510330311069)**

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2022**

## Kajian Literatur: Paparan Lingkungan Fisik Temperatur Rendah Ekstrem Terhadap Kejadian Frostbite

Andi Abdillah<sup>1</sup>, Ainun Tungga Dewi<sup>2</sup>, Rubayat Indradi<sup>3</sup>, Desy Andari<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Malang, [abdillah@umm.ac.id](mailto:abdillah@umm.ac.id)

<sup>2</sup> Universitas Muhammadiyah Malang, [ainuntunggadewi@gmail.com](mailto:ainuntunggadewi@gmail.com)

<sup>3</sup> Universitas Muhammadiyah Malang, [rubayat@umm.ac.id](mailto:rubayat@umm.ac.id)

<sup>4</sup> Universitas Muhammadiyah Malang, [desy\\_andari@umm.ac.id](mailto:desy_andari@umm.ac.id)

### ABSTRAK

Frostbite adalah penyakit yang disebabkan karena terpapar suhu dingin ekstrem yang terus menerus dan sangat rentan diderita oleh pekerja pada ruang penyimpanan beku (Cold Storage). Ruang penyimpanan beku sangat diperlukan pada beberapa industri. Penelitian ini bertujuan menelaah paparan lingkungan fisik temperatur rendah yang ekstrem terhadap kejadian frostbite. Penelitian ini merupakan kajian literatur dengan melakukan penelusuran pada 30 referensi yang telah disajikan dalam jurnal bereputasi terindex scopus (Q1, Q2 dan Q3), jurnal nasional terindex sinta dan referensi buku. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya paparan temperatur rendah yang ekstrem terhadap terjadinya frostbite, dimana suhu dalam ruang pendingin akan meningkatkan cairan antar sel pada jaringan tubuh manusia menjadi beku akibat suhu dingin ekstrem. Penanganan frostbite dilakukan dengan beberapa fase mulai dari fase Pencegahan hingga fase lanjutan. Pilihan pada fase pertama terbaik adalah dengan meningkatkan suhu tubuh dari dalam (lewat makanan/minuman/obat) dan luar (air hangat). Pada fase berikutnya, diperlukan bantuan profesional di bidang medis. Sangat penting juga adalah menghindari terjadinya infeksi sekunder. Penanganan terbaik dari frostbite adalah dengan mencegah terjadinya frostbite yaitu dengan menghindari suhu rendah yang ekstrem.

**Kata kunci:** Frostbite, Ruang penyimpanan beku, Pencegahan

### ABSTRACT

Frostbite is a disease caused by continuous exposure to extreme cold temperatures and is very susceptible to being suffered by workers in cold storage. Frozen storage space is needed in several industries. This study aims to examine the exposure of the physical environment to extreme low temperatures on the occurrence of frostbite. This study is a literature review by conducting searches on 30 references presented in reputable Scopus indexed journals (Q1, Q2 and Q3), sinta-indexed national journals and book references. The results of this study indicate that there is extreme low temperature exposure to frostbite, where the temperature in the cold room will increase the intercellular fluid in the human body's tissues to freeze due to extreme cold temperatures. Handling of frostbite is carried out in several phases starting from the Prevention phase to the continuation phase. The best choice in the first phase is to increase body temperature from the inside (through food/drink/medicine) and outside (warm water). In the next phase, professional assistance in the medical field is needed. It is also very important to avoid secondary infection. The best treatment for frostbite is to prevent frostbite from occurring, namely by avoiding extreme low temperatures.

**Keywords:** Frostbite, Freeze storage, Prevention

\*Korespondensi Author: Andi Abdillah, Rumah Sakit Umum Universitas Muhammadiyah Malang, [abdillah@umm.ac.id](mailto:abdillah@umm.ac.id), (0341) 561666

## I. PENDAHULUAN

Frostbite, atau lebih sering radang dingin, adalah penyakit yang disebabkan oleh pembekuan cairan antar sel dalam jaringan tubuh manusia saat terkena suhu yang sangat dingin.<sup>1</sup> Meski bukan musim salju, embun beku juga bisa

terjadi di iklim kering seperti Timur Tengah dan iklim tropis seperti Asia Tenggara. Di tempat-tempat tersebut, pembekuan tidak terjadi secara alami, melainkan di lingkungan yang dingin secara artifisial, seperti cold store,<sup>1</sup> yaitu tempat kerja yang sengaja diatur pada suhu rendah di

bawah titik beku air (0°C). Di Taiwan, 21,1% pekerja penyimpanan dingin menderita gejala seperti radang dingin awal, dan 2,4% telah didiagnosis radang dingin.<sup>2</sup>

Ketersediaan cold storage di Indonesia hanya mencakup 60% dari total kebutuhan, sehingga perkembangan industri cold storage diharapkan tumbuh 8-10% dalam lima tahun ke depan.<sup>3</sup> Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk membahas pengaruh suhu dingin ekstrim terhadap pembekuan pada cold store..

## II. METODOLOGI

Metode pencarian yang digunakan adalah metode pencarian pustaka dengan menggunakan search engine sciencedirect.com, www.scimagojr.com, sinta.ristekbrin.go.id, dan website medis pubmed.ncbi.nlm.nih.gov dan

medscape.com. Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi dan menginterpretasikan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan masalah penelitian.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Temperatur Rendah Ekstrim Dan Kejadian Frostbite Pada Pekerja Ruang Penyimpanan Dingin

Masalah kesehatan yang disebabkan oleh cuaca dingin ekstrem yang terjadi di lingkungan luar rumah akan lebih sulit diperkirakan karena tidak stabilnya situasi eksternal seperti suhu udara, kecepatan angin, hujan, dan lain-lain. Sedangkan masalah kesehatan yang disebabkan oleh suhu dingin yang ekstrem di dalam ruangan lebih dapat diperkirakan dan bervariasi.<sup>4</sup>

**Tabel 1. Perbandingan Referensi Pada Problem Kesehatan Akibat Temperatur Rendah Ekstrem**

Problem Kesehatan	Makinen & Hassi (2008) <sup>4</sup>	Piedrahita et al (2008) <sup>5</sup>	Thetkathuek et al (2014) <sup>6</sup>	Chen et al (2010) <sup>2</sup>	Kurnia et al (2017) <sup>7</sup>	Rahmawati (2017) <sup>8</sup>
Problem kulit	v	v	v	v	x	x
Problem Muskuloskeletal	v	v	v	v	v	v
Problem Kardiovaskular	v	v	v	v	x	v
Masalah Diabetes	v	x	x	x	x	x
Problem saraf tepi	x	v	v	x	x	x
Problem sistem pernafasan	v	v	v	v	v	x
Problem pada jari	x	v	v	x	x	x
Frostbite	v	v	x	v	x	v
Penurunan kesehatan mental	x	x	x	v	x	v
Catatan : v =	telah	Ditemukan	x =	Tidak	ditemukan	

**Tabel 2. Komparasi Timbulnya Frostbite Dan Gejalanya Pada Pekerja Di Beberapa Suhu Lingkungan Kerja**

Sumber	Persentase terjadinya		Jenis pekerjaan	Suhu lingkungan kerja
	Frostbite	Gejala Frostbite		
Makinen & Hassi (2008)	22%	tidak disebutkan	peternak rusa kutub di Alaska	Banyak variasi tergantung pada angin, cuaca, dll
Piedrahita et al (2008)	4%	50%	pekerja cold storage di Finlandia	-63°C sampai -43°C
Thetkathuek et al (2014)	0%	47,7%	pekerja cold storage di Thailand	-18°C

Sumber	Persentase terjadinya		Jenis pekerjaan	Suhu lingkungan kerja
	Frostbite	Gejala Frostbite		
Chen et al (2010)	2.4%	tidak disebutkan	pekerja pada beberapa cold storage di Taiwan	Beragam (lokasi penelitian lebih dari satu cold storage)
Kurnia et al (2017)	tidak diteliti	tidak diteliti	pekerja cold storage di Indonesia	-26°C sampai -20°C
Rahmawati (2017)	0%	0%	pekerja cold storage di Indonesia	-40°C sampai -38°C

Melihat iklim, dapat disimpulkan bahwa negara dengan suhu rerata yang cenderung lebih tinggi memiliki risiko frostbite yang lebih rendah. Pasien dengan gejala radang dingin pertama harus dikeluarkan dari lingkungan dalam suhu yang sangat rendah/dingin dan bagian dari tubuh yang menjadi beku harus dihangatkan sesegera mungkin. Di negara yang memiliki iklim tropis, risiko radang dingin di kalangan pekerja lebih kecil disebabkan sinar matahari yang cukup kuat.

Sebuah studi menemukan bahwa pekerja yang terkena dingin ekstrim 50% dari waktu dan mengenakan pakaian termal yang tidak memadai lebih mungkin mengalami ketidaknyamanan dingin. Masalah yang paling signifikan adalah gejala jari periodik, diikuti gejala pernapasan, gejala peredaran darah perifer, dan nyeri muskuloskeletal berulang.<sup>5</sup> Reaksi pekerja terhadap lingkungan yang dingin meliputi beberapa gejala dan penyakit. Risiko penyakit kardiovaskular ditemukan lebih tinggi pada populasi yang terpapar dingin terutama selama musim dingin.<sup>6</sup>

Temuan menarik dalam satu penelitian adalah identifikasi dua pekerja yang sebelumnya didiagnosis dengan fenomena Raynaud primer (RP), penyakit terkait flu yang paling terkenal. Prevalensi RP sangat bervariasi antara populasi, negara, dan wilayah dan tergantung, misalnya, pada metode diagnosis. Kedua kotak itu ditemukan sejak lama (6 dan 10 tahun lalu), dua karyawan masih bekerja di lemari es. Etiologi fenomena Raynaud primer melibatkan banyak mekanisme, termasuk mekanisme neurogenik, interaksi dengan dinding pembuluh darah, dan respons imunologi yang abnormal. Paparan dingin telah diakui sebagai salah satu faktor yang

dapat memicu serangan. Pasien RP harus menghindari paparan dingin apa pun.<sup>7,8</sup>

Karyawan tersebut melaporkan cedera dingin sebelumnya (radang dingin) terkait dengan lingkungan kerja yang dingin. Cedera dingin yang dilaporkan (cedera radang dingin) biasanya terjadi pada pekerja luar ruangan (pertanian, eksplorasi minyak dan gas, transportasi dan penyimpanan, tempat penampungan darurat, dan transportasi darat), meskipun cedera dingin juga telah diamati pada mereka yang terlibat dalam pemrosesan, distribusi, dan pengolahan makanan. Temperatur yang rendah dan kecepatan udara yang tinggi dari cold store membutuhkan perlindungan pakaian yang signifikan, terutama untuk tangan karyawan.<sup>7,8</sup>

Paparan suhu rendah/dingin mengakibatkan tubuh manusia selalu menjaga suhu tubuh tetap normal sehingga dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Kesehatan pekerja yang terganggu oleh suhu dingin mengubah fisiologi tubuh manusia. Paparan suhu dingin merupakan bahaya fisik yang dapat menimbulkan cold stress berupa adaptasi fisiologis, respon psikologis, dan respon individu.<sup>9</sup>

Tekanan darah sistolik yang meningkat berkaitan dengan durasi dalam bekerja. Peningkatan sistolik ini akan menurunkan suhu tubuh hingga 77°F. Apabila suhu tubuh yang menurun hingga dibawah 85°F selama >20-30 menit akan menghilangkan kemampuan dari hipotalamus dalam mengatur suhu tubuh. Pada saat tubuh terpapar dengan suhu yang sangat rendah menyebabkan area permukaan tubuh dapat membeku, diaman kondisi ini disebut

frostbite. Area tubuh yang mengalami frostbite terutama terjadi pada jari-jari tangan, jari-jari kaki, ujung hidung dan daun telinga. Apabila kebekuan tersebut cukup untuk mengakibatkan terbentuknya kristal di dalam sel, maka akan terjadi kerusakan menetap, seperti kerusakan sirkulasi, demikian juga kerusakan jaringan lokal.<sup>10</sup>

### **Tingkat Keparahan Frostbite**

Tiga tahapan dapat terjadi pada Frostbite yaitu frostnip (rendah), superficial frostbite (sedang), dan frostbite deep (parah).

#### **1. Frostnip**

Frostnip adalah suatu keadaan kulit dan jaringan di bawah kulit akan terlebih dahulu menjadi dingin. Pada tahap ini tidak ada kerusakan permanen pada kulit. Gejala frostnip meliputi kulit dingin dan sensasi kesemutan. Kulit menjadi tidak terasa, peradangan dan perubahan warna. Perubahan warna pada daerah yang terkena mungkin sulit dilihat pada kulit gelap (coklat atau hitam).

#### **2. Superficial Frostbite**

Radang dingin superfisial, penyakit dimana memburuknya radang dingin dan ditandai dengan struktur kulit yang keras atau seperti lilin. Pada tahap superficial frostbite membuat warna kulit sedikit berubah. Kulit yang terpapar suhu hangat setelah radang dingin superfisial mengembangkan bintik-bintik disertai nyeri tekan, terbakar, dan bengkak. Lepuh berisi cairan dapat muncul di kulit dalam waktu 12-36 jam.

#### **3. Frostbite Deep**

Deep frostbite ditunjukkan dengan adanya perubahan warna kulit menjadi putih atau biru keabu-abuan. Keadaan lain, kulit menjadi tidak terasa yang ditandai dengan ketidakmampuan kulit dalam merasakan dingin dan merasakan nyeri. Sendi atau otot juga bisa stop bekerja. Deep freeze ini dapat menjangkau jauh ke dalam jaringan subkutan.

Kulit yang mengalami trauma berwarna keputihan atau putih kebiruan, dan anestesi bervariasi. Jika kulit terpapar suhu panas pada tahap ini, lepuhan besar akan terbentuk dalam

waktu 24 hingga 48 jam. Juga, ketika jaringan kulit mati, menjadi berwarna hitam dan keras.

### **Tatalaksana Frostbite**

#### **Tahap Pencegahan**

Fase ini juga dapat disebut sebagai manajemen keselamatan kerja, karena desain keselamatan kerja yang baik dapat mencegah terjadinya kecelakaan kerja seperti frostbite dengan bantuan alat pelindung diri (administrasi), teknis dan personal.<sup>11</sup>

#### **Tahap Pertolongan Pertama**

Pertolongan awal atau pertama untuk seseorang dengan radang dingin, tahap pertama adalah mengeluarkannya dari lingkungan yang sangat dingin. Pasien dengan radang dingin harus melepas semua perhiasan dan menutupi radang dingin dengan kain basah.<sup>12</sup>

#### **Tahap Identifikasi Penanganan Lanjut**

Tiga langkah untuk menggambarkan kerusakan es, yaitu 1) menggunakan SPEC/CTA untuk mendapatkan prognosis klinis yang baik; 2) pemindaian tulang dan angiografi bisa membantu memprediksi radang dingin tahap akhir; dan 3) MRA merupakan cara yang paling aman dan tidak membebani pasien, namun relatif mahal dibandingkan dengan metode lainnya.<sup>13</sup>

#### **Tahap Tatalaksana Lanjutan**

Perawatan radang dingin dangkal dan dalam berbeda tetapi memiliki tujuan yang sama untuk menyelamatkan jaringan sebanyak mungkin. Pada fase permukaan, perawatan difokuskan untuk mengembalikan fungsi jaringan yang beku agar berfungsi kembali, namun di sisi lain, pada fase dalam, perawatan harus membuang jaringan yang sudah terpisah dari jaringan lain agar tidak semakin rusak melalui upaya amputasi.<sup>14</sup>

### **IV. SIMPULAN DAN SARAN**

Frostbite terjadi karena cairan diantara sel pada jaringan tubuh manusia menjadi beku akibat temperatur rendah yang ekstrim, dimana kejadian ini sering juga ditemukan pada orang yang bekerja di ruang penyimpanan dingin yang memiliki temperatur rendah yang ekstrim dengan

waktu paparan suhu yang cukup lama. Penanganan frostbite dilakukan melalui empat fase yaitu preventif, pertolongan pertama, Identifikasi penanganan lanjut dan penanganan lanjut. Penanganan terbaik dari frostbite adalah dengan mencegah terjadinya frostbite yaitu dengan menghindari suhu rendah yang ekstrim.

## REFERENSI

1. Hutchison, R. Frostbite of the Hand. *Journal of Hand Surgery America*. 2014;39(9):1863-1868
2. Chen, C., Dai, Y., Tien, C., Sun, Y & Juang, Y. Study on the Health Hazards of Cold Stress in the Workplace. *Journal of Occupational Safety and Health*. 2010;18:1-10.
3. Sari, S. Ini 7 Pemimpin Pasar Rantai Pendingin di Indonesia. 2019. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190501/98/917410/ini-7-pemimpin-pasar-rantai-pendingin-di-Indonesia>.
4. Mäkinen T & Hassi J. Health Problems in Cold Work. *Industrial Health*. 2008;47:207-220.
5. Piedrahita, H., Oksa, J., Malm, C & Rintamaki, H. Health problems related to working in extreme cold conditions indoors. *International Journal of Circumpolar Health*. 2008;67(2-3):279-287. DOI:10.3402/ijch.v67i2-3.18286.
6. Näyhä S. Cold and the risk of cardiovascular diseases: A review. *Int J Circumpolar Health* 2002;61(4):373-380
7. De Angelis R, Salaffi F, Grassi W. Raynaud's Phenomenon: Prevalence in an Italian Population Sample. *Clin Rheumatol* 2006;25:506-51021.
8. Belch JFF. The phenomenon, syndrome and disease of Maurice Raynaud. *Br J Rheumatol*. 1990;29(3):162-165
9. Lopak G.N, Lintong F, Moningka M. Hubungan Paparan Suhu Dingin terhadap Perubahan Tekanan Darah Sebelum dan Sesudah Bekerja. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*. 2017;5(2):1-4
10. Van Bergen P, Rossi FMJ, Shechtman O. The Effect of Intermittent Exposure to Cold on the Development of Hypertension in the Rat: Altered Response in Hypertension. *Am J Hypertens*. 1992;5(8):545-55
11. Thetkathuek, A., Yingratanasuk, T., Jaidee, W & Ekburanawat, W. Cold Exposure and Health Effects Among Frozen Food Processing Workers in Eastern Thailand. *Safety and Health*. 2015;6:56-61.
12. Kurnia, F, Suryono, H & Koerniasari. Manajemen Pengaturan Ruang Penyimpanan Dingin dan Keluhan Cold Stress pada Perusahaan Es Krim Surabaya Tahun 2017. *Gema Kesehatan Lingkungan*. 2017;15(3):21-27.
13. Rahmawati, D. Pejahan Suhu Dingin dan Kejadian Hipotermia pada Pekerja Cold Storage: Studi di Cold Storage Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan. *Skripsi Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember*. 2017.
14. Patel, N & Patel, D. Frostbite. *American Journal of Medicine*. 2008;121(9):765-766.
15. Handford, C., Thomas, O & Imray, C. Frostbite. *Emergency Medical Clinic of North America*. 2017;35:281-299.
16. Gao, Y., Wang, F., Zhou, W & Pan, S. Research Progress in the Pathogenic Mechanism and Imaging of Severe Frostbite. *European Journal of Radiology*. 2021;137. 109605.
17. Zonnoor, B. Frostbite Medication. 2020. <https://emedicine.medscape.com/article/926249-mediacion#showall>.