

**ANALISIS RISIKO GANGGUAN SALURAN PERNAFASAN PADA
PEKERJA INDUSTRI SABUT KELAPA *COCOFIBER* DAN
COCOPEAT DI PT. MAKANYA AGRI UTAMA
KABUPATEN PADANG PARIAMAN
TAHUN 2023**

SKRIPSI



Oleh :

AFRIZA RESTI
NIM : 191210609

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES PADANG
2023**

**ANALISIS RISIKO GANGGUAN SALURAN PERNAFASAN PADA
PEKERJA INDUSTRI SABUT KELAPA *COCOFIBER* DAN
COCOPEAT DI PT. MAKANYA AGRI UTAMA
KABUPATEN PADANG PARIAMAN
TAHUN 2023**

SKRIPSI

Diajukan pada Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Politeknik Kementerian Kesehatan Padang Sebagai Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
Politeknik Kesehatan Padang



Oleh :

AFRIZA RESTI
NIM : 191210609

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN SANITASI LINGKUNGAN
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES PADANG
2023**

PERNYATAAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja Industri Sabut Kelapa *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023
Nama : Afriza Resti
NIM : 191210609

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing skripsi untuk diseminarkan dihadapan Tim Penguji Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang

Padang, Juni 2023

Komisi Pembimbing :

Pembimbing Utama



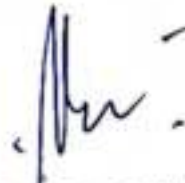
(Dr. Muchsin Rivianto, SKM, M.Si)
NIP. 19700629 199303 1 001

Pembimbing Pendamping



(Dr. Wijavantono, SKM, M.Kes)
NIP. 19620620 198603 1 003

Ketua Jurusan
Kesehatan Lingkungan



(Hj. Awalia Gusti, S.Pd, M.Si)
NIP. 19670802 199003 2 002

PERNYATAAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja Industri Sabut Kelapa *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023
Nama : Afriza Resti
NIM : 191210609

Laporan hasil skripsi ini telah diperiksa, disetujui dan diseminarkan dihadapan Tim Penguji Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang pada tanggal 5 Juli 2023

Padang, Juli 2023

Dewan Penguji

Ketua



(Lindawati, SKM, M.Kes)
NIP : 19750613 200012 2 002

Anggota



Ii. Awalita Gusti, S.Pd, M.Si)
NIP. 19670802 199003 2 002

Anggota



(Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si)
NIP. 19700629 199303 1 001

Anggota



(Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes)
NIP. 19620620 198603 1 003

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini saya nama lengkap :

Nama Lengkap : Afriza Resti
NIM : 191210609
Tanggal lahir : 14 April 1999
Tahun masuk : 2019
Nama PA : Dr. Irmawartini, S.Pd, M.KM
Nama Pembimbing Utama : Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si
Nama Pembimbing Pendamping : Dr. Wijyantono, SKM, M.Kes

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan laporan hasil skripsi saya, yang berjudul: Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja Industri Sabut Kelapa *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Padang, Juli 2023



(Afriza Resti)
NIM : 191210609

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. Identitas Diri

Nama : Afriza Resti
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/ 14 April 1999
Alamat : Jalan Kesehatan VIII Blok C2 No.80 Kel.Limau
Manis Selatan, Kec. Pauh Padang
Agama : Islam
Status Keluarga : Belum Menikah
No telp/Hp : 0895377400461
Email : afrizaresti14@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

No.	Pendidikan	Tahun Lulus	Tempat
1.	SD	2011	SDN 15 Ulu Gadut Padang
2.	SMP	2014	SMPN 21 Padang
3.	SMA	2018	Sekolah Menengah Analis Kimia Padang (SMAKPA)
4.	PT	2023	Poltekkes Kemenkes Padang

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja Industri Sabut Kelapa *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023”.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan yang ada, sehingga masih ada penyajian yang belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini.

Selama proses pembuatan skripsi ini penulis tidak terlepas dari peran dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si, selaku Pembimbing Utama dan Bapak Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes selaku Pembimbing Pendamping yang telah mengarahkan, membimbing dan memberikan masukan dengan penuh kesabaran dan perhatian dalam pembuatan skripsi ini, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini:

1. Ibu Renidayati, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
2. Ibu Hj. Awalia Gusti, S.Pd, M.Si selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
3. Bapak Aidil Onasis, SKM, M.Kes selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
4. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang yang telah membimbing dan membantu selama perkuliahan di Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.

5. Orang tua, abang, kakak, dan keluarga serta sahabat tercinta yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan pihak yang telah membacanya, serta penulis mendoakan semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT, Aamiin.

Padang, Juli 2023

AR

Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan, Skripsi, Juli 2023
Afriza Resti

Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja Industri Sabut Kelapa *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

xiii +77 halaman, 10 tabel, 5 gambar, 12 lampiran

ABSTRAK

Kegiatan industri sabut kelapa berupa proses pencacahan, pengayakan, penjemuran dan pengepressan menghasilkan debu sabut kelapa. Ukuran partikel debu sabut kelapa termasuk *Total Suspended Partikulat* (TSP). Pencemaran TSP berdampak pada gangguan saluran pernafasan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui risiko gangguan saluran pernafasan pada pekerja industri sabut kelapa *cocofiber* dan *cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama tahun 2023.

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL). Sampel penelitian ini adalah sampel udara parameter *Total Suspended Particulate* (TSP) di dua titik yaitu dibagian pencacahan pengayakan dan pengepressan pejemuran. Sampel pekerja yaitu sebanyak 13 pekerja.

Bahaya yang ditemukan berupa banyaknya debu sabut kelapa yang menempel di pakaian pekerja, kondisi tempat produksi yang memiliki atap, namun tidak ada sekat, bahaya operasional mesin, kebisingan, masih ada pekerja yang tidak menggunakan APD, dan belum adanya pelaksanaan kegiatan pengendalian mutu. Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) titik pencacahan dan pengayakan yaitu $5,494 \text{ mg/m}^3$, titik pengepressan dan penjemuran yaitu $2,109 \text{ mg/m}^3$. Dengan demikian kedua titik tersebut melebihi Nilai Baku Mutu yaitu $0,23 \text{ mg/m}^3$ menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.2 tahun 2023. Sebanyak 46,2% pekerja mengalami gangguan saluran pernafasan dan semua pekerja berisiko ($RQ > 1$) pada masa kerja *realtime* maupun *lifetime*.

Diharapkan industri melakukan perawatan mesin secara berkala, penambahan alat penutup pada bagian antara mesin pencacahan dan pengayakan, rotasi pekerja dengan siklus waktu tertentu, pengawasan kesehatan pekerja secara berkala, sosialisasi pentingnya Alat Pelindung Diri (APD) dan menambah rambu-rambu bahaya. Diharapkan pekerja menggunakan APD berupa respirator dan kacamata, membasahi lantai sebelum disapu untuk menekan penyebaran debu.

Daftar Pustaka : 51 (2003-2023)

Kata Kunci : Debu, Sabut Kelapa, Risiko, Pernafasan

**Environmental Sanitation Applied Undergraduate Study Program, Thesis,
July 2023
Afriza Resti**

**Risk Analysis of Respiratory Disorders in Coconut Coir Industry Workers
Cocofiber and *Cocopeat* at PT. Makanya Agri Utama Padang Pariaman
Regency in 2023**

xiii +77 pages, 10 tables, 5 figures, 12 appendices

ABSTRACT

Coconut coir industrial activities in the form of chopping, sieving, drying and pressing processes produce coconut coir dust. The size of the coconut coir dust particles incl *Total Suspended Particulates* (TSP). TSP pollution has an impact on respiratory tract disorders. The purpose of this study was to determine the risk of respiratory tract disorders in coconut coir industry workers *cocofiber* and *cocopeat* at PT. Makanya Agri Utama is in 2023.

This type of research is quantitative research with an environmental health risk analysis (ARKL) approach. The research sample is a parameter air sample *Total Suspended Particulate* (TSP) at two points, namely the enumeration, sieving and drying-pressing sections. The sample of workers is as many as 13 workers.

The hazards found were the amount of coconut coir dust sticking to the workers' clothes, the condition of the production site which has a roof but no insulation, machine operational hazards, noise, there are still workers who do not use PPE, and there is no implementation of quality control activities. Concentration *Total Suspended Particulate* (TSP) the point of enumeration and sieving is 5.494 mg/m^3 , the pressing and drying points were 2.109 mg/m^3 . Thus the two points exceed the Quality Standard Value of 0.23 mg/m^3 according to RI Minister of Health Regulation No.2 of 2023. A total of 46.2% of workers suffer from respiratory disorders and all workers are at risk ($RQ > 1$) during work hours *realtime* nor *lifetime*.

It is expected that the industry will carry out regular machine maintenance, add closing devices to the section between the chopping and sieving machines, rotate workers with a certain time cycle, periodically monitor worker health, socialize the importance of Personal Protective Equipment (PPE) and add danger signs. It is expected that workers will use PPE in the form of respirators and goggles, wet the floor before sweeping it to reduce the spread of dust.

Bibliography : 51 (2003-2023)

Keywords : Dust, Coconut Coir, Risk, Breathing

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	9
C. Tujuan Penelitian.....	9
D. Manfaat Penelitian.....	10
E. Ruang Lingkup	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
A. Gangguan Pernafasan	12
B. Debu Lingkungan Kerja	20
C. <i>Cocofiber</i> dan <i>Cocopeat</i>	29
D. Debu Sabut Kelapa	30
E. Teori Simpul Kejadian Penyakit.....	33
F. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	35
G. Kerangka Teori.....	43
H. Kerangka Konsep	45
I. Definisi Operasional.....	46
BAB III METODE PENELITIAN.....	48
A. Jenis Penelitian	48
B. Waktu dan Tempat.....	48
C. Populasi dan Sampel.....	48
D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data.....	49
E. Instrumen Penelitian	50
F. Teknik Pengolahan Data.....	50
G. Analisis Data.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	53
B. Hasil.....	54
C. Pembahasan	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
A. Kesimpulan	76
B. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kimia Serat Serabut dan Serbuk Kelapa (%bobot kering)....	31
Tabel 2.2	Definisi Operasional	46
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Konsentrasi Debu TSP di Lingkungan Kerja PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023...	56
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, dan Kecepatan Angin di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023	56
Tabel 4.3	Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023	57
Tabel 4.4	Gambaran Gejala Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023 ..	57
Tabel 4.5	Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023	58
Tabel 4.6	<i>Intake Realtime</i> dan <i>Intake Lifetime</i> Pada Pekerja PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023	59
Tabel 4.7	Analisis Dosis-respon <i>Total Suspended Particulate</i> (TSP)	61
Tabel 4.8	Karakterisasi Risiko Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Organ Sistem Pernafasan	13
Gambar 2. 2 Kerangka Teori dengan Teori Simpul.....	43
Gambar 2. 3 Kerangka Teori dengan Teori ARKL.....	44
Gambar 2. 4 Kerangka Konsep	45
Gambar 4. 1 Geografis PT. Makanya Agri Utama.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Denah Titik Pengambilan Sampel TSP
- Lampiran B : Metode Pengukuran TSP
- Lampiran C : Kuesioner Penelitian
- Lampiran D : Hasil Perhitungan Berdasarkan Karakteristik Risiko Pekerja
- Lampiran E : Master Tabel Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja Industri Sabut Kelapa *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

- Lampiran F : Analisis Menggunakan SPSS
- Lampiran G : Surat Izin Penelitian dari Kampus
- Lampiran H : Surat Izin Penelitian dari PT.Makanya Agri Utama
- Lampiran I : Hasil Pengukuran dari UPTD Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- Lampiran J : Surat Telah Melakukan Penelitian
- Lampiran K : Dokumentasi Kegiatan Penelitian
- Lampiran L : Lembar Konsultasi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gangguan pernafasan merupakan penyakit yang masih menjadi masalah kesehatan di dunia. Gangguan pernafasan merupakan salah satu akibat dari polusi udara ambien yang memiliki risiko lingkungan terbesar bagi kesehatan, tersebar luas dan mempengaruhi hampir semua negara.¹ Permasalahan ini dapat terjadi di lingkungan perumahan maupun industri yang disebabkan oleh proses industri, kendaraan bermotor, kebakaran hutan dan sumber pencemar udara lainnya.

Badan Kesehatan Dunia (WHO) mencatat pada tahun 2016, lebih dari 90% orang tinggal di tempat yang udaranya tidak sehat untuk dihirup dan sekitar 4,2 juta kematian terjadi setiap tahun akibat pencemaran udara sekitar terutama dari penyakit tidak menular. Dari 4,2 juta kematian tahun 2016, 38% adalah karena penyakit jantung atau sekitar 1.598.000 kematian, karena stroke 20% atau sekitar 832.000 kematian dan karena penyakit paru 43% (PPOK 18% atau sebanyak 780.000 kematian, pneumonia 18% atau sebanyak 772.000 kematian dan kanker paru-paru 6% atau sebanyak 264.000 kematian).¹

Berdasarkan data Badan Kesehatan Dunia (WHO), pada tahun 2015 setidaknya 1,2 juta kematian disebabkan oleh risiko pekerjaan, dan sekitar 3% dari beban penyakit global disebabkan oleh risiko pekerjaan, salah satu risiko kerja yang menyebabkan beban penyakit kerja yaitu paparan materi partikulat, gas dan asap kerja yang menyebabkan 13% atau sebanyak 9.377.104 DALYs.¹

Penyakit Akibat Kerja (PAK) merupakan penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan dan atau lingkungan kerja.² Penyakit akibat kerja terjadi akibat pajanan

faktor fisik, kimia, biologi, ataupun psikologi pada tempat kerja. Data International Labour Organization (ILO) tahun 2018 menyebutkan bahwa terdapat 270 juta pekerja mengalami kecelakaan akibat kerja setiap tahunnya dan 160 juta terkena penyakit akibat kerja. Angka kematian akibat kerja di dunia setiap tahunnya sebesar 2,78 juta. Di kawasan Asia dan Pasifik sendiri terdapat 1,8 juta kematian akibat kerja terjadi setiap tahunnya. Bahkan dua pertiga kematian akibat kerja di dunia terjadi di Asia.³

Data ILO (2018) mengungkapkan bahwa penyebab kematian yang berhubungan dengan pekerja sebesar 34% akibat penyakit kanker, 25% akibat kecelakaan, 21% penyakit saluran pernafasan, 15% penyakit kardiovaskuler dan 5% disebabkan oleh faktor lain. Kematian pekerja akibat saluran pernafasan menempati urutan ke 3 setelah kecelakaan kerja.³ Penyakit pada saluran pernafasan merupakan salah satu penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh paparan debu pada lingkungan tempat kerja.³

Debu merupakan salah satu bahan pencemar udara sehingga dapat mengakibatkan pencemaran di lingkungan tempat kerja. Selain itu, debu juga dapat mengakibatkan dampak negatif bagi tenaga kerja yaitu gangguan pernapasan. Gangguan pernapasan timbul sebagai akibat dari pajanan bahan pencemar udara atau emisi yang dihasilkan selama proses produksi seperti debu.⁴

Lingkungan kerja yang penuh oleh debu, uap, gas dan lainnya yang disatu pihak mengganggu produktifitas dan mengganggu kesehatan dipihak lain. Hal ini sering menyebabkan gangguan pernapasan ataupun dapat mengganggu kapasitas vital paru. Gangguan pernafasan atau fungsi paru pada pekerja dipengaruhi oleh

beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain lingkungan kerja yang banyak menghasilkan debu, uap, gas dan lainnya, riwayat penyakit, lama kerja/lama paparan, dan masa kerja. Selain faktor tersebut, faktor lain adalah penggunaan APD masker, jenis kelamin, kebiasaan merokok.³ Salah satu lingkungan kerja yang berpotensi menghasilkan debu adalah industri *cocofiber* dan *cocopeat* yang menghasilkan debu organik berupa *cocodust* atau debu sabut kelapa.

Debu organik merupakan debu yang berasal dari makhluk hidup.⁵ Debu sabut kelapa termasuk debu organik karena berasal dari tumbuhan. Komposisi kimiawi debu sabut kelapa yaitu selulosa 45,84%, lignin 43,44%, hemiselulosa 0,25%, air 5,25%, dan pektin 3,00%.⁶ Debu kayu tersusun dari senyawa lignin, holo-selulosa (selulosa dan hemi-selulosa), dan senyawa karbohidrat dalam jumlah yang rendah. Oleh sebab itu, debu kayu digolongkan ke dalam debu organik.⁷ Berdasarkan hal tersebut terlihat bahwa komposisi kimiawi debu sabut kelapa memiliki senyawa yang sama dengan debu kayu yang digolongkan ke dalam debu organik.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Noguera et al. (2003) ukuran partikel debu sabut kelapa yang dipelajari yaitu berdiameter antara $<0,125$ mm dan >2 mm.⁸ Pada penelitian yang dilakukan oleh Manuel Abad et al. (2005) tentang sifat fisik berbagai debu sabut kelapa dibandingkan dengan gambut didapatkan bahwa ukuran partikel debu sabut kelapa (*cocodust*) umumnya lebih kecil dibandingkan dengan ukuran gambut (peat).⁹ Hal ini menunjukkan bahwa ukuran partikel debu sabut kelapa termasuk debu *Total Suspended Partikulat* (TSP) yang memiliki ukuran partikel <100 μm . Ukuran partikulat yang kecil dapat masuk ke saluran

penafasan dan mengendap di paru-paru yang mengakibatkan peradangan atau gangguan saluran pernafasan.¹⁰ Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Padang Pariaman tahun 2021, menunjukkan ISPA masuk kedalam 10 penyakit terbanyak dengan jumlah 13.010 kasus, sedangkan pada tahun 2022 angka kejadian ISPA berjumlah 19.222 kasus.¹¹ Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kecamatan VII Koto Padang Sago tahun 2021, menunjukkan ISPA masuk kedalam 10 penyakit terbanyak dengan jumlah 348 kasus.¹²

Perkembangan kegiatan industri secara umum berpotensi sebagai sumber pencemaran yang merugikan kesehatan dan lingkungan. Dampak pencemaran yang terjadi selain *outdoor air pollution* juga *indoor air pollution*¹³. Salah satu bidang pekerjaan yang perlu mendapat perhatian adalah penyakit akibat kerja pada industri¹³. Pasal 36 Undang-Undang nomor 36 tahun 2009 menegaskan bahwa setiap orang berhak mendapatkan lingkungan yang sehat bagi pencapaian derajat kesehatan.¹⁴ Pekerja merupakan aset berharga dalam pembangunan perekonomian bangsa yang wajib mendapatkan perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja. Pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja bertujuan memberikan perlindungan bagi pekerja agar sehat, selamat, produktif, dan terhindar dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.¹⁵

Berdasarkan studi tentang bahaya kesehatan pekerja di industri sabut yang dilakukan oleh Sahu, dkk (2019) menyatakan bahwa proses pembuatan serat sabut membutuhkan kerja keras yang umumnya dilakukan di lingkungan yang bising dan berdebu, sehingga masalah kesehatan terjadi pada para pekerja sabut. Masalah kesehatan tersebut terdiri dari gangguan pernafasan, gangguan mata dan

juga beberapa gangguan otot seperti sakit kepala, sakit punggung, sakit tangan, sakit kaki, dan sakit lutut. Bahaya lain juga terdiri dari masalah batuk, pilek, telinga dan mata. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vijai Shanker Singh, yang menyatakan bahwa persentase yang lebih tinggi dari pekerja yang terpapar melaporkan batuk berulang dan berkepanjangan (30%), dahak (25%), mengi (8%), dyspnoea (21%), bronkitis (13%), sinusitis (27%), sesak napas (8%) dan asma bronkial (6%).¹⁶

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Siswati, dkk (2017) di Unit Packer PT.X didapatkan hasil analisis risiko dari pajanan debu disemua lokasi pengukuran menunjukkan bahwa besaran risiko kesehatan $RQ > 1$. Selain itu adanya partikel debu di tempat kerja dalam waktu yang lama dapat memberikan pengaruh negatif terhadap kesehatan tenaga kerja.⁴ Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sari (2018) didapatkan 47,6% responden berisiko mengalami gangguan kesehatan dan 90,5% responden dikategorikan memiliki gangguan saluran pernafasan yang disebabkan oleh konsentrasi *Total Suspended Particulate* yang melebihi nilai batas aman.¹⁷

Upaya kesehatan lingkungan berperan penting dalam mendukung keberhasilan pembangunan kesehatan masyarakat. Sesuai dengan ketentuan Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan bahwa upaya kesehatan lingkungan ditujukan untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat baik fisik, kimia, biologi, maupun sosial yang memungkinkan setiap orang mencapai derajat kesehatan yang setinggi-tingginya¹⁴. Salah satu upaya kesehatan lingkungan yaitu analisis risiko. Hal ini diperkuat melalui Peraturan Pemerintah

Nomor 66 Tahun 2014 pada pasal 1 ayat 9 yang menyatakan analisis risiko adalah metode atau pendekatan untuk mengkaji lebih cermat terhadap potensi risiko kesehatan yang berkenaan dengan kualitas media lingkungan.¹⁸

Berdasarkan data dari *Asian and Pacific Coconut Community/ APCC* (2017), Indonesia merupakan negara yang memiliki perkebunan kelapa terluas kedua di dunia yakni 3,441 juta hektar dengan jumlah produksi 13.934 juta butir atau setara 2,787 MT kopra. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2017), produksi kelapa tertinggi berasal dari tiga pulau utama di Indonesia yaitu Sumatera, Jawa dan Sulawesi.¹⁹

Di Indonesia, industri pengolahan sabut kelapa mengalami perkembangan karena potensi bahan baku yang berasal dari buah kelapa mudah didapatkan.²⁰ Selain itu, sabut kelapa merupakan komponen hasil dengan persentase terbesar dari kelapa. Komposisi dari komponen buah kelapa adalah sabut 35%, daging 28%, air 25% dan tempurung 12%.²¹ Sabut kelapa merupakan limbah pengolahan kelapa yang paling tinggi persentasenya, saat ini sabut kelapa diolah menjadi *cocofiber* dan *cocopeat*.²²

Cocofiber merupakan serat sabut kelapa yang panjang dan kuat yang dimanfaatkan untuk produksi jok mobil, keset, dsb, sedangkan *cocopeat* adalah sisa serat pendek dan debu yang digunakan sebagai media tanam.²² *Cocofiber* ini apabila diolah lebih lanjut dapat menghasilkan produk yang bernilai komersil seperti bahan pengisi jok atau bantalan kursi pada industri mobil, penahan panas pada industri pesawat terbang, bahan geotekstil untuk perbaikan tanah pada bendungan, bahan *cocosheet* sebagai pengganti busa pada industri *spring bed*,

bahan untuk membuat berbagai kebutuhan rumah tangga misalnya tali, sapu, sikat, keset, pot bunga, gantungan bunga, isolator, karpet, gumpalan benang ikat, filter air dan bahan pewarna batik.²⁰

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat tahun 2022, Kabupaten Padang Pariaman merupakan penghasil kelapa terbanyak untuk wilayah Sumatera Barat yaitu mencapai 38.224,86 ton pertahunnya dengan jumlah total luas tanaman 39.732 hektar.²³ Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Padang Pariaman tahun 2022, kelapa merupakan jenis tanaman perkebunan dengan produksi terbanyak di Kecamatan VII Koto Padang Sago yaitu pada tahun 2019 sebanyak 2317,80 ton, pada tahun 2020 sebanyak 2352,60 ton dan pada tahun 2021 produksi kelapa mengalami peningkatan menjadi 2464,39 ton dengan luas areal 2120 hektar.¹² Banyaknya kelapa yang dapat dihasilkan di Kabupaten Padang Pariaman tentunya menjadi salah satu peluang berkembangnya industri sabut kelapa di daerah tersebut. Salah satu industri yang mengolah sabut kelapa menjadi *cocofiber* dan *cocopeat* di Kabupaten Padang Pariaman yaitu PT. Makanya Agri Utama.

PT. Makanya Agri Utama merupakan industri yang mengolah sabut kelapa menjadi *cocofiber* dan *cocopeat*. Industri ini terletak di Kecamatan VII Koto Padang Sago. Industri ini memiliki luas lahan ± 1 hektar. Industri ini memproduksi $\pm 1,6$ ton *cocofiber* per hari dan 200 karung *cocopeat* (1 karung ± 25 kg). *Cocofiber* ini dipasarkan ke industri pengolahan sabut kelapa lebih lanjut menjadi berbagai kebutuhan rumah tangga, bahan pengisi jok atau bantalan kursi dan lain sebagainya, sedangkan *cocopeat* dipasarkan sebagai media tanam.

Jumlah pekerja pada industri ini yaitu 13 orang yang bekerja 8 jam setiap hari selama 6 hari kerja. Mesin pengolahan yang terdapat di industri ini yaitu mesin pencacah beserta pengayakan dan mesin pengepress. Proses kerja dalam produksi *cocofiber* dimulai dari pencacahan, pengayakan, penjemuran dan pengepressan, kemudian dari proses pengayakan sabut kelapa yang telah dicacah tersebut dihasilkan *cocopeat*.

Berdasarkan pengamatan langsung yang telah dilakukan, tahapan proses pencacahan, pengayakan, penjemuran dan pengepressan menghasilkan debu di udara. Hal ini terlihat dari banyaknya debu yang berada di lingkungan kerja selama proses produksi serta terlihat banyak debu yang menempel di pakaian pekerja selama proses produksi tersebut. Kondisi tempat produksi yang memiliki atap, namun tidak ada sekat dan dinding membuat debu beterbangan dan tersebar di lingkungan kerja yang dipengaruhi oleh kecepatan angin di lingkungan sekitar. Pengelola industri telah menyediakan alat pelindung diri berupa masker dan kacamata pelindung, namun masih ada pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung diri tersebut. Hal ini dapat berisiko terhadap pajanan debu pada pekerja yang berada di lingkungan kerja dan dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi pekerja baik risiko kesehatan jangka pendek maupun jangka panjang.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja Industri Sabut Kelapa *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang dapat diambil pada penelitian ini adalah bagaimana risiko gangguan saluran pernafasan pada pekerja industri sabut kelapa *cocofiber* dan *cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023 ?.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui risiko gangguan saluran pernafasan pada pekerja Industri Sabut Kelapa *cocofiber* dan *cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengidentifikasi bahaya kegiatan produksi *cocofiber* dan *cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023.
- b. Diketahui konsentrasi debu *Total Suspended Particulate* di industri sabut kelapa *cocofiber* dan *cocopeat* PT. Makanya Agri Utama tahun 2023
- c. Diketahui gangguan saluran pernafasan pada pekerja industri sabut Kelapa *cocofiber* dan *cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023.
- d. Menganalisis pajanan debu *Total Suspended Particulate* pada pekerja industri sabut kelapa *cocofiber* dan *cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023.

- e. Menentukan karakterisasi risiko kesehatan terhadap paparan debu *Total Suspended Particulate* pada pekerja industri sabut kelapa *cocofiber* dan *cocopeat* di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Industri

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi pemilik industri dan pekerja mengenai kualitas udara dan dapat mengetahui karakterisasi risiko kesehatan akibat paparan debu *Total Suspended Particulate* yang dihasilkan dari produksi *cocofiber* dan *cocopeat* untuk dijadikan pertimbangan di masa yang akan datang.

2. Bagi Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan dalam pertimbangan menyusun pembelajaran dan dapat dimanfaatkan sebagai tambahan informasi serta bahan kepustakaan bagi Jurusan Kesehatan Lingkungan dalam pengembangan ilmu khususnya mengenai Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

3. Bagi Peneliti Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan bacaan dan referensi untuk menambah ilmu bagi peneliti lain.

E. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah mengidentifikasi bahaya kegiatan produksi, mengetahui konsentrasi debu *Total Suspended Particulate*, mengetahui gangguan saluran pernafasan pada pekerja, menganalisis pajanan debu *Total Suspended Particulate* pada pekerja, dan menentukan karakterisasi risiko kesehatan terhadap pajanan debu *Total Suspended Particulate* pada pekerja industri sabut kelapa di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Gangguan Pernafasan

1. Pengertian Pernafasan

Pernafasan (Respirasi) adalah suatu proses mulai dari pengambilan oksigen sampai pengeluaran karbon dioksida hingga menggunakan energi di dalam tubuh.²⁴ Sistem pernapasan atau respirasi adalah proses pengambilan oksigen (O₂) dari udara bebas saat menarik napas. O₂ tersebut kemudian melewati saluran napas (bronkus) dan sampai ke dinding alveoli (kantong udara). Sesampainya di kantong udara, O₂ akan ditransfer ke pembuluh darah yang didalamnya mengalir sel-sel darah merah untuk dibawa ke sel-sel di berbagai organ tubuh lain sebagai energi dalam proses metabolisme. Setelah metabolisme, sisa-sisa metabolisme, terutama karbondioksida (CO₂) akan dibawa darah untuk dibuang kembali ke udara bebas melalui paru-paru pada saat membuang napas.²⁵

Saluran-saluran udara yang dilalui oleh oksigen dan karbon dioksida, bukanlah sekadar terowongan lalu lintas udara. Saluran-saluran tersebut juga berperan sebagai salah satu *front* terdepan mekanisme pertahanan tubuh. Paru-paru memiliki permukaan yang terekspos pada dunia luar, yang wilayahnya jauh lebih luas dibanding bagian tubuh yang lain, termasuk kulit. Sehingga saluran pernapasan juga harus berfungsi mengusir kotoran, debu, tungau, dan bakteri dari benda-benda asing yang merugikan lainnya.²⁵

Saluran pernapasan atau *tractus respiratorius* adalah bagian tubuh manusia yang berfungsi sebagai tempat lintasan dan tempat pertukaran gas

yang diperlukan untuk proses pernafasan. Saluran pernafasan terdiri dari hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkiolus.²⁵

2. Anatomi Sistem Pernafasan

Berikut ini adalah anatomi sistem pernafasan manusia :



Gambar 2. 1 Organ Sistem Pernafasan
(Sumber : Zuriati, Melti dan Yuanita, 2017)

a. Organ-organ Pernafasan

1) Hidung (Cavum Nasalis)

Hidung adalah jalan masuk udara utama dan terdiri atas rongga berukuran besar yang tidak beraturan yang dibagi menjadi dua lubang yang sama besar oleh suatu septum. Hidung dilapisi oleh epithelium kolumnar bersilia yang kaya vascular (membrane mukosa bersilia) yang mengandung sel goblet yang menyekresi mucus.²⁴ Partikel debu yang kasar disaring oleh rambut-rambut yang terdapat dalam lubang hidung, sedangkan partikel yang halus akan terjatuh dalam lapisan mucus. Gerakan silia mendorong lapisan mucus ke posterior didalam rongga hidung, dan ke superior di dalam sistem

pernapasan bagian bawah menuju faring.²⁵

2) Faring

Udara dari rongga hidung masuk ke faring. Faring merupakan saluran yang memiliki panjang 12-14 cm dan memanjang dari dasar tengkorak dan vertebra servikalis servikalis ke -6. Faring berada di belakang hidung, mulut dan laring. Faring dibagi menjadi tiga bagian yaitu nasofaring, oropharing dan laringopharing.²⁴

Dari sini partikel halus akan tertelan atau dibatukkan keluar. Lapisan mucus memberikan air untuk kelembaban, dan banyaknya jaringan pembuluh darah dibawahnya akan menyuplai panas ke udara inspirasi. Jadi udara inspirasi telah disesuaikan sedemikian rupa sehingga udara yang mencapai faring hamper bebas debu, bersuhu mendekati suhu tubuh, dan kelembabannya mencapai 100 persen.²⁵

3) Laring

Laring atau kotak suara memanjang dari langit-langit lidah dan tulang hiroid hingga trakea. Laring merupakan suatu saluran yang dikelilingi oleh tulang rawan. Salah satu tulang rawan pada laring disebut epiglottis . Epiglottis terletak di ujung bagian pangkal laring.²⁴

4) Trakea

Trakea atau pipa angin merupakan kelanjutan dari faring dan memanjang ke bawah hingga sekitar betebra ke-5 dimana trakea

mengalami percabangan di karima menjadi bronkus kanan dan kiri, dimana tiap bronkus menuju tiap paru (kiri dan kanan). Panjang trakea sekitar 10-11 cm dan terutama terletak di bagian median di depan oesofagus.²⁴

5) Bronkus

Bronchus adalah percabangan yang terdapat pada ujung batang tenggorok/trakea. Struktur penyusun bronchus terdiri dari jaringan ikat, jaringan otot polos, dan jaringan tulang rawan. Fungsi utama bronkus adalah menyediakan jalan bagi udara yang masuk dan keluar paru-paru.²⁴

6) Paru-paru

Terdapat dua paru, dimana masing masing terletak disamping garis medialis di rongga toraks. Bentuk paru menyerupai kerucut terdiri atas bagian apeks, basal, permukaan kosta dan permukaan medialis. Paru kanan dibagi menjadi tiga lobus yaitu superior, medialis dan inferior. Paru kiri berukuran lebih kecil daripada paru kanan karena jantung menempati ruang kiri garis medialis. Lobus kiri terdiri atas dua lobus yaitu superior dan inferior.²⁴

7) Pleura

Pleura terdiri atas kantong membrane serosa yang tertutup dan berisi sedikit cairan serosa. Paru paru terdesak ke dalam kantong ini sehingga membentuk dua lapisan: satu lapisan melekat pada paru dan lapisan lainnya melekat pada dinding rongga toraks.²⁴

b. Proses Terjadinya Pernafasan

Proses pernapasan meliputi dua proses, yaitu menarik napas atau inspirasi, serta mengeluarkan napas atau ekspirasi. Sewaktu menarik napas, otot diafragma berkontraksi dari posisi melengkung ke atas menjadi lurus. Bersama dengan itu, otot-otot tulang rusukpun berkontraksi. Akibat berkontraksi kedua otot tersebut rongga dada mengembang sehingga tekanan dalam rongga dada berkurang dan udara masuk. Saat manusia mengeluarkan napas, otot diafragma dan otot-otot tulang rusuk melemas. Akibatnya, rongga dada mengecil dan tekanan udara keluar, jadi udara mengalir dari tempat yang bertekanan besar ke tempat yang bertekanan lebih kecil.

3. Mekanisme Penimbunan Debu di Paru-paru

Perjalanan udara pernapasan mulai dari hidung sampai ke parenkim paru melalui struktur yang berbelok-belok sehingga memungkinkan terjadinya proses deposisi partikel. Partikel yang masuk ke dalam sistem pernapasan ukurannya sangat heterogen. Partikel berukuran $>10 \mu\text{m}$ tertangkap di dalam rongga hidung, yang berukuran diantara $5-10 \mu\text{m}$ tertangkap di bronkus dan percabangannya, sedangkan yang berukuran $< 3 \mu\text{m}$ dapat masuk ke dalam alveoli. Tertangkapnya partikel disebabkan karena partikel tersebut menabrak dinding saluran pernafasan dan adanya kecenderungan partikel untuk mengendap.²⁶

Pada daerah yang mempunyai aliran udara turbulen, partikel besar terlempar keluar dari jalur aslinya sehingga menabrak dinding jalur nafas dan

menempel pada mukus. Kecepatan aliran udara di bronkiolus berkurang sehingga partikel kecil yang masuk sampai ke alveoli dapat dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan sedimentasi sehingga partikel tersebut mengendap. Partikel yang sangat kecil menabrak dinding karena adanya gerak Brown.²⁶

4. Gangguan Saluran Pernafasan

Gangguan pernafasan adalah adanya keluhan pada saluran pernafasan akibat terpapar polutan udara, dimana semakin lama individu terpapar polutan udara maka kemungkinan adanya keluhan pernafasan semakin besar.²⁷ Partikel debu berada pada udara bebas pada jangka yang lama dan berada pada keadaan yang melayang yang kemudian memapar dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran nafas. Selain dapat membahayakan kesehatan debu juga dapat mengakibatkan terganggunya daya tembus pandang mata dan debu juga dapat mengakibatkan terjadinya berbagai reaksi kimia di dalam tubuh.²⁸

Ukuran debu sangat berpengaruh terhadap terjadinya penyakit pada saluran pernafasan. Dari hasil penelitian ukuran tersebut dapat mencapai target organ sebagai berikut:

- a. (5-10 mikron) akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian atas
- b. (3-5 mikron) akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian tengah
- c. (1-3 mikron) sampai di permukaan alveoli
- d. (0,5-0,1mikron) hinggap di permukaan alveoli/selaput lendir sehingga menyebabkan vibrosis paru
- e. (0,1-0,5 mikron) melayang di permukaan alveoli.

Menurut WHO 1996 ukuran debu partikel yang membahayakan adalah berukuran 0,1-5 atau 10 mikron. Depkes mengisyaratkan bahwa ukuran debu yang membahayakan berkisar 0,1 sampai 10 mikron.²⁹

Faktor yang mendasari timbulnya gejala gangguan pernafasan :

a. Batuk

Batuk merupakan mekanisme refleksi yang sangat penting untuk menjaga jalan napas tetap terbuka (paten) dengan cara menyingkirkan hasil sekresi lendir yang menumpuk pada jalan napas. Tidak hanya lendir yang akan disingkirkan oleh refleks batuk tetapi juga gumpalan darah dan benda asing.²⁶ Batuk timbul sebagai reaksi refleksi saluran pernafasan terhadap iritasi pada mukosa saluran pernafasan dalam bentuk pengeluaran udara (dan lendir) secara mendadak disertai bunyi khas. Timbulnya gejala batuk karena iritasi partikulat adalah jika terjadi rangsangan pada bagian-bagian peka saluran pernafasan, misalnya trakeobronkial, sehingga timbul sekresi berlebih dalam saluran pernafasan.³⁰

Batuk merupakan gejala yang paling sering ditemukan pada infeksi jalan napas. Jika batuk tidak hilang selama tiga minggu sebaiknya dilakukan pemeriksaan foto toraks untuk menentukan kemungkinan adanya tuberculosis, karsinoma bronkus atau penyakit paru lain.²⁶

b. Dahak

Dalam keadaan normal, sistem pernapasan pada orang dewasa memproduksi lebih kurang 100 mL lendir per hari yang biasanya tertelan. Jika produksi lendir berlebihan pengeluarannya menjadi tidak efektif sehingga lendir yang tertumpuk berupa dahak atau sputum. Produksi dahak dapat meningkat karena adanya rangsangan pada membran mukosa secara fisik, kimiawi, maupun karena infeksi. Konsistensi dahak dapat digolongkan menjadi encer (*watery*), kental sampai lengket.

Dalam mendeskripsikan dahak harus disebutkan jumlah produksinya selama 24 jam, tekstur dan warnanya. Dahak yang berwarna hitam mungkin disebabkan oleh polusi udara atmosfer, dahak yang berwarna kuning disebabkan oleh infeksi bakteri dan dahak yang berwarna hijau mengarah pada kemungkinan bronkiektasis.²⁶

c. *Dispenea* atau Sesak nafas

Dispnea sering disebut sebagai sesak nafas, nafas pendek, *breathlessness*, atau *shortness of breath*. *Dispnea* adalah gejala subjektif berupa keinginan penderita untuk meningkatkan upaya mendapatkan udara pernafasan.²⁶ Sesak nafas atau kesulitan bernafas disebabkan oleh aliran udara dalam saluran pernafasan karena penyempitan. Penyempitan dapat terjadi karena saluran pernafasan menguncup, oedema atau karena sekret yang menghalangi arus udara. Sesak nafas dapat ditentukan dengan menghitung pernafasan dalam satu menit.³⁰

d. Mengi atau *Wheeze*

Mengi adalah napas yang berbunyi seperti bunyi suling yang menunjukkan adanya penyempitan saluran napas, baik secara fisiologik (oleh karena dahak) maupun secara anatomik (oleh karena konstiksi). Suara mengi nadanya lebih tinggi dibandingkan suara napas lainnya. *Wheezing* dapat terjadi secara difusi di seluruh dada seperti pada asma atau secara lokal seperti pada penyumbatan oleh lendir atau benda asing.³⁰

B. Debu Lingkungan Kerja

1. Debu

a. Pengertian Debu

Debu merupakan partikel padat yang ditimbulkan akibat dari proses alam maupun hasil dari proses mekanis seperti pemotongan (*cutting*), pukulan, pemecahan (*breaking*), penghancuran (*crushing*), peledakan, penghalusan (*grindling*), penggilingan (*drilling*), pengayakan (*shaking*), pengepakan, pengemasan, pengantongan dan lainnya yang timbul dari benda atau bahan baik organik maupun anorganik.⁴

Partikulat debu merupakan salah satu polutan yang sering disebut sebagai partikel yang melayang di udara (*suspended particulate matter/spm*) dengan ukuran 1 mikron sampai dengan 500 mikron. Dalam kasus pencemaran udara baik dalam maupun di ruang gedung (*indoor* dan *outdoor pollutant*) debu sering dijadikan salah satu indikator pencemaran yang digunakan untuk menunjukkan tingkat bahaya baik

terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan penghuni rumah atau pekerja. Partikel debu akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara kemudian masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernapasan. Selain dapat membahayakan terhadap kesehatan juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan dapat mengadakan berbagai reaksi kimia sehingga komposisi debu di udara menjadi partikel yang sangat rumit karena merupakan campuran dari berbagai bahan dengan ukuran dan bentuk yang relatif berbeda.³¹

Debu merupakan partikel solid yang berukuran antara 100 mikron hingga kurang dari 1 mikron. Debu didefinisikan sebagai suatu sistem dispersi (aerosol) yang beragam dari partikel padat dengan range ukuran mikron dan dihasilkan secara mekanik seperti *crushing* (penghancuran), *handling* (penghalusan), *grinding* (penggerindaan), penyusutan, atau peledakan dari bahan organik dan non organik seperti biji besi, batu, batu bara, biji-bijian, dsb.³¹

b. Jenis-jenis Debu

Berdasarkan proses pembentukannya, partikel dapat terbentuk secara tidak sengaja yang termasuk kedalam kategori *ultrafine particle*. Sedangkan partikel yang terbentuk secara disengaja melalui proses manufaktur termasuk ke dalam kategori *Nano Particle (Engineered Nano Particle)*. Sedangkan berdasarkan organ deposit di dalam tubuh manusia, partikel debu dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1) Partikel Inhalable

Partikel debu inhalable merupakan partikel-partikel debu yang dapat terhirup ke dalam mulut atau hidung serta berbahaya jika tertimbun di manapun dalam saluran pemapasan. Diameter partikel yang termasuk ke dalam kategori partikel inhalable adalah partikel yang berukuran $<100 \mu\text{m}$.

2) Partikel Thoracic

Partikel debu thoracic merupakan partikel-partikel debu yang dapat masuk ke dalam saluran pernapasan atas dan masuk ke dalam saluran udara di paru-paru. Partikel thoracic merupakan debu yang memiliki diameter $< 10 \mu\text{m}$.

3) Partikel Respirable

Partikel debu respirable adalah partikel "airborne" yang dapat terhirup dan dapat mencapai daerah bronchiale sampai dengan alveoli. Partikel debu jenis ini dapat berbahaya jika tertimbun di dalam alveoli yang merupakan daerah pertukaran gas di dalam sistem pernapasan. Ukuran partikel debu yang termasuk kedalam jenis partikel respirable adalah $< 4 \mu\text{m}$.³¹

Menurut macamnya, debu diklasifikasikan atas 3 jenis yaitu:

- 1) Debu organik, debu organik merupakan debu yang berasal dari makhluk hidup.
- 2) Debu metal, adalah debu yang didalamnya mengandung unsur-unsur logam seperti Pb, Hg, Cd, dan Arsen.

- 3) Debu mineral, debu mineral adalah debu yang didalamnya mengandung senyawa kompleks.⁵

Ditinjau dari segi karakter zatnya debu terdiri atas:

- 1) Debu fisik : debu tanah, batu, mineral, fiber.
- 2) Debu kimia : mineral organik dan anorganik
- 3) Debu biologis : virus, bakteri, kista
- 4) Debu radioaktif.²⁸

c. Sifat-sifat Umum Debu

1) Sifat Pengendapan

Sifat pengendapan pada debu merupakan sifat yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan berat molekul debu yang cenderung tertarik turun ke permukaan tanah atau lantai. Namun jika bobotnya terlalu kecil, maka debu tersebut akan selalu melayang-layang di udara karena pengaruh komponen dan aliran udara sekitarnya. Dengan metode basah berat molekul debu dapat ditambah, sehingga debu dapat mengendap dan turun ke lantai atau tanah.³¹

2) Sifat Higroskopis

Permukaan partikel debu selalu terbungkus lapisan air yang tipis (fenomena absorpsi) yang menyebabkan debu itu selalu basah. Sifat ini memberikan kemungkinan debu untuk berikatan dengan bahan kimia lain. Faktor ini sangat penting dalam upaya pengendalian dan penangkapan debu di udara.³¹

3) Sifat Penggumpalan

Sifat higroskopis debu yang selalu basah juga menyebabkan debu mudah untuk berikatan atau menempel dengan yang lain, sehingga menyebabkan terjadinya penggumpalan. Proses penggumpalan tersebut akan meningkat karena adanya pengaruh turbulensi udara di sekitar debu dan tingkat humiditas yang melampaui titik saturasi. Oleh karena itu, debu dapat merupakan suatu inti dari suatu air yang terkonsentrasi dan menyebabkan partikel itu menjadi lebih besar.³¹

4) Sifat Elektrostatik

Debu bersifat listrik statik sehingga memungkinkan debu untuk dapat menarik partikel lain yang bermuatan listrik berbeda. Dalam suatu lingkungan kerja, kontak antara partikel debu yang berbeda muatannya ini akan mempercepat proses penggumpalan dan pengendapan.³¹

5) Sifat Optik

Debu juga memiliki sifat dapat memantulkan cahaya (fenomena tyndall). Sifat ini dapat terlihat dengan jelas jika seberkas sinar akan menimpa debu dalam suatu kamar gelap.³¹

d. Faktor Bahaya Debu Terhadap Sistem Pernafasan

Paparan debu yang masuk ke saluran pernafasan dalam jangka waktu yang lama berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan bagi manusia, khususnya pada saluran pernafasan. Bahaya paparan debu

terhadap sistem pernapasan dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu :

1) Jenis Debu

Faktor utama yang mempengaruhi bahaya dari paparan debu adalah jenis debu. Bahaya debu berbeda-beda tergantung pada jenis debu.

2) Konsentrasi Debu

Konsentrasi debu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi bahaya debu terhadap sistem pernapasan. Semakin besar konsentrasi debu maka semakin besar kemungkinan efek terjadinya gangguan pernapasan.

3) Ukuran Partikel Debu

Ukuran partikel debu juga mempengaruhi bahaya dari paparan debu. Debu yang memiliki ukuran 5-10 μ dapat tertahan pada saluran pernapasan bagian atas. Debu dengan ukuran 3-5 μ akan tertahan pada saluran pernapasan bagian tengah yaitu pada trakea dan bronkiolus. Debu dengan ukuran 1-3 μ disebut debu respirable dan paling berbahaya karena tertahan dan tertimbun mulai dari bronkiolus terminalis sampai alveoli. Debu yang memiliki ukuran kurang dari 1 μ tidak mudah mengendap di alveoli karena debu dengan ukuran 0,1 0,5 μ akan berdifusi dengan gerakan brown keluar masuk alveoli, namun apabila membentur alveoli maka dapat tertimbun di alveoli. Meskipun batas ukuran debu respirabel adalah 5 μ , namun debu dengan ukuran 5-10 μ dengan kadar yang berbeda

dapat masuk ke alveoli.

4) Durasi Paparan

Semakin lama durasi paparan debu maka akan semakin berbahaya dampak yang dapat ditimbulkan bagi kesehatan sistem pernapasan seseorang.³²

2. *Total Suspended Particulate* (TSP)

a. Pengertian TSP

Total Suspended Particulate (TSP) adalah partikel berukuran kurang dari 100 mikrometer yang terdapat di udara. Partikel ini berasal dari proses konstruksi, pembakaran maupun kendaraan. Partikulat ini dapat berupa zat anorganik maupun zat organik seperti virus, spora dan jamur yang banyak ditemukan di udara.³³ TSP adalah partikulat debu yang berukuran <100 μm . Ukuran partikulat yang kecil dapat masuk ke saluran pernafasan dan mengendap di paru-paru yang mengakibatkan peradangan atau gangguan saluran pernafasan.¹⁰

b. Sumber TSP

Sumber pencemaran partikel dapat berasal dari peristiwa alami dan dapat juga berasal dari aktivitas manusia. Pencemaran partikel yang berasal dari alam, adalah sebagai berikut:

- 1) Debu tanah/pasir halus yang terbang terbawa oleh angin kencang.
- 2) Abu dan bahan-bahan vulkanik yang terlempar ke udara akibat letusan gunung berapi.
- 3) Semburan uap air panas di sekitar daerah sumber panas bumi di

daerah pegunungan.³⁴

Sumber pencemaran partikel akibat aktivitas manusia sebagian besar berasal dari pembakaran batubara, proses industri, kebakaran hutan dan gas buangan alat transportasi.³⁴

c. Karakteristik TSP

Karakteristik utama dari fisik partikulat adalah ukuran serta penyebarannya. Berdasarkan ukuran dan penyebarannya, partikulat dibagi dalam dua kategori yaitu partikel halus (*fine particles*) yang berukuran kurang dari 2,5 μm dan partikel kasar (*coarse particles*) yang berukuran lebih dari 2,5 μm . Perbedaan antara kedua jenis partikel ini antara lain: sumber, asal terbentuknya, alur pemisahan, optical properties, serta susunan senyawa kimianya. Partikel halus maupun kasar termasuk dalam kelompok partikel tersuspensi yang kemudian disebut dengan *Total Suspended Particulate (TSP)*.³³

d. Dampak TSP Terhadap Kesehatan

Menurut WHO (2010), Paparan *Total Suspended Particulate (TSP)* memiliki peran dalam meningkatkan risiko penyakit gangguan saluran pernapasan. Individu yang terpapar partikulat TSP dapat terkena infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), asma, emfisema, kanker paru-paru, penyakit jantung, dan penyakit paru-paru obstruktif kronis (PPOK).³⁵

Debu total merupakan debu yang terdiri dari campuran berbagai elemen dan senyawa lain dengan berbagai ukuran partikel, mulai dari

ukuran yang terkecil sampai dengan ukuran 100 mikron. Debu yang terdapat di lingkungan kerja berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan pada hidung dan tenggorokan yang dapat mengakibatkan sesama dan infeksi lain. Faktor yang dapat memengaruhi timbulnya penyakit dan gangguan pernapasan yang diakibatkan oleh pajanan debu adalah faktor debu dan faktor individu. Faktor debu yang meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya larut dan sifat kimiawi, serta lama pajanan. Faktor individu seperti mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran pernapasan serta faktor imunologi. Adapun hal yang harus dipertimbangkan dalam melakukan penilaian pajanan agen risiko terhadap manusia antara lain sumber pajanan, lamanya pajanan, pajanan dari sumber lain, pola aktivitas sehari-hari dan faktor penyerta yang potensial seperti usia, gender dan kebiasaan merokok.⁴

Debu (*Total Suspended Particulate*) yang terdapat di udara akan masuk pada tubuh manusia melalui inhalasi dan sebagian akan masuk ke dalam paru, mengendap di alveoli dan dapat menurunkan fungsi kerja paru. Sirait (2010) menyatakan bahwa timbulnya gangguan faal paru tidak hanya disebabkan oleh kadar debu yang tinggi, tapi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti karakteristik dari individu itu sendiri.⁴

e. Baku Mutu TSP

Baku mutu TSP di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang peraturan pelaksanaan peraturan pemerintah nomor 66 tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan. Berdasarkan standar baku mutu kesehatan lingkungan (SBMKL) didalam peraturan tersebut, baku mutu *Total Suspended Particulate* (TSP) yaitu $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$.³⁶

C. Cocofiber dan Cocopeat

1. Pengertian *Cocofiber* dan *Cocopeat*

Cocofiber merupakan serat sabut kelapa yang panjang dan kuat yang dimanfaatkan untuk produksi jok mobil, keset, dsb, sedangkan *cocopeat* adalah sisa serat pendek dan debu yang digunakan sebagai media tanam.²²

2. Proses Produksi *Cocofiber* dan *Cocopeat*

Ada 6 bagian di dalam produksi *cocofiber* dan *cocopeat*, yaitu:

a. Pengumpulan bahan baku

Kelapa mentah dikumpulkan dari berbagai tempat terdekat. Sabut kelapa bisa berupa kelapa hijau atau kelapa kering. Kelapa kering sangat efisien terhadap produksi serat sabut. Kelapa hijau harus dikeringkan terlebih dahulu baru dilakukan proses ekstraksi serat sabut. Kelapa kering menghasilkan banyak debu sehingga air harus disiramkan ke kelapa kering. Kadar air harus antara 12-15%.

b. Unit Dekortikasi

Kelapa mentah dimasukkan ke dalam mesin dekortikasi. Hal ini

mengurangi ukuran sabut kelapa yang selanjutnya dapat digunakan oleh unit pemintalan. Proses ini sangat berdebu dan berisik.

c. Unit *Spinning* (pemintalan)

Pengurangan ukuran sabut kelapa menjadi unit dengan feeding chute. Serat sabut dipisahkan dari sekam sabut dalam proses ini. Proses ini juga sangat berdebu dan berisik. Bahan yang tersisa mungkin juga mengandung beberapa serat sabut sehingga selanjutnya akan diumpankan ke unit filtrasi.

d. Unit filtrasi

Sisa sekam dari unit pemintalan diumpankan ke unit filtrasi untuk menemukan serat sabut yang tersisa. Serat sabut dipisahkan dari sekam.

e. Unit Pengeringan

Serat sabut kemudian diayak ke unit pengering matahari dan disimpan untuk dijemur.

f. Unit Bundling (pengepressan)

Serat sabut kering dibundel dalam unit ini. Pengukuran berat yang dibundel dilakukan dan diangkat untuk membuat produk sabut yang berbeda.¹⁶

D. Debu Sabut Kelapa

1. Pengertian Debu Sabut Kelapa

Cocodust atau serbuk sabut kelapa merupakan hasil samping atau limbah dari industri pengolahan sabut kelapa.³⁷ Debu sabut kelapa merupakan hasil samping pada proses penyeratan sabut.³⁸

2. Komposisi Debu Sabut Kelapa

Menurut Thampan (1981), Komponen utama serbuk sabut kelapa (*cocodust*) adalah lignin dan selulosa. Senyawa tersebut dapat mengalami peruraian di alam dalam waktu relatif lama oleh mikroba.³⁷

Debu sabut kelapa merupakan salah satu limbah perkebunan yang diketahui banyak mengandung serat gabus . Serat gabus tersebut tersusun atas senyawa lignoselulosa (senyawa kompleks lignin, selulosa dan hemiselulosa).³⁹ Joseph dan Kindangen (1993) membagi komposisi kimia serat serabut dan serbuk kelapa sebagai berikut⁶ :

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Serat Serabut dan Serbuk Kelapa (%bobot kering)

No	Komponen kimia	Serat serabut kelapa (%)	Serbuk kelapa (%)
1.	Air	26,00	5,25
2.	Pektin	14,25	3,00
3.	Hemiselulosa	8,50	0,25
4.	Selulosa	29,23	45,84
5.	Lignin	21,07	43,44

Debu sabut kelapa mengandung beberapa unsur hara dan bakteri bermanfaat. Unsur hara yang dikandung berupa N (0,44%), P (119mgkg⁻¹), K (67,20 me/100g), Ca (7,73 me/100g), dan Mg (11,03 me/100g). Bakteri bermanfaat berupa *Klebsiella sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Citrobacter sp.*, *B. circularis*, *B. megaterium*, dan *B. Firmus*.⁴⁰

3. Karakteristik Debu Sabut Kelapa

Serbuk sabut kelapa (*cocodust*) merupakan butiran semi padat, bersifat higroskopis, lembek dan ringan dengan kadar air 15,77-23,3%, bahan organik 86,87-96,43% dan kadar abu 3,57-13,13% .³⁷

Pada penelitian yang dilakukan oleh Patricia Noguera et al. (2003) pengaruh ukuran partikel terhadap sifat fisik, fisika-kimia dan kimia dari debu sabut kelapa dari Meksiko dipelajari. Ukuran partikel debu sabut kelapa tersebut yaitu berdiameter antara $<0,125$ mm dan >2 mm.⁸

4. Efek Debu Organik terhadap Kesehatan

Debu organik merupakan debu yang berasal dari makhluk hidup.⁵ Debu organik pada umumnya akan menyebabkan obstruksi pada saluran pernapasan yang ditunjukkan dengan penurunan % VEPI/KVP.⁷

Sahu, dkk (2019) menyatakan bahwa proses pembuatan serat sabut membutuhkan kerja keras yang umumnya dilakukan di lingkungan yang bising dan berdebu. Sehingga masalah kesehatan terjadi pada para pekerja sabut. Masalah kesehatan tersebut terdiri dari gangguan pernafasan, gangguan mata dan juga beberapa gangguan otot seperti sakit kepala, sakit punggung, sakit tangan, sakit kaki, dan sakit lutut. Bahaya lain juga terdiri dari masalah batuk, pilek, telinga dan mata. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vijai Shanker Singh, yang menyatakan bahwa persentase yang lebih tinggi dari pekerja yang terpapar melaporkan batuk berulang dan berkepanjangan (30%), dahak (25%), mengi (8%), dyspnoea (21%), bronkitis (13%), sinusitis (27%), sesak napas (8%) dan asma bronkial (6%).¹⁶

E. Teori Simpul Kejadian Penyakit

1. Simpul 1 : Sumber Penyakit

Sumber penyakit adalah titik mengeluarkan atau mengemisikan agent penyakit. Agent penyakit adalah komponen lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan penyakit melalui kontak secara langsung atau melalui media perantara (yang juga komponen lingkungan).⁴¹

Sumber penyakit dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yakni:

- a. Sumber penyakit alamiah, misalnya gunung berapi yang mengeluarkan gas-gas dan debu beracun, proses pembusukan yang terjadi karena proses alamiah.
- b. Hasil kegiatan manusia, seperti industri, rumah tangga, knalpot kendaraan bermotor, atau penderita penyakit menular.⁴¹

2. Simpul 2 : Media Transmisi Penyakit

Komponen lingkungan yang dapat memindahkan agent penyakit pada hakikatnya hanya ada lima komponen lingkungan yang lazim kita kenal sebagai media transmisi penyakit, yakni :

- a. Udara
- b. Air
- c. Tanah/pangan
- d. Binatang/serangga
- e. Manusia/langsung

Media penyakit tidak akan memiliki potensi penyakit kalau didalamnya tidak mengandung bibit penyakit atau *agent* penyakit.⁴¹

3. Simpul 3 : Perilaku Pemajanan (*Behavioural Exposure*)

Agent penyakit, dengan atau tanpa menumpang komponen lingkungan lain, masuk ke dalam tubuh melalui satu proses yang kita kenal sebagai proses hubungan interaktif. Hubungan interaktif antara komponen lingkungan dengan penduduk berikut perilakunya, dapat diukur dalam konsep yang disebut sebagai perilaku pemajanan atau *behavioural exposure*.⁴¹

Masing-masing *agent* penyakit yang masuk ke dalam tubuh dengan cara-cara yang khas. Ada tiga jalan raya atau *route of entry*, yakni:

- a. Sistem pernafasan.
- b. Sistem pencernaan.
- c. Masuk melalui permukaan kulit.⁴¹

4. Simpul 4 : Kejadian Penyakit

Kejadian Penyakit merupakan outcome hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang memiliki potensi bahaya gangguan kesehatan.⁴¹

5. Simpul 5 : Variabel Suprasistem

Kejadian penyakit itu sendiri masih dipengaruhi oleh kelompok variabel simpul 5, yakni variabel iklim, topografi, temporal dan *suprasystem* lainnya, yakni keputusan politik berupa kebijakan makro yang bisa memengaruhi semua simpul. Variabel ini dengan kata lain juga harus diperhitungkan dalam setiap upaya manajemen penyakit.

F. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

1. Pengertian Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik.⁴²

2. Paradigma Analisis Risiko

Analisis risiko mengenal dua istilah yaitu *risk analysis* dan *risk assessment*. *Risk analysis* meliputi 3 komponen yaitu penelitian, asesmen risiko (*risk assessment*) atau ARKL dan pengelolaan risiko. Di dalam prosesnya, analisis risiko dapat diilustrasikan sebagai berikut :

- a. Penelitian dimaksudkan untuk membangun hipotesis, mengukur, mengamati dan merumuskan efek dari suatu bahaya ataupun agen risiko di lingkungan terhadap tubuh manusia, baik yang dilakukan secara laboratorium, maupun penelitian lapangan dengan maksud untuk mengetahui efek, respon atau perubahan pada tubuh manusia terhadap dosis, dan nilai referensi yang aman bagi tubuh dari agen risiko tersebut.
- b. Asesmen risiko (*risk assessment*) atau ARKL dilakukan dengan maksud untuk mengidentifikasi bahaya apa saja yang membahayakan, memahami hubungan antara dosis agen risiko dan

respon tubuh yang diketahui dari berbagai penelitian, mengukur seberapa besar pajanan agen risiko tersebut, dan menetapkan tingkat risiko dan efeknya pada populasi.

- c. Pengelolaan risiko dilakukan bilamana asesmen risiko menetapkan tingkat risiko suatu agen risiko tidak aman atau tidak bisa diterima pada suatu populasi tertentu melalui langkah-langkah pengembangan opsi regulasi, pemberian rekomendasi teknis serta sosial – ekonomi – politis, dan melakukan tindak lanjut.⁴²

3. Langkah-langkah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Langkah-langkah dalam analisis risiko kesehatan lingkungan yaitu :

a. Identifikasi Bahaya (*hazard identification*)

Identifikasi bahaya merupakan langkah pertama dalam ARKL yang digunakan untuk mengetahui secara spesifik agen risiko apa yang berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan bila tubuh terpajan. Sebagai pelengkap dalam identifikasi bahaya dapat ditambahkan gejala-gejala gangguan kesehatan apa yang terkait erat dengan agen risiko yang akan dianalisis. Tahapan ini harus menjawab pertanyaan agen risiko spesifik apa yang berbahaya, di media lingkungan yang mana agen risiko eksisting, seberapa besar kandungan/konsentrasi agen risiko di media lingkungan, gejala kesehatan apa yang potensial.⁴²

b. Analisis Dosis-Respon (*dose-response assessment*)

Setelah melakukan identifikasi bahaya (agen risiko, konsentrasi dan media lingkungan), maka tahap selanjutnya adalah melakukan

analisis dosis- respons yaitu mencari nilai RfD, dan/atau RfC, dan/atau SF dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL, serta memahami efek apa saja yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia. Analisis dosis-respon ini tidak harus dengan melakukan penelitian percobaan sendiri namun cukup dengan merujuk pada literature yang tersedia.⁴²

Langkah analisis dosis respon ini dimaksudkan untuk :

- 1) Mengetahui jalur pajanan (*pathways*) dari suatu agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia.
- 2) Memahami perubahan gejala atau efek kesehatan yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh.
- 3) Mengetahui dosis referensi (RfD) atau konsentrasi referensi (RfC) atau *slope factor* (SF) dari agen.⁴²

Uraian tentang dosis referensi (RfD), konsentrasi referensi (RfC), dan *slope factor* (SF) adalah sebagai berikut :

- 1) Dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya disebut RfD dan RfC adalah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko, sedangkan SF (*slope factor*) adalah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik.
- 2) Nilai RfD, RfC, dan SF merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada

objek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia.

- 3) Untuk mengetahui RfC, RfD, dan SF suatu agen risiko dapat dilihat pada *Integrated Risk Information System* (IRIS) yang bisa diakses di situs www.epa.gov/iris.
- 4) Jika tidak ada RfD, RfC, dan SF maka nilai dapat diturunkan dari dosis eksperimental yang lain seperti NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), MRL (*Minimum Risk Level*), baku mutu udara ambien pada NAAQS (*National Ambient Air Quality Standard*) dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas (Wb, tE, fE, dan Dt).

c. Analisis Paparan (*exposure assessment*)

Analisis paparan yaitu dengan mengukur atau menghitung intake / asupan dari agen risiko. Untuk menghitung intake digunakan persamaan atau rumus yang berbeda. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan dapat berupa data primer (hasil pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan sendiri) atau data sekunder (pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan oleh pihak lain yang dipercaya seperti BLH, Dinas Kesehatan, LSM, dll), dan asumsi yang didasarkan pertimbangan yang logis atau menggunakan nilai default yang tersedia.⁴²

Rumus jalur pajanan Inhalasi (terhirup)/pernafasan

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{wb \times tavg}$$

Keterangan :

I_{nk} : Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya (mg/kg/hari)

C : Konsentrasi agen risiko pada media udara (udara ambien) (mg/m^3)

R : Laju inhalasi atau banyaknya volume udara yang masuk setiap jamnya (m^3/jam)

tE : Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya (jam/hari)

fE : Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (hari/tahun)

Dt : Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan (tahun)

Wb : Berat badan (kg)

$tavg$: Periode waktu rata-rata untuk efek non karsinogen ($Dt \times 365$ hari/tahun untuk zat non karsinogen)

d. Karakterisasi Risiko

karakterisasi risiko yang dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko atau dengan kata lain menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat (dengan karakteristik seperti berat

badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, durasi pajanan yang tertentu) atau tidak. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan / membagi intake dengan dosis /konsentrasi agen risiko tersebut. Variabel yang digunakan untuk menghitung tingkat risiko adalah intake (yang didapatkan dari analisis pemajanan) dan dosis referensi (RfD) / konsentrasi referensi (RfC).⁴²

Tingkat risiko untuk efek non karsinogenik dinyatakan dalam notasi Risk Quotient (RQ). Untuk melakukan karakterisasi risiko untuk efek non karsinogenik dilakukan perhitungan dengan membandingkan / membagi intake dengan RfC atau RfD.

Rumus untuk menentukan *Risk Quotient* (RQ) Inhalasi (terhirup)/pernafasan

$$RQ = \frac{I_{nk}}{RfC}$$

Keterangan :

RQ : *Risk Quotient*

I_{nk} : Intake/asupan (mg/kg.hari)

RfC : Nilai referensi agen risiko pada pemajanan inhalasi (mg/kg.hari)

Interpretasi tingkat risiko non karsinogenik Tingkat risiko yang diperoleh pada ARKL merupakan konsumsi pakar ataupun praktisi, sehingga perlu disederhanakan atau dipikirkan bahasa yang lebih sederhana agar dapat diterima oleh khalayak atau publik. Tingkat risiko dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa satuan. Tingkat

risiko dikatakan AMAN bilamana $\text{intake} \leq \text{RfC}$ atau dinyatakan dengan $\text{RQ} \leq 1$. Tingkat risiko dikatakan TIDAK AMAN bilamana $\text{intake} > \text{RfD}$ atau RfC nya atau dinyatakan dengan $\text{RQ} > 1$.⁴²

e. Pengelolaan Risiko

Adapun cara pengelolaan risiko adalah cara atau metode yang akan digunakan untuk mencapai batas aman tersebut. Cara pengelolaan risiko meliputi beberapa pendekatan yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosial - ekonomis, dan pendekatan institusional.

Penjelasan lebih lanjut langkah – langkah dalam pengelolaan risiko adalah sebagai berikut :

1) Strategi Pengelolaan Risiko

a) Penentuan batas aman

Batas aman disini adalah batas atau nilai terendah yang menyebabkan tingkat risiko menjadi tidak aman (tidak dapat diterima). Oleh karenanya nilai yang aman adalah nilai di bawah batas amannya sedangkan nilai yang sama dengan batas aman tersebut akan menyebabkan tingkat risiko menjadi tidak aman.

b) Penapisan alternatif (pemilihan skenario) pengelolaan risiko

Penapisan alternatif pengelolaan risiko harus didasarkan pada pertimbangan logis dan turut mempertimbangkan berbagai faktor termasuk cara pengelolaan risikonya.⁴²

2) Cara Pengelolaan Risiko

Pengelolaan risiko selain membutuhkan strategi yang tepat juga harus dilakukan dengan cara atau metode yang tepat. Dalam aplikasinya cara pengelolaan risiko dapat dilakukan melalui 3 pendekatan yaitu :

a) Pendekatan teknologi

Pengelolaan risiko menggunakan teknologi yang tersedia meliputi penggunaan alat, bahan, dan metode, serta teknik tertentu.

b) Pendekatan sosial-ekonomis

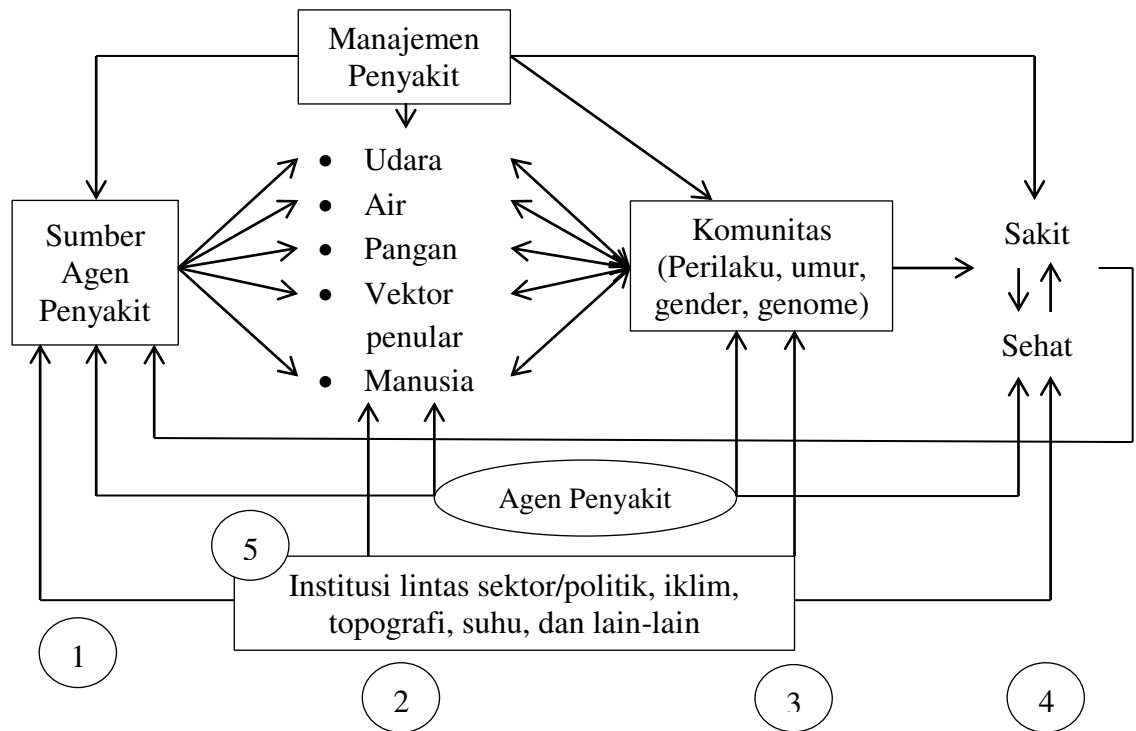
Pengelolaan risiko menggunakan pendekatan sosial - ekonomis meliputi pelibatsertaan pihak lain, efisiensi proses, substitusi, dan penerapan sistem kompensasi.

c) Pendekatan institusional

Pengelolaan risiko dengan menempuh jalur dan mekanisme kelembagaan dengan cara melakukan kerjasama dengan pihak lain.⁴²

G. Kerangka Teori

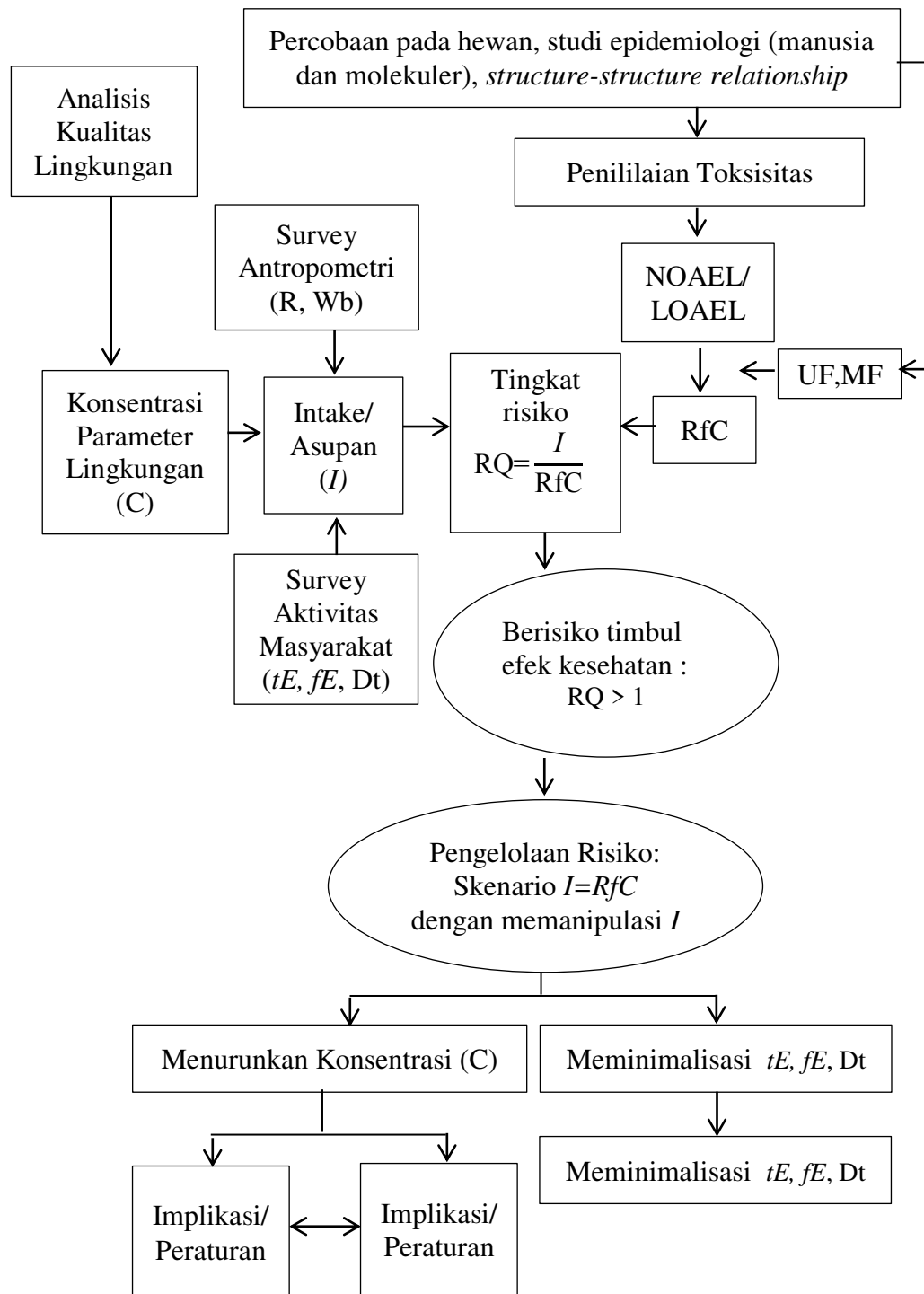
Berdasarkan pada teori sebelumnya, maka kerangka teori yang digunakan pada penelitian ini adalah teori simpul dan teori ARKL sebagai berikut :



Gambar 2. 2 Kerangka Teori dengan Teori Simpul (Achmadi, 2012)⁴¹

Keterangan :

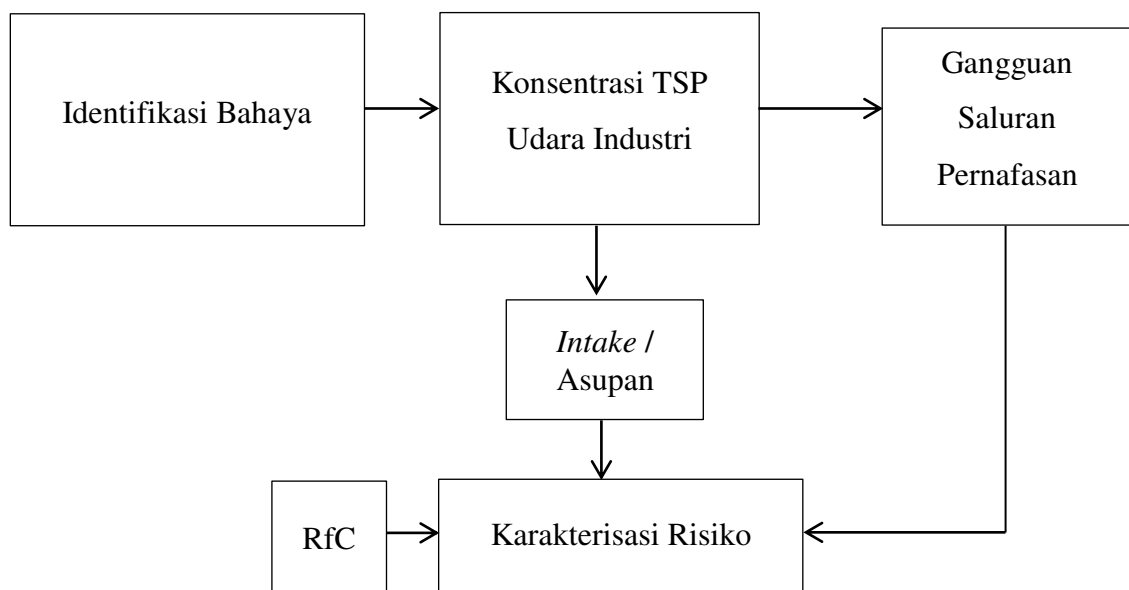
- ① = Simpul 1 (Sumber Penyakit)
- ② = Simpul 2 (Media Transmisi Penyakit)
- ③ = Simpul 3 (Perilaku Pemajanan)
- ④ = Simpul 4 (Kejadian Penyakit)
- ⑤ = Simpul 5 (Variabel Suprasistem)



**Gambar 2. 3 Kerangka Teori dengan Teori ARKL
(Ditjen PP & PL Kemenkes, 2012)⁴²**

H. Kerangka Konsep

Dalam penelitian ini dilakukan penyederhanaan pemikiran dan memfokuskan penelitian pada permasalahan. Penelitian ini difokuskan pada analisis risiko gangguan saluran pernafasan akibat paparan debu *Total Suspended Particulate* pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. 4 Kerangka Konsep

I. Definisi Operasional

Tabel 2.2 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Variabel	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Identifikasi Bahaya	Proses mengenali adanya suatu bahaya yang terdiri dari :				
	- Jenis dan volume kegiatan	Kegiatan yang menimbulkan debu dan banyaknya hasil produksi	Kuesioner	Wawancara	kg/hari	Rasio
	- Lama kegiatan	Jumlah jam kegiatan produksi setiap harinya	Kuesioner	Wawancara	jam/hari	Rasio
	- Bahaya fisik	Bahaya fisik yang ditimbulkan dari kegiatan pengolahan sabut kelapa menjadi <i>cocofiber</i> dan <i>cocopeat</i>	Kuesioner	Wawancara	1. Ada bahaya fisik 2. Tidak ada Bahaya Fisik	Ordinal
	- Perubahan-perubahan yang terjadi	Perubahan yang dilakukan terhadap lokasi untuk mengurangi dampak dari bahaya yang terjadi	Kuesioner	Wawancara	1. Ada perubahan 2. Tidak ada perubahan	Ordinal
	- Penanggulangan yang dilakukan	Penanggulangan yang dilakukan untuk mengurangi dampak dari kegiatan yang terjadi	Kuesioner	Wawancara	1. Ada penanggulangan 2. Tidak ada penanggulangan	Ordinal
	- Laporan pelaksanaan	Laporan pelaksanaan pengendalian mutu	Kuesioner	Wawancara	1. Ada laporan pelaksanaan 2. Tidak ada laporan pelaksanaan	Ordinal
2.	Konsentrasi Debu <i>Total Suspended Particulate</i>	Banyaknya partikel debu berukuran 0,001 – 100 μm di lingkungan kerja industri <i>cocofiber</i> dan <i>cocopeat</i>	HVAS (<i>Hight Volume Air Sampler</i>)	Pengambilan sampel menggunakan HVAS lalu dianalisis dengan metode gravimetri	mg/m^3	Rasio

3.	Gangguan Saluran Pernafasan	Gejala saluran pernafasan yang dialami pekerja Industri <i>cocofiber</i> dan <i>cocopeat</i> seperti batuk, dahak/reak, mengi dan sesak nafas secara subyektif	Kuesioner	Wawancara	1. Ada gangguan jika salah satu gejala dirasakan responden 2. Tidak ada gangguan jika tidak ada satupun gejala yang dirasakan responden	Ordinal
4.	Analisis Paparan (<i>Intake</i>)	Jumlah konsentrasi debu TSP yang masuk kedalam tubuh pekerja dengan berat badan tertentu	Rumus, Kuesioner, Timbangan	$\frac{I_{nk}}{C \times R \times tE \times fE \times Dt}$ Wawancara, Pengukuran langsung	mg/kg/hari	Rasio
5.	Karakterisasi Risiko	Tingkat risiko paparan debu TSP pada pekerja. Dipengaruhi oleh nilai intake dan RfC sehingga menghasilkan tingkat risiko	Rumus	$RQ = \frac{I_{nk}}{RfC}$	1. $RQ \leq 1$ tidak berisiko 2. $RQ > 1$ berisiko	Ordinal

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL). Analisis risiko kesehatan lingkungan merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik. Analisis risiko kesehatan lingkungan ini terdiri dari empat langkah yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis-respon, analisis pajanan dan karakterisasi risiko.

B. Waktu dan Tempat

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari 2023 sampai bulan Mei 2023. Tempat penelitian ini di industri sabut kelapa *cocofiber* dan *cocopeat* PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja di bagian produksi *cocofiber* dan *cocopeat* PT. Makanya Agri Utama berjumlah 13 orang.

2. Sampel

a. Sampel Udara

Sampel udara dengan parameter *Total Suspended Particulate* yang diambil pada proses tahapan produksi *cocofiber* dan *cocopeat* yang diduga menghasilkan debu yaitu:

1) Titik I di bagian pencacahan dan pengayakan diambil pada :

- Pagi pukul 09.00-10.00 WIB
- Siang pukul 13.00-14.00 WIB
- Sore pukul 16.00-17.00 WIB

2) Titik II di bagian penjemuran dan pengepressan diambil pada :

- Pagi pukul 09.00-10.00 WIB
- Siang pukul 13.00-14.00 WIB
- Sore pukul 16.00-17.00 WIB

(Denah titik pengambilan sampel dan metode pengukuran terlampir)

b. Sampel pekerja

Pekerja yang dijadikan sampel berjumlah 13 orang yaitu di area pencacahan dan pengayakan (7 orang), penjemuran (5 orang), pengepressan (1 orang).

D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini meliputi pengukuran konsentrasi TSP secara langsung dengan menggunakan alat HVAS metode gravimetri yang diukur oleh pihak ke-3 yaitu Laboratorium Balai Hiperkes dan

Keselamatan Kerja Provinsi Sumatera Barat, pengukuran suhu dan kelembaban dengan *Heat Stress Monitor* atau WBGT meter (*Wet Bulb Globe Temperature*), kecepatan angin dengan anemometer, data antropometri diukur menggunakan timbangan, data pola aktivitas responden menggunakan kuesioner dan data gangguan saluran pernafasan dengan menggunakan kuesioner.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini meliputi data geografis industri *cocofiber* dan *cocopeat*, gambaran umum lokasi industri dan data pribadi pekerja industri dilihat dari KTP atau jaminan kesehatan.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen atau alat pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat *High Volume Air Sampler* untuk mengukur konsentrasi TSP, *Heat Stress Monitor* atau WBGT meter (*Wet Bulb Globe Temperature*) untuk mengukur suhu dan kelembaban, anemometer untuk mengukur kecepatan angin, timbangan untuk data antropometri, kuesioner untuk data pola aktivitas serta kuesioner untuk data gangguan saluran pernafasan pada pekerja.

F. Teknik Pengolahan Data

1. *Editing*

Dilakukan dengan pemeriksaan langsung data setiap instrument yang berkaitan dengan kelengkapan pengisian dan kejelasan penelitian.

2. *Coding*

Pemberian kode pada setiap instrumen yang terkumpul untuk memudahkan melakukan pengolahan data.

3. *Entry Data*

Data yang sudah diberi kode setelah itu dimasukkan kedalam komputer untuk diketik, menjadikannya dalam bentuk *master table* menggunakan pengolahan data dengan metode tabel distribusi frekuensi.

4. *Cleaning*

Data yang sudah diolah diperiksa kembali untuk melihat dan memastikan data yang dibuat sudah benar.

G. Analisis Data

1. Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk melihat gambaran distribusi karakteristik variabel yang diukur dalam penelitian. Hasil analisis ini akan disajikan dalam bentuk tabel atau grafik.

2. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Untuk melakukan analisis risiko diperlukan data konsentrasi debu *Total Suspended Particulate*, antropometri dan pola aktivitas. Data antropometri dan pola aktivitas yaitu berat badan (Wb), laju inhalasi (R), lama pajanan (tE), frekuensi pajanan (fE), durasi pajanan (Dt) dan periode rata-rata harian (tavg). Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung intake risk agent (I_{nk}) dan Risk Quotient (RQ) sesuai jalur pajanan yaitu inhalasi, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Rumus 1 :
$$I_{nk} = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

Keterangan :

I_{nk} : Jumlah konsentrasi agen risiko (mg) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya (mg/kg/hari)

C : Konsentrasi agen risiko pada media udara (udara ambien) (mg/m^3)

R : Laju inhalasi atau banyaknya volume udara yang masuk setiap jamnya (m^3/jam)

tE : Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya (jam/hari)

fE : Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (hari/tahun)

Dt : Lamanya atau jumlah tahun terjadinya pajanan (tahun)

Wb : Berat badan (kg)

$tavg$: Periode waktu rata-rata untuk efek non karsinogen ($Dt \times 365$ hari/tahun untuk zat non karsinogen)

Rumus 2 :
$$RQ = \frac{I_{nk}}{RfC}$$

Keterangan :

RQ : *Risk Quotient*

I_{nk} : Intake/asupan (mg/kg.hari)

RfC : Nilai referensi agen risiko pada pemajanan inhalasi (mg/kg.hari)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

PT. Makanya Agri Utama merupakan industri yang mengolah sabut kelapa menjadi *cocofiber* dan *cocopeat*. Industri ini terletak di Jalan Kampung Cubadak Nagari Koto Baru, Kecamatan VII Koto Padang Sago, Kabupaten Padang Pariaman. Industri ini berdiri pada tahun 2016. Pemilik industri *cocofiber* dan *cocopeat* PT. Makanya Agri Utama ini adalah bapak aditya. Tempat produksi *cocofiber* dan *cocopeat* ini memiliki atap seng, namun tidak ada sekat dan dinding. Sebelah utara dan selatan industri ini berbatasan dengan rumah warga, sebelah barat dan timur berbatasan dengan ladang warga, dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4. 1 Geografis PT. Makanya Agri Utama

PT. Makanya Agri Utama mengolah sabut kelapa menjadi *cocofiber* dan *cocopeat*. Industri ini memproduksi $\pm 1,6$ ton *cocofiber* per hari dan 200 karung *cocopeat* (1 karung ± 25 kg). *Cocofiber* dipasarkan ke industri pengolahan sabut

kelapa lebih lanjut menjadi berbagai kebutuhan rumah tangga, bahan pengisi jok atau bantalan kursi dan lain sebagainya, sedangkan *cocopeat* dipasarkan sebagai media tanam.

Proses kerja dalam produksi *cocofiber* dimulai dari pencacahan, pengayakan, penjemuran dan pengepressan, kemudian dari proses pengayakan sabut kelapa yang telah dicacah tersebut dihasilkan *cocopeat*. *Cocopeat* yang dihasilkan kemudian di packing kedalam karung. Industri *Cocofiber* dan *cocopeat* ini memiliki 13 karyawan, dimana 7 karyawan bekerja di bagian pencacahan dan pengayakan, 5 karyawan bekerja di bagian penjemuran, dan 1 karyawan bekerja di bagian pengepressan. Di industri ini karyawan bekerja selama 8 jam mulai jam 08.00-17.00 WIB, dimana pada jam 12.00-13.00 WIB digunakan untuk istirahat, sholat dan makan.

B. Hasil

1. Identifikasi Bahaya

Berdasarkan identifikasi bahaya yang dilakukan di lokasi penelitian, dapat diketahui bahwa agen risiko *Total Suspended Particulate* (TSP) pada media lingkungan potensial udara lingkungan kerja PT. Makanya Agri Utama bersumber dari kegiatan produksi *cocofiber* dan *cocopeat*. Kegiatan yang berpotensi menghasilkan debu yaitu proses pencacahan dan pengayakan, pengepressan dan penjemuran. Hal ini terlihat dari banyaknya debu yang berada di lingkungan kerja selama proses produksi serta terlihat banyak debu yang menempel di pakaian pekerja. Kondisi tempat produksi yang memiliki atap, namun tidak ada sekat dan dinding membuat debu beterbangan dan

tersebar di lingkungan kerja. Industri sabut kelapa ini memproduksi $\pm 1,6$ ton *cocofiber* per hari dan 200 karung *cocopeat* (1 karung ± 25 kg). Kegiatan produksi berlangsung selama 6 hari dalam satu minggu yaitu dari hari senin sampai hari sabtu. Kegiatan produksi ini dilakukan selama 8 jam dalam satu hari yaitu dimulai pukul 08.00-17.00 WIB, pada pukul 12.00-13.00 WIB digunakan untuk istirahat, makan dan sholat. Terkadang jika pesanan banyak maka pekerja akan lembur sampai malam jam 20.00 WIB.

Bahaya fisik yang ditemukan pada kegiatan produksi *cocofiber* dan *cocopeati* diantaranya bahaya operasional mesin pencacah, pengayak, dan mesin press berupa terjepit dan tersayat, bahaya fisik berupa kebisingan dari mesin pencacah dan penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh debu sabut kelapa (*cocodust*) yang dihasilkan. Adapun perubahan terhadap lokasi yang dilakukan pengelola kegiatan untuk mengurangi dampak dari bahaya tersebut adalah mengatur tata letak mesin pencacah pengayak dengan mesin press yang diletakkan ditempat yang terang dan diletakkan berjauhan antara mesin pencacah pengayak dengan mesin press. Penanggulangan yang dilakukan untuk mengurangi dampak dari kegiatan yang terjadi adalah menyediakan alat pelindung diri (APD) seperti masker dan kaca mata pelindung. Namun pada pengamatan yang dilakukan terlihat masih ada pekerja yang tidak menggunakan APD tersebut. Laporan pelaksanaan kegiatan pengendalian mutu belum ada dan tidak terdapat rambu-rambu bahaya di tempat produksi. Pemeriksaan laboratorium dan lingkungan kerja belum dilakukan.

2. Konsentrasi Debu *Total Suspended Particulate* (TSP) di Lingkungan Kerja PT.Makanya Agri Utama

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi TSP yang telah dilakukan di PT. Makaya Agri Utama, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Konsentrasi Debu TSP di Lingkungan Kerja PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Titik Pengukuran	Hasil Konsentrasi (mg/m ³)	Nilai Baku Mutu (mg/m ³)
Titik 1 (Pencacahan dan pengayakan)	5,494	0,23
Titik 2 (Pengepressan dan Penjemuran)	2,109	0,23

Berdasarkan tabel 4.1 diatas, diketahui bahwa konsentrasi debu TSP di lingkungan kerja PT.Makanya Agri Utama tahun 2023 melebihi nilai Baku Mutu pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Berdasarkan standar baku mutu kesehatan lingkungan (SBMKL) didalam peraturan tersebut, baku mutu *Total Suspended Particulate* (TSP) yaitu 230 µg/m³ atau 0,23 mg/m³.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, dan Kecepatan Angin di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Titik Pengukuran	Suhu (⁰ C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Angin (m/s)
Titik 1 (Pencacahan dan pengayakan)	30,8	66,6	2,56
Titik 2 (Pengepressan dan penjemuran)	29,8	68,8	2,37

Berdasarkan tabel 4.2 diatas, pengukuran suhu terendah berada pada titik 2 sebesar 29,8°C dan tertinggi pada titik 1 sebesar 30,8 °C. Pengukuran

kelembaban terendah pada titik 1 sebesar 66,6% dan tertinggi pada titik 2 sebesar 68,8%. Pengukuran kecepatan angin terendah pada titik 2 sebesar 2,37 m/s dan tertinggi pada titik 1 sebesar 2,56 m/s.

3. Gangguan Saluran Pernafasan

Berdasarkan gangguan saluran pernafasan yang dirasakan oleh pekerja, pekerja digolongkan memiliki gangguan saluran pernafasan jika mengalami salah satu atau lebih gejala seperti batuk, dahak, nafas berbunyi/mengi, dan sesak nafas. Berikut ini gangguan saluran pernafasan pada pekerja PT.Makanya Agri Utama :

Tabel 4.3 Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Gangguan	f	%
Ada gangguan	6	46,2
Tidak ada gangguan	7	53,8
Jumlah	13	100

Berdasarkan tabel 4.3 diatas, pekerja yang mengalami gangguan saluran pernafasan sebanyak 6 orang (46,2%) dan yang tidak mengalami gangguan saluran pernafasan sebanyak 7 orang (53,8%).

Tabel 4.4 Gambaran Gejala Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Gejala	Ya		Tidak	
	f	%	f	%
Batuk	4	30,8	9	69,2
Dahak	4	30,8	9	69,2
Nafas berbunyi/mengi	0	0	13	100
Sesak Nafas	1	7,7	12	92,3

Berdasarkan tabel 4.4 diatas, gejala gangguan saluran pernafasan yang banyak dialami pekerja adalah batuk sebanyak 4 orang (30,8%) dan

dahak sebanyak 4 orang (30,8%), gejala berupa sesak nafas sebanyak 1 orang (7,7%). Sedangkan untuk gejala nafas berbunyi/mengi tidak dialami oleh pekerja industri. Berdasarkan hasil wawancara mengenai kebiasaan merokok pekerja di PT.Makanya Agri Utama didapatkan bahwa ada sebanyak 7 (53,8%) orang pekerja laki-laki yang memiliki kebiasaan merokok.

4. Analisis Paparan

1. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas

Pengukuran karakteristik antropometri dan pola aktivitas dilakukan terhadap 13 pekerja. Hasil karakteristik antropometri dan pola aktivitas pekerja terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.5 Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas Pekerja PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Nama	Jenis Kelamin	Umur (tahun)	Berat Badan (kg)	Waktu Paparan (jam/hari)	Durasi Paparan (tahun)	Frekuensi Paparan (hari/tahun)
MJ	Laki-laki	48	67,85	8	5	296
HS	Laki-laki	48	75,60	8	4	296
ZN	Laki-laki	55	69,45	8	5	296
HK	Laki-laki	41	50,00	8	5	296
SL	Laki-laki	65	53,65	8	5	296
SW	Laki-laki	55	60,00	8	5	296
RD	Laki-laki	55	60,12	8	7	296
DE	Laki-laki	33	63,00	8	7	296
RS	Perempuan	67	43,35	8	6	296
RH	Perempuan	45	70,32	8	7	296
RB	Perempuan	70	55,11	8	7	296
MN	Perempuan	75	60,30	8	7	296
BN	Perempuan	50	55,00	8	7	296
Rata-rata		54	60,29	8	6	296
Maksimum		75	75,60	8	7	296
Minimum		33	43,35	8	4	296

Berdasarkan tabel 4.5 diatas, menunjukkan pola antropometri untuk rata-rata umur pekerja yaitu 54 tahun dengan umur maksimum 75 tahun dan minimum 33 tahun. Untuk rata-rata berat badan pekerja yaitu 60,29 kg dengan maksimum 75,60 kg dan minimum 43,35 kg. Sedangkan pola aktivitas pekerja untuk rata-rata durasi pajanan 6 tahun dengan durasi pajanan maksimum 7 tahun dan minimum 4 tahun dengan waktu pajanan 8 jam sehari dan frekuensi pajanan 296 hari dalam setahun.

2. Perhitungan Nilai *Intake*

Nilai *intake* dinyatakan sebagai jumlah pajanan yang masuk ke dalam tubuh individu perkilogram berat badan perhari yang dapat dihitung secara *realtime* dan *lifetime*. Masa *realtime* yaitu masa kerja yang telah dilalui, sedangkan *lifetime* menggunakan durasi pajanan dengan proyeksi 10,20 dan 30 tahun. Durasi pajanan 30 tahun merupakan waktu yang diperkirakan efek non karsinogenik termanifestasi ke dalam tubuh. Berikut adalah hasil perhitungan nilai intake yang telah dilakukan :

Tabel 4.6 *Intake Realtime* dan *Intake Lifetime* Pada Pekerja PT.Makaya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Nama	Konsentrasi TSP (mg/m ³)	<i>Intake Realtime</i> (mg/kg/hari)	<i>Intake Lifetime</i> (mg/kg/hari)		
			10	20	30
MJ	5,494	0,073	0,145	0,291	0,436
HS	5,494	0,052	0,130	0,261	0,391
ZN	5,494	0,071	0,142	0,284	0,426
HK	5,494	0,099	0,197	0,394	0,592
SL	5,494	0,092	0,184	0,368	0,551
SW	5,494	0,082	0,164	0,329	0,493
RD	5,494	0,115	0,164	0,328	0,492

Nama	Konsentrasi TSP (mg/m ³)	Intake Realtime (mg/kg/hari)	Intake Lifetime (mg/kg/hari)		
			10	20	30
DE	2,109	0,042	0,060	0,120	0,180
RS	2,109	0,052	0,087	0,175	0,262
RH	2,109	0,038	0,054	0,108	0,161
RB	2,109	0,048	0,069	0,137	0,206
MN	2,109	0,044	0,063	0,126	0,188
BN	2,109	0,048	0,069	0,138	0,206
Rata-rata	3,932	0,066	0,118	0,235	0,353
Maksimum	5,494	0,115	0,197	0,394	0,592
Minimum	2,109	0,038	0,054	0,108	0,161

Berdasarkan tabel 4.6 diatas, dapat diketahui bahwa *intake realtime* dan *intake lifetime* tertinggi berada pada lokasi sampling titik pencacahan pengayakan sebesar 0,115 mg/kg/hari pada *intake realtime* dan pada *intake lifetime* 0,197 mg/kg/hari pada durasi pajanan 10 tahun, 0,394 mg/kg/hari untuk durasi pajanan 20 tahun, dan 0,592 mg/kg/hari pada durasi pajanan 30 tahun. *Intake realtime* dan *intake lifetime* terendah berada pada lokasi sampling titik pengepressan penjemuran sebesar 0,038 mg/kg/hari pada *intake realtime* dan *intake lifetime* 0,054 mg/kg/hari pada durasi pajanan 10 tahun, 0,108 mg/kg/hari pada durasi pajanan 20 tahun dan 0,161 mg/kg/hari pada durasi pajanan 30 tahun.

5. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko dilakukan untuk menentukan tingkat risiko atau dengan kata lain menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada pekerja atau tidak. Karakterisasi risiko didapatkan dengan membagi nilai *intake* dan nilai RfC. Nilai RfC pada penelitian ini didapat dengan menggunakan rumus *intake* dengan nilai konsentrasi diambil sesuai dengan

baku mutu TSP menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, maka diperoleh nilai RfC sebagai berikut :

Tabel 4.7
Analisis Dosis-respon *Total Suspended Particulate* (TSP)

Agent Risiko	Dosis-respon	Efek Kritis dan Referensi
<i>Total Suspended Particulate</i> (TSP)	0,0190 mg/kg/hari (PMK 2 tahun 2023)	Gangguan Saluran Pernafasan (EPA/NAAQS 1990)

Berdasarkan tabel 4.7 diatas, *agent* risiko *Total Suspended Particulate* (TSP) memiliki dosis-respon sebesar 0,0190 mg/kg/hari dengan efek kritis berupa gangguan saluran pernafasan. Setelah diketahui nilai RfC TSP dan nilai *intake*, maka karakterisasi risiko dapat dihitung. Hasil perhitungan karakterisasi risiko dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 4.8 Karakterisasi Risiko Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Nama	Lokasi kegiatan	Konsentrasi TSP (mg/m ³)	Berat Badan (kg)	RQ <i>Realtime</i>	RQ <i>Lifetime</i>		
					10	20	30
MJ	Pencacahan dan pengayakan	5,494	67,85	3,82 (berisiko)	7,65 (berisiko)	15,30 (berisiko)	22,95 (berisiko)
HS	Pencacahan dan pengayakan	5,494	75,60	2,75 (berisiko)	6,87 (berisiko)	13,73 (berisiko)	20,60 (berisiko)
ZN	Pencacahan dan pengayakan	5,494	69,45	3,74 (berisiko)	7,47 (berisiko)	14,95 (berisiko)	22,42 (berisiko)
HK	Pencacahan dan pengayakan	5,494	50,00	5,19 (berisiko)	10,38 (berisiko)	20,76 (berisiko)	31,14 (berisiko)
SL	Pencacahan dan pengayakan	5,494	53,65	4,84 (berisiko)	9,67 (berisiko)	19,35 (berisiko)	29,02 (berisiko)
SW	Pencacahan dan pengayakan	5,494	60,00	4,33 (berisiko)	8,65 (berisiko)	17,30 (berisiko)	25,95 (berisiko)
RD	Pencacahan dan pengayakan	5,494	60,12	6,04 (berisiko)	8,63 (berisiko)	17,27 (berisiko)	25,90 (berisiko)
DE	Pengepressan dan penjemuran	2,109	63,00	2,21 (berisiko)	3,16 (berisiko)	6,32 (berisiko)	9,49 (berisiko)
RS	Pengepressan dan penjemuran	2,109	43,35	2,76 (berisiko)	4,60 (berisiko)	9,19 (berisiko)	13,79 (berisiko)

Nama	Lokasi kegiatan	Konsentrasi TSP (mg/m ³)	Berat Badan (kg)	RQ <i>Realtime</i>	RQ <i>Lifetime</i>		
					10	20	30
RH	Pengepressan dan penjemuran	2,109	70,32	1,98 (berisiko)	2,83 (berisiko)	5,67 (berisiko)	8,50 (berisiko)
RB	Pengepressan dan penjemuran	2,109	55,11	2,53 (berisiko)	3,62 (berisiko)	7,23 (berisiko)	10,85 (berisiko)
MN	Pengepressan dan penjemuran	2,109	60,30	2,31 (berisiko)	3,30 (berisiko)	6,61 (berisiko)	9,91 (berisiko)
BN	Pengepressan dan penjemuran	2,109	55,00	2,54 (berisiko)	3,62 (berisiko)	7,24 (berisiko)	10,87 (berisiko)
Rata-rata		3,932	60,29	3,46	6,19	12,38	18,57
Maksimum		5,494	75,60	6,04	10,38	20,76	31,14
Minimum		2,109	43,35	1,98	2,83	5,67	8,50

Berdasarkan tabel 4.8 terlihat semua pekerja baik yang bekerja pada bagian pencacahan, pengayakan, penjemuran maupun pengepressan memiliki risiko ($RQ > 1$) pada masa kerja *realtime* maupun *lifetime* proyeksi 10 tahun, 20 tahun, dan 30 tahun.

C. Pembahasan

1. Identifikasi Bahaya

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kegiatan yang berpotensi menghasilkan debu yaitu proses pencacahan pengayakan dan pengepressan penjemuran. Debu merupakan partikel padat yang ditimbulkan akibat dari proses alam maupun hasil dari proses mekanis seperti pemotongan (*cutting*), pukulan, pemecahan (*breaking*), penghancuran (*crushing*), peledakan, penghalusan (*grindling*), penggilingan (*drilling*), pengayakan (*shaking*), pengepakan, pengemasan, pengantongan dan lainnya yang timbul dari benda atau bahan baik organik maupun anorganik.⁴

Berdasarkan tahapan proses produksi *cocofiber* dan *cocopeat*, pada tahapan pencacahan dan pengayakan memiliki risiko yang lebih besar bagi

pekerja dibandingkan dengan tahapan penjemuran dan pengepressan. Hal tersebut dikarenakan pada tahapan proses pencacahan dan pengayakan memiliki konsentrasi debu yang lebih besar. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Sahu, dkk(2019) menjelaskan bahwa tahapan proses pencacahan dan pengayakan sangat berdebu dan berisik serta memiliki konsentrasi debu yang lebih tinggi dibandingkan pada tahapan lainnya.¹⁶

Dari hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa bahaya fisik yang ditemukan diantaranya terjepit, tersayat, kebisingan dan penyakit akibat kerja akibat paparan debu sabut kelapa (*cocodust*). Perubahan terhadap lokasi yang dilakukan pengelola kegiatan untuk mengurangi dampak dari bahaya tersebut adalah mengatur tata letak mesin pencacah pengayak dengan mesin press yang diletakkan ditempat yang terang, hal ini dapat memberikan penerangan yang cukup bagi pekerja sewaktu menggunakan mesin tersebut, sehingga bahaya fisik berupa terjepit dan tersayat dapat dicegah. Untuk bahaya fisik berupa kebisingan sebaiknya pekerja dilengkapi dengan pelindung telinga seperti *earmuff* untuk melindungi pekerja dari bahaya kebisingan.

Penanggulangan yang dilakukan pengelola industri untuk mengurangi dampak dari kegiatan adalah menyediakan Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker dan kacamata pelindung, namun masih ada pekerja yang tidak menggunakan APD tersebut. Alat Pelindung Diri (APD) yang digunakan pekerja berupa masker kain dan baju yang dililitkan ke wajah pekerja. Sebagian pekerja mengatakan bahwa kesulitan bernafas saat

menggunakan masker dari kain yang mendorong pekerja untuk tidak menggunakan masker sewaktu bekerja. Belum ditemukannya rambu-rambu bahaya di proses produksi.

Upaya yang dapat dilakukan adalah pengendalian pada sumber kegiatan yaitu melakukan perawatan mesin secara berkala, penambahan alat penutup pada bagian antara mesin pencacahan dan pengayakan untuk mengurangi konsentrasi debu, membersihkan debu yang tercecer dengan cara basah yakni membasahi lantai yang berdebu sebelum disapu untuk menekan penyebaran debu ke udara lingkungan kerja dan sebaiknya digunakan alat pelindung diri untuk mengurangi dampak hasil kegiatan di industri tersebut. Menurut Chaeruddin (2021), Penggunaan APD standar untuk pekerja kayu berupa masker respirator dapat mencegah debu kayu yang berukuran sangat kecil dapat masuk ke dalam saluran pernapasan serta sarung tangan kulit yang dikhususkan kepada pekerja kayu agar terhindar dari iritasi kulit.¹³

2. Konsentrasi Debu *Total Suspended Particulate* (TSP) di Lingkungan Kerja PT.Makanya Agri Utama

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan pada 2 titik sampling yaitu pencacahan dan pengayakan, pengepressan dan penjemuran didapatkan hasil bahwa konsentrasi TSP tertinggi berada pada titik 1 yaitu pada proses pencacahan dan pengayakan dengan konsentrasi TSP sebesar 5,494 mg/m³. Konsentrasi pada titik 2 yaitu pada proses pengepressan dan penjemuran sebesar 2,109 mg/m³. Konsentrasi pada kedua titik tersebut melebihi nilai standar baku mutu kesehatan lingkungan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang peraturan pelaksanaan

peraturan pemerintah nomor 66 tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan dimana nilai baku mutu TSP sebesar $0,23 \text{ mg/m}^3$.

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi TSP yang telah dilakukan pada 2 titik sampling tersebut dapat terlihat bahwa konsentrasi TSP tertinggi yaitu pada tahapan pencacahan dan pengayakan. Hal ini dapat menyebabkan pekerja pada tahapan proses tersebut memiliki risiko yang lebih besar dibandingkan dengan pekerja pada tahapan pengepressan dan penjemuran. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Sahu, dkk (2019) menjelaskan bahwa tahapan proses pencacahan dan pengayakan sangat berdebu dan berisik serta memiliki konsentrasi debu yang lebih tinggi dibandingkan pada tahapan lainnya.¹⁶

Konsentrasi TSP yang melebihi nilai baku mutu dapat disebabkan karena kurang lengkapnya peralatan dalam tahapan proses produksi *cocofiber* dan *cocopeat*. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan dengan pihak pengelola industri tersebut menjelaskan bahwa seharusnya pada mesin pencacah bagian pengeluaran *cocofiber* juga terdapat alat pengayakan sehingga debu masih banyak terdapat pada tumpukan *cocofiber*, dimana ketika pekerja memindahkan *cocofiber* tersebut ke bagian penjemuran maka debu yang masih ada pada tumpukan *cocofiber* tersebut dapat terbawa angin dan tersebar di udara. Konsentrasi debu yang tinggi tersebut juga dikarenakan lokasi pencacahan dan pengayakan dekat dengan tumpukan *cocofiber* yang telah kering dari proses penjemuran. Kondisi tempat produksi yang tidak ada sekat dan dinding membuat debu beterbangan dan tersebar di lingkungan

kerja tersebut.

Konsentrasi TSP juga dipengaruhi oleh faktor meteorologi. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, pada tahapan proses pencacahan dan pengayakan dengan konsentrasi debu tertinggi memiliki suhu udara, kecepatan angin maksimum dan kelembaban udara minimum, sedangkan pada tahapan proses pengepressan dan penjemuran dengan konsentrasi debu terendah memiliki suhu udara, kecepatan angin minimum dan kelembaban udara maksimum. Semakin tinggi suhu udara, maka potensi debu untuk berada di udara semakin besar pula. Suhu yang tinggi menjadikan kondisi permukaan tanah menjadi kering, sehingga kadar debu di udara tersebut akan lebih tinggi karena debu mudah tertiuip angin. Keadaan suhu ini berhubungan dengan tingkat kelembaban. Suhu yang tinggi menjadikan tingkat kelembaban menjadi rendah. Semakin lembab suatu daerah, maka semakin sedikit debu yang berada di udara. Meningkatnya konsentrasi debu juga dipengaruhi oleh kecepatan angin. Peningkatan kecepatan angin dapat meningkatkan jumlah partikel di udara secara signifikan.⁴³

3. Gangguan Saluran Pernafasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa sebanyak 6 pekerja (46,2%) mengalami gangguan saluran pernafasan. Gejala gangguan pernafasan yang banyak dialami pekerja adalah batuk dan dahak/reak. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Herdianti, dkk (2018), didapatkan hasil bahwa sebanyak 41,9% pekerja mengalami gangguan pernafasan dimana sebagian besar (74,2%) pekerja

dengan paparan debu tidak memenuhi syarat.⁴⁴ Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan 4 orang pekerja mengatakan bahwa dahak yang dikeluarkan pekerja terdapat debu sabut kelapa, juga terasa sedat dan gatal ditenggorokan.

Keluhan pernapasan yang dialami oleh pekerja merupakan bentuk dari reaksi pertahanan tubuh dalam membersihkan polutan yang masuk. Keluhan yang timbul biasanya merupakan suatu awalan terjadinya penyakit pada saluran pernapasan. Bila pekerja terpajan dalam waktu yang lama, keluhan yang terjadi dapat menjadi lebih berat. Dalam perjalanannya, keluhan ini dapat berujung pada kegagalan pernapasan dan bahkan kematian.⁴⁵

Berdasarkan hasil penelitian sebanyak 53,8% pekerja memiliki kebiasaan merokok. Dari 8 pekerja laki-laki sebanyak 7 pekerja yang memiliki kebiasaan merokok. Gangguan pernafasan atau fungsi paru pada pekerja dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain lingkungan kerja yang banyak menghasilkan debu, uap, gas dan lainnya, riwayat penyakit, lama kerja/lama paparan, dan masa kerja. Selain faktor tersebut, faktor lain adalah penggunaan APD masker, jenis kelamin, kebiasaan merokok.³ Hasil penelitian Ainurrazaq, dkk (2022) menunjukkan bahwa ada hubungan antara kebiasaan merokok dengan keluhan gangguan pernafasan pada pekerja batu bata di Desa Talang Belido.

Salah satu cara menanggulangi terjadinya gangguan saluran pernapasan atau keracunan akibat debu hasil produksi, adalah dengan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD). Penggunaan APD harus memenuhi persyaratan seperti enak (nyaman) dipakai, tidak mengganggu pelaksanaan

pekerjaan dan memberikan perlindungan efektif terhadap macam bahaya yang dihadapi.⁴⁶ Pemakaian masker yang standar seperti masker respirator yang mampu mencegah debu kayu berukuran sangat kecil untuk masuk kedalam saluran pernapasan.⁴⁷

4. Analisis Paparan

1. Karakteristik Antropometri dan Pola Aktivitas

Karakteristik antropometri dan pola aktivitas yang diukur dalam penelitian ini meliputi berat badan. Berat badan merupakan variabel antropometri penting yang sangat dipengaruhi besar dosis aktual suatu risk agent yang diterima individu. Semakin besar berat badan individu maka semakin kecil dosis internal yang diterima.

Berdasarkan hasil pengukuran berat badan yang telah dilakukan pada pekerja di PT.Makanya Agri Utama didapatkan rentang berat badan dewasa antara 43,35 kg sampai 75,60 kg dengan rata-rata 60,29 kg. Berat badan rata-rata ini lebih besar dibandingkan berat badan standar dewasa indonesia yaitu 55 kg. Sehingga semakin besar berat badan responden maka *intake* yang diterima akan semakin kecil karena berat badan berfungsi sebagai denominator. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Nur, dkk (2019), berat badan berbanding terbalik dengan besarnya *intake* paparan terhadap tubuh, semakin berat badan seseorang, maka semakin aman orang tersebut dari paparan polutan udara. Hal ini disebabkan karena terdapat jaringan lemak yang cukup banyak dan dapat melarutkan zat toksik. Pada seseorang dengan nilai berat badan kecil, maka semakin

besar risiko yang diterima akibat paparan polutan udara yang masuk melalui inhalasi, karena dapat langsung berinteraksi dengan sel tubuh beberapa risk agent yang masuk ke dalam tubuh seseorang.⁴⁸ Dengan demikian, jelas terlihat bahwa besaran berat badan juga berpengaruh pada besarnya *intake* seseorang atas polutan udara.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, umur pekerja minimum berumur 33 tahun dan maksimum berumur 75 tahun. Secara alamiah umur berpengaruh terhadap status kesehatan seseorang dengan bertambahnya usia lanjut seseorang akan diikuti penurunan semua fungsi organ tubuh sehingga pada masa lanjut usia akan terjadi penurunan daya tahan tubuh atau dengan kata lain rentan terhadap penyakit. Secara fisiologis dengan bertambahnya umur maka kemampuan organ-organ tubuh akan mengalami penurunan secara alamiah tidak terkecuali gangguan fungsi paru dalam hal ini kapasitas vital paru. Kondisi seperti ini akan bertambah buruk dengan keadaan lingkungan yang berdebu dan faktor-faktor lain seperti kebiasaan merokok, tidak tersedianya masker juga penggunaan yang tidak disiplin, lama paparan serta riwayat penyakit yang berkaitan dengan saluran pernafasan. Rata-rata pada umur 30–40 tahun seseorang akan mengalami penurunan fungsi paru yang dengan semakin bertambah umur semakin bertambah pula gangguan yang terjadi.⁴⁸

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, rata-rata pekerja memiliki waktu kerja 8 jam perhari, bekerja selama 6 hari, libur 1

hari pada hari minggu, sehingga jika dirata-ratakan jam kerja pada pekerja selama seminggu yaitu 48 jam per minggu. Pekerja diberikan libur selama 14 hari untuk hari raya idul fitri dan 7 hari libur hari raya idul adha, nilai rata-rata frekuensi pajanan pekerja dalam satu tahun selama 296 hari/tahun. Jika dibandingkan dengan Undang-undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan pasal 77 ayat 2 yang berbunyi, setiap pekerja memiliki waktu kerja 7 (tujuh) jam 1 hari dan 40 jam 1 minggu untuk 6 hari kerja dalam 1 minggu atau 8 jam 1 hari dan 40 jam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu.⁴⁹ Jumlah jam kerja pada pekerja di PT. Makanya Agri Utama dalam satu minggu tidak sesuai dengan undang-undang tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, durasi pajanan *realtime* yang telah diterima pekerja dari masa kerja maksimum selama 7 tahun dan masa kerja minimum selama 4 tahun. Durasi pajanan sangat berpengaruh terhadap nilai *intake*, semakin lama karyawan bekerja maka nilai *intake* akan semakin besar dan risiko untuk mendapatkan efek yang merugikan kesehatan pun semakin tinggi pula.⁴⁸

Menurut Kurniawan dan Bagus (2019), Pada pekerja dengan lingkungan berdebu, semakin lama responden bekerja maka semakin banyak pula debu yang dapat mengendap di paru karena secara teoritis diketahui bahwa efek paparan debu tergantung pada dosis atau konsentrasi, tempat dan waktu paparan. Waktu paparan diartikan sebagai frekuensi atau lamanya responden terpapar debu, sehingga semakin lama

terpapar, semakin tinggi kemungkinan untuk timbul gangguan, apalagi didukung oleh zat pemapar dengan konsentrasi yang tinggi.⁵⁰

2. Perhitungan Nilai *Intake*

Nilai asupan (*Intake*) pajanan TSP di udara lingkungan kerja dihitung berdasarkan pajanan *lifetime* dan *realtime*. *Intake lifetime* menggambarkan estimasi besar pajanan yang diterima oleh individu per kilogram berat badan per hari berdasarkan faktor aktivitas rata-rata responden dan durasi pemajanan *lifetime* (proyeksi 10,20 dan 30 tahun), Sedangkan *intake realtime* menggambarkan besar pajanan yang telah diterima oleh individu dari sejak mula bekerja hingga waktu penelitian. Perhitungan ini menggunakan durasi pajanan berdasarkan lama seseorang telah bekerja di tempat penelitian.

Berdasarkan hasil penentuan analisis pajanan yang dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai karakteristik antropometri dan pola aktivitas ke dalam *intake*, didapatkan nilai *intake realtime* dan *intake lifetime* tertinggi pada tahapan proses pencacahan dan pengayakan, dimana *intake realtime* tertinggi pada pekerja RD yaitu 0,115 mg/kg/hari dan *intake lifetime* proyeksi 10, 20, 30 tahun tertinggi pada pekerja HK yaitu 0,197 mg/kg/hari, 0,394 mg/kg/hari, 0,592 mg/kg/hari. Besarnya nilai *intake* berbanding lurus dengan nilai konsentrasi bahan kimia, laju asupan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan, yang artinya semakin besar nilai tersebut maka akan semakin besar asupan seseorang. Sedangkan asupan berbanding terbalik dengan nilai berat badan dan periode waktu

rata-rata, yaitu semakin besar berat badan maka akan semakin kecil risiko kesehatan.⁴⁸

5. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko didapat dengan membagi nilai *intake* dengan nilai RfC. Nilai RfC penelitian ini didapat dengan menggunakan rumus *intake* dengan nilai konsentrasi diambil sesuai dengan baku mutu TSP menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 yang menyatakan bahwa konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) yang memenuhi syarat adalah tidak melebihi dari $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,23 \text{ mg}/\text{m}^3$). Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan nilai RfC sebesar $0,0190 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang berada di lokasi kegiatan pencacahan dan pengayakan memiliki nilai RQ yang lebih besar dibandingkan dengan pekerja yang berada pada lokasi pengepressan dan penjemuran (tabel 4.8). Hal ini dapat terjadi karena pekerja yang berada di lokasi kegiatan pencacahan dan pengayakan memiliki nilai *intake* yang lebih besar dibandingkan pekerja yang berada di lokasi kegiatan pengepressan dan penjemuran. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Indriyani, dkk (2017), menyatakan bahwa besarnya rata-rata nilai RQ *realtime* maupun *lifetime* dipengaruhi oleh perhitungan sebelumnya yaitu perhitungan asupan. Nilai *Intake* berbanding lurus dengan nilai RQ sehingga apabila *intake* bernilai tinggi maka RQ akan bernilai tinggi pula.⁴⁷

Berdasarkan hasil perhitungan karakterisasi risiko (RQ) yang telah dilakukan, didapatkan bahwa rata-rata RQ *realtime* yaitu 3,46 dan RQ

lifetime proyeksi 10 sebesar 6,19, proyeksi 20 tahun sebesar 12,38 dan proyeksi 30 tahun sebesar 18,57. Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa semakin lama proyeksi tahun maka nilai risiko akan semakin besar. Besarnya karakteristik risiko pada 13 pekerja ($RQ > 1$) yang menunjukkan bahwa tingkat risiko tidak aman bagi pekerja industri *cocofiber* dan *cocopeat* di PT.Makanya Agri Utama. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Siswati dan Khuliyah (2017), didapatkan hasil analisis risiko dari pajanan debu di semua lokasi pengukuran menunjukkan bahwa besaran risiko kesehatan $RQ > 1$.⁴

Dilihat berdasarkan karakteristik umur pekerja, pekerja dengan umur maksimum yaitu 75 tahun dengan durasi pajanan maksimum selama 7 tahun memiliki nilai risiko masa kerja *raltime* sebesar 2,31 dan masa kerja *lifetime* proyeksi 10 tahun sebesar 3,30, proyeksi 20 tahun sebesar 6,61 dan proyeksi 30 tahun sebesar 9,91. Nilai risiko tersebut masih rendah jika dibandingkan dengan pekerja dengan umur yang lebih rendah dan berada pada tahapan proses pencacahan dan pengayakan yang memiliki konsentrasi TSP tertinggi. Hal ini dikarenakan pekerja dengan umur maksimum tersebut berada pada tahapan proses penjemuran dan pengepressan yang memiliki konsentrasi TSP terendah dan berat badan yang masih diatas rata-rata.

Dilihat berdasarkan berat badan pekerja, pekerja dengan berat badan tertinggi yaitu 75,60 kg dengan durasi pajanan minimum selama 4 tahun memiliki nilai risiko masa kerja *raltime* sebesar 2,75 dan masa kerja *lifetime* proyeksi 10 tahun sebesar 6,87, proyeksi 20 tahun sebesar 13,73 dan proyeksi

30 tahun sebesar 20,60. Nilai risiko tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan pekerja dengan berat badan terendah dan berada pada tahapan proses penjemuran dan pengepressan yang memiliki konsentrasi TSP terendah. Hal ini dikarenakan pekerja dengan berat badan tertinggi tersebut berada pada tahapan proses pencacahan dan pengayakan yang memiliki konsentrasi tertinggi, durasi pajanan terendah dan berat badan tertinggi.

Efek toksik yang terjadi dapat dipengaruhi oleh sifat fisik dan aktivitas kimia dalam tubuh, dosis dan hubungan dosis-waktu, rute pajanan toksikan masuk ke tubuh, spesies, usia, jenis kelamin, kemudahan toksikan diabsorpsi tubuh, kemampuan metabolisme tubuh, distribusi dalam tubuh, proses ekskresi, kondisi kesehatan atau riwayat kesehatan, status gizi, dan adanya bahan kimia lain dalam tubuh.⁵¹ Oleh karena itu, upaya yang dilakukan untuk meminimalkan risiko pada pekerja dapat dilakukan dengan peningkatan status gizi pada pekerja, peningkatan imun tubuh serta pemakaian alat pelindung diri (APD) pada saat bekerja.

Besarnya karakterisasi risiko pada pekerja menunjukkan tingkat risiko tidak aman bagi pekerja, maka dapat dilakukan pengelolaan risiko. Cara pengelolaan risiko dapat dilakukan dengan pendekatan teknologi, pendekatan sosial-ekonomi dan pendekatan institusional :

a. Pendekatan teknologi

Pendekatan teknologi yang dapat dilakukan yaitu perawatan mesin secara berkala, penambahan alat penutup pada bagian antara mesin pencacahan dan pengayakan untuk mengurangi konsentrasi debu,

pengurangan waktu jam kerja bagi pekerja atau dengan melakukan rotasi pekerja pada bagian proses pencacahan pengayakan dan pengepressan dengan siklus waktu tertentu untuk mengurangi pajanan debu pada pekerja, penggunaan alat pelindung diri berupa masker respirator, melakukan pengawasan kesehatan pekerja secara berkala, dan membersihkan debu yang tercecer dengan cara basah yakni membasahi lantai yang berdebu sebelum disapu untuk menekan penyebaran debu ke udara lingkungan kerja.

b. Pendekatan sosial-ekonomi

Pendekatan sosial-ekonomi yang dapat dilakukan yaitu sosialisasi mengenai pentingnya penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker respirator saat bekerja, serta dampak yang akan ditimbulkan jika pekerja tidak menggunakan APD saat bekerja dan penambahan rambu-rambu bahaya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan pekerja tentang potensi bahaya yang ada di lingkungan kerjanya, sehingga pekerja dapat melakukan upaya pencegahan penyakit akibat kerja dengan menggunakan APD berupa masker respirator.

c. Pendekatan institusional

Pendekatan institusional yang dapat dilakukan yaitu mengurangi konsentrasi serta mengurangi waktu dan frekuensi pajanan dengan melakukan pengkajian, penelitian dan pemantauan rutin TSP oleh Puskesmas dan Dinas terkait.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023, dapat disimpulkan:

1. Identifikasi bahaya yang ditemukan berupa kegiatan yang berpotensi menghasilkan debu yaitu proses pencacahan, pengayakan, penjemuran dan pengepressan. Adanya bahaya fisik, perubahan yang dilakukan terhadap lokasi, penanggulangan untuk mengurangi dampak, dan belum adanya pelaksanaan kegiatan pengendalian mutu.
2. Konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) pada kedua titik pengukuran melebihi nilai standar baku mutu menurut PMK No.2 tahun 2023 yaitu pada titik pencacahan dan pengayakan sebesar 5,494 mg/m³, pada titik pengepressan dan penjemuran sebesar 2,109 mg/m³.
3. Gangguan saluran pernafasan pada pekerja PT. Makanya Agri Utama yaitu sebesar 46,2% pekerja mengalami gangguan saluran pernafasan.
4. Analisis pajanan dari nilai asupan *realtime* yang tertinggi pada proses pencacahan dan pengayakan yaitu 0,115 mg/kg/hari. Nilai asupan tertinggi pada *lifetime* proyeksi 10 tahun sebesar 0,197 mg/kg/hari, proyeksi 20 tahun sebesar 0,394 mg/kg/hari, dan proyeksi 30 tahun sebesar 0,592 mg/kg/hari.
5. Karakterisasi risiko didapatkan semua pekerja baik yang bekerja pada bagian pencacahan, pengayakan, penjemuran maupun pengepressan memiliki risiko (RQ>1) pada masa kerja *realtime* maupun *lifetime*

proyeksi 10, 20, dan 30 tahun.

B. Saran

1. Bagi Industri

- a. Sebaiknya dilakukan perawatan mesin secara berkala, penambahan alat penutup pada bagian antara mesin pencacahan dan pengayakan, melakukan rotasi pekerja pada bagian proses produksi dengan siklus waktu tertentu, dan melakukan pengawasan kesehatan pekerja secara berkala.
- b. Sebaiknya pihak industri memberikan sosialisasi pentingnya penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan menambah rambu-rambu bahaya di tempat produksi.

2. Bagi Pekerja

- a. Diharapkan pekerja lebih peduli terhadap kesehatan diri dari bahaya pajanan debu sabut kelapa di lingkungan kerja dengan menggunakan alat pelindung diri seperti masker respirator dan kacamata selama bekerja.
- b. Diharapkan pekerja dapat membersihkan debu yang tercecer dengan cara basah yakni membasahi lantai yang berdebu sebelum disapu untuk menekan penyebaran debu ke udara lingkungan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. Healthy Environments For Healthier Populations: why do they matter, and what can we do. (2019).
2. Peraturan Presiden RI. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Penyakit Akibat Kerja*. 1–13 (2019).
3. Ainurrazaq, M., Ainin Hapis, A. & Hamdani. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Gangguan Pernafasan Pada Pekerja Batu Bata Di Desa Talang Belido Kecamatan Sungai Delam Kabupaten Muaro Jambi Tahun 2021. *J. Inov. Penelit.* 2, 3927–3932 (2022).
4. Siswati & Diyanah, K. C. Analisis Risiko Paparan Debu (Total Suspended Particulate) di Unit Packer PT. X. *J. Kesehat. Lingkung.* 9, 100–110 (2017).
5. Irawan, J. Analisis Risiko Paparan Debu Terhadap Kesehatan, Keselamatan Kerja Pada Pekerja Produksi Beton. (2017).
6. Anom, I. D. K. *Inovasi Teknologi Konversi Sabut Kelapa Menjadi Kasur Bahan Alam*. (Jejak Pustaka, 2022).
7. Sherly Armiyanti, M. Dampak Debu Organik Serbuk Kayu Terhadap Penyakit Paru Obstruktif Akibat Kerja. *J. Ilm. Kesehat. Sandi Husada* 9, 713–718 (2020).
8. Noguera, P., Abad, M., Puchades, R. & Maquieira, A. Influence of Particle Size on Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust as Container Medium. vol. 34 593–605 (2003).
9. Abad, M. *et al.* Physical properties of Various Coconut Coir Dusts Compared to Peat. *HortScience* 40, 2138–2144 (2005).
10. S, A. I. F. W., Aly, S. H. & Harusi, N. M. R. Analisis Polutan Total Suspended Particulate (TSP) Pada Jalan Arteri Divided di Kota Makassar. 31–39 (2021).
11. Badan Pusat Statistik Kabupaten Padang Pariaman. *Kabupaten Padang Pariaman Dalam Angka 2023*. (2023).
12. Badan Pusat Statistik Kabupaten Padang Pariaman. *Kecamatan VII Koto Padang Sago Dalam Angka 2022*. (2022).
13. Chaeruddin, A. D. R. D., Habo, H. & Abd.Gafur. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Debu Kayu pada Pekerja Mebel Informal di Kelurahan Antang Kecamatan Manggala Kota Makassar. *Wind. Public Heal. J.* 1, 743–756 (2021).

14. Pemerintah Republik Indonesia. *Undang- Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan*. (2009).
15. Pemerintah Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 88 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Kerja*. (2019).
16. Sahu, S., Parida, C. & Mishra, J. N. Study on health hazards of workers in coir industry. 8, 28–30 (2019).
17. Sari, N. J. Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan Akibat Paparan Debu Total Suspended Particulate Udara Ambien Jalan Raya Indarung Kota Padang Tahun 2018. (Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang, 2018).
18. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*. (2014).
19. Abidin. *Strategi Pengembangan Agroindustri Kelapa Melalui Pembiayaan Partnership Bebas Bunga*. (Pascal Books PT.Mediatama Digital Cendekia, 2021).
20. Meilizar. Model Pengembangan Agroindustri Cocofiber di Kabupaten Padang Pariaman. *J. Ind. Has. Perkeb.* 16, 105–117 (2021).
21. Dwi PB, Y. M. Optimalisasi Bahan Baku Kelapa. *War. Ekspor* 008, 1–20 (2017).
22. Dharma, P. A. W., Suwastika, A. A. N. G. & Sutari, N. W. S. Kajian Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Menjadi Larutan Mikroorganisme Lokal. *J. Agroekoteknologi Trop.* 7, 200–210 (2018).
23. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat. *Provinsi Sumatera Barat Dalam Angka 2022*. (2022).
24. Zuriati, Suriya, M. & Ananda, Y. *Buku Ajar Asuhan keperawatan medikal bedah Gangguan Pada Sistem Respirasi*. (Sinar Utama Indah, 2017).
25. Saminan. Efek Obstruksi Pada Saluran Pernapasan Terhadap Daya Kembang Paru. *J. Kedokt. Syiah Kuala* 16, 34–39 (2016).
26. Djojodibroto, D. *Respirologi (Respiratory Medicine)*. (Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2012).
27. Riani, P. D. Gambaran Kualitas Udara Ambien (SO₂, NO₂, TSP) Terhadap Keluhan Subyektif Gangguan Pernapasan Pada Pedagang Tetap di Kawasan Terminal Bus Kampung Rambutan Jakarta Timur Tahun 2017. *BMC Public Health* vol. 5 (Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah, 2017).

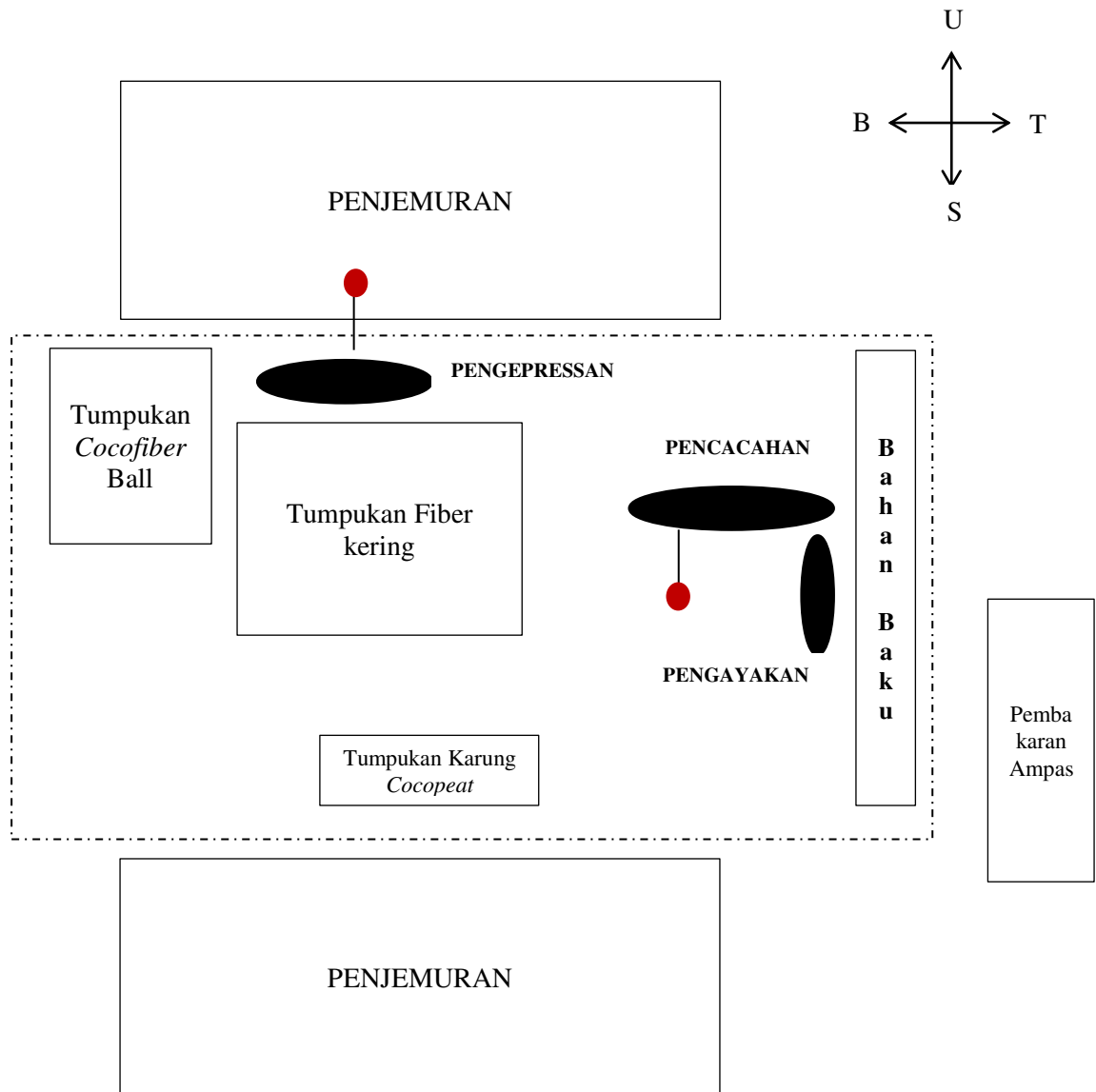
28. Setyaningsih, Y. *Buku Ajar Higiene Lingkungan Industri*. (FKM Undip Press, 2018).
29. Djatmiko, R. D. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. (Deepublish, 2016).
30. Nurlela, L. & Harfika, M. *Buku Ajar Belimbing Wuluh Untuk Meringankan ISPA*. (2019).
31. Sari, M. *et al. Kesehatan Lingkungan Perumahan*. (Yayasan Kita Menulis, 2020).
32. Suhardi, B., Citrawati, A. & Astuti, R. D. *Ergonomi Partisipatori Implementasi Bidang Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. (Deepublish, 2021).
33. Kiswanto, H. *Fisika Lingkungan Memahami Alam dengan Fisika*. (Syiah Kuala University Press, 2021).
34. Prabowo, K. & Muslim, B. *Penyehatan Udara*. (Pusdik SDM Kesehatan, 2018).
35. Gusti, A. & Yurnal, R. A. Environmental Health Risk Assessment of Total Suspended Particulate Exposure To Employee of PT. Semen Padang. 3, 15–20 (2017).
36. Pemerintah Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan*. (2023).
37. Yuniari, A. Pengaruh Teknik dan Waktu Pencampuran Pada Pembuatan Lembaran Cocodust Berkaret untuk Bahan Peredam Suara. 25, 7–14 (2009).
38. Djufry, F. Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Sumber Kalium Organik. *War. Penelit. dan Pengemb. Tanam. Ind.* 23, 1–4 (2017).
39. Mulyawan, M., Setyowati, E. & Widjaja, A. Surfaktan sodium ligno sulfonat (SLS) dari Debu Sabut Kelapa. *J. Tek. ITS* 4, 2301–9271 (2015).
40. Anjana, J. & Setiawati, T. C. Pengaruh Waktu Pengomposan Limbah Debu Sabut Kelapa dengan Kotoran Ayam Terhadap Kualitas Kimia Kompos dan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis*). *J. Ilmu Pertanian, Kehutan. dan Agroteknologi* 23, 38–44 (2022).
41. Achmadi, U. F. *Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah*. (Rajawali Pers, 2012).
42. Direktur Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan. *Pedoman Analisis*

Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). (Direktorat Jenderal PP dan PL Kementerian Kesehatan, 2012).




43. Nurhidayanti, N., Nurjazuli & Joko, T. Hubungan Paparan Debu Dengan Kapasitas Fungsi Paru Pada Masyarakat Berisiko Di Jalan Siliwangi Walisongo Kota Semarang. *J. Kesehat. Masy.* 6, 251–258 (2018).
44. Herdianti, Fitriyanto, T. & Suroso. Paparan Debu Kayu dan Aktivitas Fisik terhadap Dampak Kesehatan Pekerja Meubel. *J. Kesehat. Manarang* 4, 33 (2018).
45. Putri, G. L. Kadar Hidrogen Sulfida dan Keluhan Pernapasan pada Petugas di Pengolahan Sampah Super Depo Sutorejo Surabaya. *J. Kesehat. Lingkung.* 10, 211–219 (2018).
46. Muhith, A., Hannan, M., Mawaddah, N. & Aqnata, C. A. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Masker dengan Gangguan Saluran Pernapasan Pada Pekerja di PT BOKORMAS Kota Mojokerto. *J. Ilmu Kesehat.* 3, 20–33 (2018).
47. Indriyani, D., Darundiati, Y. & Dewanti, N. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Debu Kayu Pada Pekerja Di Industri Mebel Cv. Citra Jepara Kabupaten Semarang. *J. Kesehat. Masy.* 5, 571–580 (2017).
48. Erdinur, E., Muslim, B. & Zicof, E. Risiko Paparan Bahan Pencemar Terhadap Pekerja Pengecatan Mobil Di PT.Steelindo Motor Kota Padang. *J. Sehat Mandiri* 16, 105–114 (2021).
49. Pemerintah Republik Indonesia. *Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan*. (2003).
50. Eko Kurniawan, V. & Sulianto, B. Hubungan Masa Kerja Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Isipa) Pada Pekerja Mebel. *J. Kesehat.* 2, 76–81 (2019).
51. Kurniawidjaja, L. M., Lestari, F., Tejamaya, M. & Ramdhan, D. H. *Konsep Dasar Toksikologi Industri. Fkm Ui* (2021).

LAMPIRAN A

**DENAH TITIK PENGAMBILAN SAMPEL TSP DI INDUSTRI
COCOFIBER DAN COCOPEAT PT. MAKANYA AGRI UTAMA
KABUPATEN PADANG PARIAMAN TAHUN 2023**



Keterangan :

-  : Alat Produksi
-  : Titik pengambilan sampel TSP
-  : Jarak alat dengan titik pengukuran (1-2 m)

LAMPIRAN B

METODE PENGUKURAN TSP

A. Alat Pengukuran Sampel Udara dan Berat Badan Responden

Pengukuran sampel udara ambien pada penelitian ini menggunakan HVAS (*High Volume Air Sampler*), dan untuk pengukuran berat badan responden menggunakan timbangan berat badan.

B. Proses Pengukuran Sampel Udara

Dalam pengambilan sampel udara berdasarkan acuan SNI 7119-3:2017 tentang cara uji partikel tersuspensi total menggunakan peralatan *High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan metode gravimetri.

1. Metode analisis

Metode yang digunakan dalam analisis TSP di udara ini yaitu metode gravimetri.

2. Persiapan filter

- a. Beri identitas (nomor contoh uji) pada filter;
- b. Simpan filter pada ruangan yang sudah dikondisikan dengan temperatur 15 °C sampai dengan 35 °C dan kelembaban relatif ≤ 50 % serta biarkan selama 24 jam;
- c. Timbang lembaran filter dengan timbangan analitik (W_1);

Catatan : Bila digunakan desikator, maka penimbangan filter dilakukan hingga didapatkan berat konstan, yaitu selisih penimbangan akhir dan sebelumnya 4% atau 0,5 mg.

- d. Simpan filter ke dalam wadah penyimpanan filter dengan lembaran

antara (glassine) kemudian bungkus dengan plastik selama transportasi ke lapangan.

3. Pengambilan contoh uji

- a. Tempatkan alat uji di posisi dan lokasi pengukuran menurut metode penentuan lokasi pengambilan contoh uji
- b. Tempatkan filter pada filter holder ;
- c. Hubungkan alat HVAS dengan sumber catu daya. Hidupkan alat pengambil contoh uji selama 24 jam \pm 1 jam, pantau dan catat laju alir udara serta temperatur setiap jam, pastikan laju alir udara berada pada rentang 1,1 m³/menit sampai dengan 1,7 m³/menit.
- d. Catat lokasi, tanggal, waktu, dan tekanan barometer
- e. Matikan alat HVAS, pindahkan filter secara hati-hati, jaga agar tidak ada partikel yang terlepas. Lipat filter dengan posisi contoh uji berada di bagian dalam lipatan. Simpan filter tersebut ke dalam wadah penyimpanan filter dan beri identitas.

4. Penimbangan contoh uji

- a. Simpan filter pada ruangan yang sudah dikondisikan dengan temperatur 15 °C sampai dengan 35 °C dan kelembaban relatif \leq 50 % serta biarkan selama 24 jam;
- b. Timbang filter dan catat massanya (W_2).

Catatan : Bila digunakan desikator, maka penimbangan filter dilakukan hingga didapatkan berat konstan, yaitu selisih penimbangan terakhir dan sebelumnya 4 % atau 0,5 mg.

5. Perhitungan

Konsentrasi TSP dapat dihitung dengan rumus :

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^6}{V_{\text{std}}}$$

Keterangan :

C adalah Konsentrasi massa partikel tersuspensi ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)

W_1 adalah berat filter awal (g)

W_2 adalah berat filter akhir (g)

V_{std} adalah volume contoh uji udara dalam keadaan standar (Nm^3)

10^6 adalah konversi gram (g) ke mikrogram (μg)

SPESIFIKASI ALAT



TFIA Series High Volume Air Samplers

Staplex® Model TFIA series High Volume Air Samplers

- Indoor or outdoor sampling of airborne particulates
- 0-70 cubic feet per minute (cfm) [0-2 cubic meters per minute (cmm)] flow range
- Spot or continuous monitoring
- Portable and lightweight
- Built-in rotometer for instantaneous flow reading
- Includes 4" (10.16 cm) diameter filter holder assembly
- For use in normal, non-explosive atmospheres
- Complete accessories available for use with Total Suspended Particulate (TSP), PM10 and PM2.5 Systems for U.S. EPA compliance
- Made in U.S.A

LAMPIRAN C

KUESIONER

**ANALISIS RISIKO GANGGUAN SALURAN PERNAFASAN PADA
PEKERJA INDUSTRI SABUT KELAPA *COCOFIBER* DAN
COCOPEAT DI PT. MAKANYA AGRITAMA
KABUPATEN PADANG PARIAMAN
TAHUN 2023**

Assalamu'alaikum Wr.Wb,

Perkenalkan saya Afriza Resti, yang merupakan mahasiswa jurusan kesehatan lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Saya sedang melakukan penelitian tentang “Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023”.

Saya melakukan penelitian ini untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Kesehatan. Untuk itu saya sangat mengharapkan bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi formulir kuesioner ini dan bersedia dilakukan pengukuran berat badan. Identitas responden digunakan hanya untuk keperluan penelitian dan akan dijaga kerahasiannya.

Atas Perhatian dan Kerjasama Bapak/Ibu, Saya ucapkan terimakasih.

Padang,2023

Peneliti

Responden

(Afriza Resti)

(.....)

**KUESIONER SUMBER KEGIATAN POTENSIAL PADA INDUSTRI
COCOFIBER DAN COCOPEAT PT.MAKANYA AGRI UTAMA
KABUPATEN PADANG PARIAMAN TAHUN 2023
(pada pengelola industri)**

1. Jenis kegiatan apa yang menimbulkan debu di industri ini?

2. Berapa lama kegiatan produksi di industri ini?

3. Menurut bapak atau ibu apakah ada bahaya fisik yang ditimbulkan dari kegiatan pengolahan sabut kelapa menjadi *cocofiber* dan *cocopeat* ?

4. Perubahan apa yang dilakukan terhadap lokasi untuk mengurangi dampak dari bahaya tersebut?

5. Penanggulangan apa yang dilakukan untuk mengurangi dampak dari kegiatan yang terjadi ?

6. Apakah telah dilakukan pemeriksaan laboratorium dan pemeriksaan lingkungan kerja lainnya ?

KUESIONER PEKERJA INDUSTRI *COCOFIBER* DAN *COCOPEAT*
PT.MAKANYA AGRI UTAMA KABUPATEN PADANG
PARIAMAN TAHUN 2023
(pada pekerja industri)

I. DATA UMUM

1. Nomor responden :
2. Nama responden :
3. Umur responden : Tahun
4. Jenis kelamin : 1) Laki-laki 2) Perempuan
5. Bekerja di bagian :
6. Pendidikan terakhir : 1) Tidak Tamat SD 4) SLTA
2) SD 5) Perguruan Tinggi
3) SLTP

II. DATA ANTROPOMETRI

Berat Badan :kg

III. DATA POLA AKTIVITAS

1. Sudah berapa lama bekerja di PT.Makanya Agri Utama :tahun
2. Berapa jam dalam sehari bekerja :jam
3. Dalam 1 minggu berapa hari libur :hari
4. Dalam 1 bulan berapa hari libur :hari
5. Dalam 1 tahun berapa hari libur :hari

IV. GANGGUAN SALURAN PERNAFASAN

A. BATUK

1. Apakah saat bekerja disini Bapak/Ibu biasanya batuk?
1) Ya 2) Tidak (**Langsung ke point B**)
2. Apakah Bapak/Ibu biasa batuk saat bangun tidur di pagi hari?
1) Ya 2) Tidak
3. Apakah Bapak/Ibu biasa batuk di siang hari atau malam hari?
1) Ya 2) Tidak

4. Apakah Bapak/Ibu batuk seperti ini hampir setiap hari selama tiga bulan dalam setahun ini?

- 1) Ya 2) Tidak

B. DAHAK/REAK

1. Apakah saat bekerja disini Bapak/Ibu biasanya mengeluarkan dahak?

- 1) Ya 2) Tidak (**Langsung ke point C**)

2. Apakah Bapak/Ibu biasa mengeluarkan dahak dari dada saat bangun tidur di pagi hari?

- 1) Ya 2) Tidak

3. Apakah Bapak/Ibu biasa mengeluarkan dahak di siang hari atau malam hari?

- 1) Ya 2) Tidak

4. Apakah Bapak/Ibu mengeluarkan dahak seperti ini hampir setiap hari selama tiga bulan dalam setahun ini?

- 1) Ya 2) Tidak

C. MASA-MASA TIMBULNYA BATUK DAN REAK

1. Dalam 3 tahun terakhir, apakah Bapak/Ibu pernah mengalami batuk dan reak (yang makin berat) selama tiga minggu terakhir atau lebih?

- 1) Ya 2) Tidak (**Langsung ke Point D**)

2. Apakah peristiwa tersebut pernah Bapak/Ibu alami lebih dari satu kali?

- 1) Ya 2) Tidak

D. NAFAS BERBUNYI/MENGI

1. Apakah dada Bapak/Ibu pernah berbunyi mengi atau bengek saat bernafas?

- 1) Ya 2) Tidak (**Langsung ke Point E**)

2. Apakah saat dada berbunyi mengi atau bengek Bapak/Ibu sedang tidak flu atau pilek?
1) Ya 2) Tidak
3. Apakah bunyi mengi atau bengek tersebut terjadi hampir setiap hari (4 hari atau lebih dalam seminggu) ?
1) Ya 2) Tidak (**Langsung ke Point E**)
4. Jika ya, apakah Bapak/Ibu telah mengalami bunyi mengi/bengek lebih/pas satu tahun?
1) Ya 2) Tidak

E. SESAK NAFAS

1. Apakah Bapak/Ibu pernah merasa sesak nafas atau bernafas menjadi lebih sulit?
1) Ya 2) Tidak (**Pertanyaan selesai**)
2. Apakah kejadian tersebut tidak disertai pilek?
1) Ya 2) Tidak
3. Apakah Bapak/Ibu merasa sesak nafas atau sulit bernafas pada saat bekerja disini?
1) Ya 2) Tidak (**Pertanyaan selesai**)
4. Apakah Bapak/Ibu merasa sesak nafas atau sulit bernafas seperti ini hampir setiap hari selama tiga bulan dalam setahun ini?
1) Ya 2) Tidak

V. INFORMASI KESEHATAN

1. Apakah Bapak/Ibu memiliki riwayat penyakit asma?
1) Ya 2) Tidak
2. Apakah Bapak/Ibu memiliki riwayat penyakit radang paru?
1) Ya 2) Tidak
3. Apakah Bapak/Ibu memiliki riwayat penyakit bronkitis?
1) Ya 2) Tidak

4. Apakah Bapak/Ibu memiliki kebiasaan merokok?
1) Ya 2) Tidak
5. Jika ya, berapa batang rokok rata-rata sehari yang Bapak/Ibu hisap?
.....batang
6. Apakah Bapak/Ibu melakukan olahraga rutin setidaknya seminggu sekali?
1) Ya 2) Tidak

LAMPIRAN D

Hasil Perhitungan Berdasarkan Karakteristik Berisiko Pekerja Industri *Cocofiber dan Cocopeat PT. Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023*

A. Analisis Paparan

Analisis paparan yaitu mengukur atau menghitung intake atau asupan dari agen risiko. Hasil karakteristik antropometri dan pola aktivitas dimasukkan kedalam rumus sebagai berikut :

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{wb \times tavg}$$

1. Masa Kerja *Realtime*

- a. Perhitungan Intake Pekerja 1

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 5 \text{ tahun}}{67,85 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{53990,6368 \text{ mg}}{742957,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,072669886 \text{ mg/kg.hari}$$

- b. Perhitungan Intake Pekerja 2

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 4 \text{ tahun}}{75,60 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{43192,50944 \text{ mg}}{827820 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,052176209 \text{ mg/kg.hari}$$

- c. Perhitungan Intake Pekerja 3

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 5 \text{ tahun}}{69,45 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{53990,6368 \text{ mg}}{760477,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,070995706 \text{ mg/kg.hari}$$

d. Perhitungan Intake Pekerja 4

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 5 \text{ tahun}}{50,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{53990,6368 \text{ mg}}{547500 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,098613035 \text{ mg/kg.hari}$$

e. Perhitungan Intake Pekerja 5

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 5 \text{ tahun}}{53,65 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{53990,6368 \text{ mg}}{587467,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,09190404 \text{ mg/kg.hari}$$

f. Perhitungan Intake Pekerja 6

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 5 \text{ tahun}}{60,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{53990,6368 \text{ mg}}{657000 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,082177529 \text{ mg/kg.hari}$$

g. Perhitungan Intake Pekerja 7

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 7 \text{ tahun}}{60,12 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{75586,89152 \text{ mg}}{658314 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,114818903 \text{ mg/kg.hari}$$

h. Perhitungan Intake Pekerja 8

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 7 \text{ tahun}}{63,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{29015,79072 \text{ mg}}{689850 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,042061014 \text{ mg/kg.hari}$$

i. Perhitungan Intake Pekerja 9

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 6 \text{ tahun}}{43,35 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{24870,67776 \text{ mg}}{474682,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,052394343 \text{ mg/kg.hari}$$

j. Perhitungan Intake Pekerja 10

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 7 \text{ tahun}}{70,32 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{29015,79072 \text{ mg}}{770004 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,037682649 \text{ mg/kg.hari}$$

k. Perhitungan Intake Pekerja 11

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 7 \text{ tahun}}{55,11 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{29015,79072 \text{ mg}}{603454,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,048082814 \text{ mg/kg.hari}$$

l. Perhitungan Intake Pekerja 12

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 7 \text{ tahun}}{60,30 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{29015,79072 \text{ mg}}{660285 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,043944343 \text{ mg/kg.hari}$$

m. Perhitungan Intake Pekerja 13

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 7 \text{ tahun}}{55,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{29015,79072 \text{ mg}}{602250 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,04817898 \text{ mg/kg.hari}$$

2. Masa Kerja *Lifetime*

a. Proyeksi 10 tahun

1) Perhitungan Intake Pekerja 1

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{67,85 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{107981,2736 \text{ mg}}{742957,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,145339772 \text{ mg/kg.hari}$$

2) Perhitungan Intake Pekerja 2

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{75,60 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{107981,2736 \text{ mg}}{827820 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,130440523 \text{ mg/kg.hari}$$

3) Perhitungan Intake Pekerja 3

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{69,45 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{107981,2736 \text{ mg}}{760477,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,141991411 \text{ mg/kg.hari}$$

4) Perhitungan Intake Pekerja 4

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{50,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{107981,2736 \text{ mg}}{547500 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,197226071 \text{ mg/kg.hari}$$

5) Perhitungan Intake Pekerja 5

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{53,65 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{107981,2736 \text{ mg}}{587467,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,183808081 \text{ mg/kg.hari}$$

6) Perhitungan Intake Pekerja 6

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{60,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{107981,2736 \text{ mg}}{657000 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,164355059 \text{ mg/kg.hari}$$

7) Perhitungan Intake Pekerja 7

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{60,12 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{107981,2736 \text{ mg}}{658314 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,164027005 \text{ mg/kg.hari}$$

8) Perhitungan Intake Pekerja 8

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{63,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{41451,1296 \text{ mg}}{689850 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,060087163 \text{ mg/kg.hari}$$

9) Perhitungan Intake Pekerja 9

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{43,35 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{41451,1296 \text{ mg}}{474682,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,087323905 \text{ mg/kg.hari}$$

10) Perhitungan Intake Pekerja 10

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{70,32 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{41451,1296 \text{ mg}}{770004 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,053832356 \text{ mg/kg.hari}$$

11) Perhitungan Intake Pekerja 11

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{55,11 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{41451,1296 \text{ mg}}{603454,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,068689735 \text{ mg/kg.hari}$$

12) Perhitungan Intake Pekerja 12

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{60,30 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{41451,1296 \text{ mg}}{660285 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,062777633 \text{ mg/kg.hari}$$

13) Perhitungan Intake Pekerja 13

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 10 \text{ tahun}}{55,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{41451,1296 \text{ mg}}{602250 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,068827114 \text{ mg/kg.hari}$$

b. Proyeksi 20 tahun

1) Perhitungan Intake Pekerja 1

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{67,85 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{215962,5472 \text{ mg}}{742957,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,290679544 \text{ mg/kg.hari}$$

2) Perhitungan Intake Pekerja 2

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{75,60 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{215962,5472 \text{ mg}}{827820 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,260881046 \text{ mg/kg.hari}$$

3) Perhitungan Intake Pekerja 3

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{69,45 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{215962,5472 \text{ mg}}{760477,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,283982823 \text{ mg/kg.hari}$$

4) Perhitungan Intake Pekerja 4

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{50,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{215962,5472 \text{ mg}}{547500 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,394452141 \text{ mg/kg.hari}$$

5) Perhitungan Intake Pekerja 5

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{53,65 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{215962,5472 \text{ mg}}{587467,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,367616161 \text{ mg/kg.hari}$$

6) Perhitungan Intake Pekerja 6

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{60,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{215962,5472 \text{ mg}}{657000 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,328710118 \text{ mg/kg.hari}$$

7) Perhitungan Intake Pekerja 7

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{60,12 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{215962,5472 \text{ mg}}{658314 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,328054009 \text{ mg/kg.hari}$$

8) Perhitungan Intake Pekerja 8

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{63,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{82902,2592 \text{ mg}}{689850 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,120174327 \text{ mg/kg.hari}$$

9) Perhitungan Intake Pekerja 9

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{43,35 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{82902,2592 \text{ mg}}{474682,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,17464781 \text{ mg/kg.hari}$$

10) Perhitungan Intake Pekerja 10

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{70,32 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{82902,2592 \text{ mg}}{770004 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,107664712 \text{ mg/kg.hari}$$

11) Perhitungan Intake Pekerja 11

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{55,11 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{82902,2592 \text{ mg}}{603454,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,13737947 \text{ mg/kg.hari}$$

12) Perhitungan Intake Pekerja 12

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{60,30 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{82902,2592 \text{ mg}}{660285 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,125555267 \text{ mg/kg.hari}$$

13) Perhitungan Intake Pekerja 13

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 20 \text{ tahun}}{55,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{82902,2592 \text{ mg}}{602250 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,137654229 \text{ mg/kg.hari}$$

c. Proyeksi 30 tahun

1) Perhitungan Intake Pekerja 1

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{67,85 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{323943,8208 \text{ mg}}{742957,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,436019316 \text{ mg/kg.hari}$$

2) Perhitungan Intake Pekerja 2

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{75,60 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{323943,8208 \text{ mg}}{827820 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,391321568 \text{ mg/kg.hari}$$

3) Perhitungan Intake Pekerja 3

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{69,45 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{323943,8208 \text{ mg}}{760477,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,425974234 \text{ mg/kg.hari}$$

4) Perhitungan Intake Pekerja 4

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{50,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{323943,8208 \text{ mg}}{547500 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,591678212 \text{ mg/kg.hari}$$

5) Perhitungan Intake Pekerja 5

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{53,65 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{323943,8208 \text{ mg}}{587467,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,551424242 \text{ mg/kg.hari}$$

6) Perhitungan Intake Pekerja 6

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{60,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{323943,8208 \text{ mg}}{657000 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,493065176 \text{ mg/kg.hari}$$

7) Perhitungan Intake Pekerja 7

$$I_{nk} = \frac{5,494 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{60,12 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{323943,8208 \text{ mg}}{658314 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,492081014 \text{ mg/kg.hari}$$

8) Perhitungan Intake Pekerja 8

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{63,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{124353,3888 \text{ mg}}{689850 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,18026149 \text{ mg/kg.hari}$$

9) Perhitungan Intake Pekerja 9

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{43,35 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{124353,3888 \text{ mg}}{474682,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,261971715 \text{ mg/kg.hari}$$

10) Perhitungan Intake Pekerja 10

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{70,32 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{124353,3888 \text{ mg}}{770004 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,161497069 \text{ mg/kg.hari}$$

11) Perhitungan Intake Pekerja 11

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{55,11 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{124353,3888 \text{ mg}}{603454,5 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,206069205 \text{ mg/kg.hari}$$

12) Perhitungan Intake Pekerja 12

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{60,30 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{124353,3888 \text{ mg}}{660285 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,1883329 \text{ mg/kg.hari}$$

13) Perhitungan Intake Pekerja 13

$$I_{nk} = \frac{2,109 \text{ mg/m}^3 \times 0,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 296 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{55,00 \text{ kg} \times 10950 \text{ hari}}$$

$$I_{nk} = \frac{124353,3888 \text{ mg}}{602250 \text{ kg.hari}}$$

$$I_{nk} = 0,206481343 \text{ mg/kg.hari}$$

B. Analisis Dosis-respon

Analisis dosis-respon (*doses-response assesment*) yaitu mencari nilai konsentrasi referensi (RfC) yaitu dimaksud untuk mencari nilai aman pada efek non karsinogenik dari agen risiko. Nilai RfC pada penelitian ini didapat dengan menggunakan rumus *intake* dengan nilai konsentrasi diambil sesuai dengan baku mutu TSP menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 yang menyatakan bahwa konsentrasi *Total Suspended Particulate* (TSP) yang memenuhi syarat adalah tidak melebihi dari $230 \mu\text{g/m}^3$ ($0,23 \text{ mg/m}^3$) dengan nilai *default* $R = 0,83 \text{ m}^3/\text{jam}$, $tE = 8 \text{ jam/hari}$, $fE = 250 \text{ hari/tahun}$, $D_t = 30 \text{ tahun}$ (nilai *default* pajanan non karsinogenik), $W_b = 55 \text{ kg}$ (rata-rata berat badan orang indonesia/asia), $t_{Avg} = 365 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}$. Angka tersebut merupakan standar ketetapan dari WHO, maka dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{RfC TSP} &= \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{W_b \times T_{avg}} \\ &= \frac{0,23 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \text{ jam/hari} \times 250 \text{ hari/tahun} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}} \\ &= 0,0190 \text{ mg/kg.hari} \end{aligned}$$

Maka nilai konsentrasi referensi (RfC) TSP adalah $0,0190 \text{ mg/kg.hari}$.

C. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko dilakukan untuk menentukan risiko suatu agen risiko menimbulkan gangguan atau tidaknya. Nilai risiko dapat dinyatakan dengan RQ (*risk quotient*). Untuk mendapatkan nilai RQ digunakan rumus sebagai berikut :

$$RQ = \frac{I_{nk}}{RfC}$$

1. Masa Kerja *Realtime*

a. Perhitungan RQ Pekerja 1

$$RQ = \frac{0,072669886 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 3,82473084$$

b. Perhitungan RQ Pekerja 2

$$RQ = \frac{0,052176209 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 2,74611627$$

c. Perhitungan RQ Pekerja 3

$$RQ = \frac{0,070995706 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 3,736616091$$

d. Perhitungan RQ Pekerja 4

$$RQ = \frac{0,098613035 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 5,19015975$$

e. Perhitungan RQ Pekerja 5

$$RQ = \frac{0,09190404 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 4,837054753$$

f. Perhitungan RQ Pekerja 6

$$RQ = \frac{0,082177529 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 4,325133125$$

g. Perhitungan RQ Pekerja 7

$$RQ = \frac{0,114818903 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 6,043100175$$

h. Perhitungan RQ Pekerja 8

$$RQ = \frac{0,042061014 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 2,213737595$$

i. Perhitungan RQ Pekerja 9

$$RQ = \frac{0,052394343 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 2,757597004$$

j. Perhitungan RQ Pekerja 10

$$RQ = \frac{0,037682649 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 1,983297334$$

k. Perhitungan RQ Pekerja 11

$$RQ = \frac{0,048082814 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 2,530674442$$

l. Perhitungan RQ Pekerja 12

$$RQ = \frac{0,043944343 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 2,312860174$$

m. Perhitungan RQ Pekerja 13

$$RQ = \frac{0,04817898 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 2,535735791$$

2. Masa Kerja *Lifetime*

a. Proyeksi 10 tahun

1) Perhitungan RQ Pekerja 1

$$RQ = \frac{0,145339772 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 7,64946168$$

2) Perhitungan RQ Pekerja 2

$$RQ = \frac{0,130440523 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 6,865290675$$

3) Perhitungan RQ Pekerja 3

$$RQ = \frac{0,141991411 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 7,473232182$$

4) Perhitungan RQ Pekerja 4

$$RQ = \frac{0,197226071 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 10,3803195$$

5) Perhitungan RQ Pekerja 5

$$RQ = \frac{0,183808081 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 9,674109506$$

6) Perhitungan RQ Pekerja 6

$$RQ = \frac{0,164355059 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 8,65026625$$

7) Perhitungan RQ Pekerja 7

$$RQ = \frac{0,164027005 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 8,63300025$$

8) Perhitungan RQ Pekerja 8

$$RQ = \frac{0,060087163 \text{ mg/kg.hari}}{0,019 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 3,162482279$$

9) Perhitungan RQ Pekerja 9

$$RQ = \frac{0,087323905 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 4,595995007$$

10) Perhitungan RQ Pekerja 10

$$RQ = \frac{0,053832356 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 2,833281905$$

11) Perhitungan RQ Pekerja 11

$$RQ = \frac{0,068689735 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 3,615249203$$

12) Perhitungan RQ Pekerja 12

$$RQ = \frac{0,062777633 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 3,304085963$$

13) Perhitungan RQ Pekerja 13

$$RQ = \frac{0,068827114 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 3,622479701$$

b. Proyeksi 20 tahun

1) Perhitungan RQ Pekerja 1

$$RQ = \frac{0,290679544 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 15,29892336$$

2) Perhitungan RQ Pekerja 2

$$RQ = \frac{0,260881046 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 13,73058135$$

3) Perhitungan RQ Pekerja 3

$$RQ = \frac{0,283982823 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 14,94646436$$

4) Perhitungan RQ Pekerja 4

$$RQ = \frac{0,394452141 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 20,760639$$

5) Perhitungan RQ Pekerja 5

$$RQ = \frac{0,367616161 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 19,34821901$$

6) Perhitungan RQ Pekerja 6

$$RQ = \frac{0,328710118 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 17,3005325$$

7) Perhitungan RQ Pekerja 7

$$RQ = \frac{0,328054009 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 17,2660005$$

8) Perhitungan RQ Pekerja 8

$$RQ = \frac{0,120174327 \text{ mg/kg.hari}}{0,019 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 6,324964558$$

9) Perhitungan RQ Pekerja 9

$$RQ = \frac{0,17464781 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 9,191990014$$

10) Perhitungan RQ Pekerja 10

$$RQ = \frac{0,107664712 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 5,66656381$$

11) Perhitungan RQ Pekerja 11

$$RQ = \frac{0,13737947 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 7,230498405$$

12) Perhitungan RQ Pekerja 12

$$RQ = \frac{0,125555267 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 6,608171926$$

13) Perhitungan RQ Pekerja 13

$$RQ = \frac{0,137654229 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 7,244959402$$

c. Proyeksi 30 tahun

1) Perhitungan RQ Pekerja 1

$$RQ = \frac{0,436019316 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 22,94838504$$

2) Perhitungan RQ Pekerja 2

$$RQ = \frac{0,391321568 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 20,59587202$$

3) Perhitungan RQ Pekerja 3

$$RQ = \frac{0,425974234 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 22,41969654$$

4) Perhitungan RQ Pekerja 4

$$RQ = \frac{0,591678212 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 31,1409585$$

5) Perhitungan RQ Pekerja 5

$$RQ = \frac{0,551424242 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 29,02232852$$

6) Perhitungan RQ Pekerja 6

$$RQ = \frac{0,493065176 \text{ mg/kg.hari}}{0,019 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 25,95079875$$

7) Perhitungan RQ Pekerja 7

$$RQ = \frac{0,492081014 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 25,89900075$$

8) Perhitungan RQ Pekerja 8

$$RQ = \frac{0,18026149 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 9,487446836$$

9) Perhitungan RQ Pekerja 9

$$RQ = \frac{0,261971715 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 13,78798502$$

10) Perhitungan RQ Pekerja 10

$$RQ = \frac{0,161497069 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 8,499845715$$

11) Perhitungan RQ Pekerja 11

$$RQ = \frac{0,206069205 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 10,84574761$$

12) Perhitungan RQ Pekerja 12

$$RQ = \frac{0,1883329 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 9,912257889$$

13) Perhitungan RQ Pekerja 13

$$RQ = \frac{0,206481343 \text{ mg/kg.hari}}{0,0190 \text{ mg/kg.hari}}$$

$$RQ = 10,8674391$$

LAMPIRAN F

ANALISIS MENGGUNAKAN SPSS

1. Umur

Umur Responden

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 33	1	7.7	7.7	7.7
41	1	7.7	7.7	15.4
45	1	7.7	7.7	23.1
48	2	15.4	15.4	38.5
50	1	7.7	7.7	46.2
55	3	23.1	23.1	69.2
65	1	7.7	7.7	76.9
67	1	7.7	7.7	84.6
70	1	7.7	7.7	92.3
75	1	7.7	7.7	100.0
Total	13	100.0	100.0	

2. Berat Badan

Berat Badan Responden

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 43.35	1	7.7	7.7	7.7
50	1	7.7	7.7	15.4
53.65	1	7.7	7.7	23.1
55	1	7.7	7.7	30.8
55.11	1	7.7	7.7	38.5
60	1	7.7	7.7	46.2
60.12	1	7.7	7.7	53.8
60.3	1	7.7	7.7	61.5
63	1	7.7	7.7	69.2
67.85	1	7.7	7.7	76.9
69.45	1	7.7	7.7	84.6
70.32	1	7.7	7.7	92.3
75.6	1	7.7	7.7	100.0
Total	13	100.0	100.0	

3. Durasi Pajanan

lama bekerja (tahun)

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
4	1	7.7	7.7	7.7
5	5	38.5	38.5	46.2
Valid 6	1	7.7	7.7	53.8
7	6	46.2	46.2	100.0
Total	13	100.0	100.0	

4. Karakteristik Pekerja

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Umur Responden	13	33	75	54.38	12.135
Berat Badan Responden	13	43.35	75.60	60.2885	9.01511
lama bekerja (tahun)	13	4	7	5.92	1.115
Berapa jam dalam sehari bekerja (jam)	13	8	8	8.00	.000
Valid N (listwise)	13				

5. Gangguan Saluran Pernafasan

Gangguan Saluran Pernafasan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Tidak ada gangguan	7	53.8	53.8	53.8
Ada gangguan	6	46.2	46.2	100.0
Total	13	100.0	100.0	

LAMPIRAN G

SURAT IZIN PENELITIAN DARI KAMPUS



Nomor : PP.03.01/2094/2023
Lampiran :
Hal : Izin Penelitian

1 April 2023

Yth : Pimpinan PT Makanya Agri Utama
di
Tempat

Sesuai dengan tuntutan Kurikulum Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Padang, Mahasiswa Tingkat Akhir Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan diwajibkan untuk membuat suatu penelitian berupa Skripsi, dimana lokasi penelitian mahasiswa tersebut adalah di instansi yang Bapak/ Ibu pimpin.

Sehubungan dengan hal tersebut kami mohon kesediaan Bapak/ Ibu untuk dapat memberi izin mahasiswa kami untuk melakukan izin penelitian pada bulan April-Mei Tahun 2023. Adapun mahasiswa tersebut adalah :

Nama : Afriza Resti
NIM : 191210609
Judul Penelitian : Analisis Resiko Gangguan Saluran Pernafasan pada Pekerja Cocofiber dan Cocopeat di PT Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

Demikianlah kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama Bapak/ Ibu kami ucapkan terima kasih.

Direktur Politeknik Kesehatan
Kementerian Kesehatan Padang,



RENIDAYATI, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa
NIP. 197205281995032001

Dokumen ini telah diandatangani secara elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE), BSSN

LAMPIRAN H

SURAT IZIN PENELITIAN DARI PT. MAKANYA AGRI UTAMA

SURAT PERNYATAAN IZIN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, pemilik PT. Makanya Agri Utama di Jalan Kampung Cubadak, Nagari Koto Baru, Kecamatan Padang Sago, Kabupaten Padang Pariaman, menyatakan :

Nama : Afriza Resti
NIM : 191210609
Jurusan : Kesehatan Lingkungan
Program Studi : Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Maksud Kegiatan : Penyelesaian Skripsi

Bahwa nama yang tersebut di atas telah diizinkan melaksanakan penelitian di PT. Makanya Agri Utama pada tanggal 08 Mei 2023 s/d selesai dalam rangka membuat suatu penelitian berupa skripsi yang berjudul :

"Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja Cocofiber dan Cocopeat di PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023".

Dalam rangka penyelesaian tugas akhir perkuliahan kurikulum jurusan kesehatan lingkungan di Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Padang.

Demikian surat ini kami buat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya, terimakasih.

Dikeluarkan di : Padang Pariaman,

Pada Tanggal : 5 Mei 2023

Pemilik PT. Makanya Agri Utama



LAMPIRAN I

HASIL PENGUKURAN DARI UPTD KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA



DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI SUMATERA BARAT
UPTD. KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

Jl. Khatib Sulaiman No. 25 Padang Telp. (0751) 7054931

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nomor : 73. A/UPTD. K3/V/2023

I. DATA UMUM

Nama Pelanggan : PT. Makarya Agri Utama
 Lokasi Sampel : Jl. Kandang Cubadak Nagari Koto Baru Kec. Padang Sago Padang Pariaman
 Tanggal Sampel : 8 Mei 2023
 Parameter Pengujian : Debu Total (TSP)
 Nomor SK/MSK Persepsi K3 : 821.12/1121/0/KD-2018
 Parameter Uji : Debu Total Lingkungan
 Alat Ukur : Pompa HVAS
 Metode Analisis : SNI

II. HASIL ANALISA PENGUJIAN DEBU TOTAL LINGKUNGAN

No	Lokasi Pengukuran	Waktu Pengukuran	Satuan	Hasil	Nilai Ambang Batas (NAB)**	Spesifikasi Metode
1	Titik 1	Pagi	mg/m ³	5,167	5,0	Gravimetri
	Area Pencacahan dan	Siang	mg/m ³	5,986		
	Pengayakan	Sore	mg/m ³	5,329		
Data Metrologi						
	Suhu	Pagi	°C	30,3		IKM- Direct Reading
		Siang	°C	31,3		
		Sore	°C	30,8		
	Kelentaban	Pagi	%	67,5	40 - 80 **	IKM- Direct Reading
		Siang	%	65,7	40 - 80 **	
		Sore	%	66,5	40 - 80 **	
	Kecepatan Angin	Pagi	m/s	2,48		IKM- Direct Reading
		Siang	m/s	2,71		
		Sore	m/s	2,50		

Kode Sampel :

73 A Area Pencacahan dan pengayakan

S = 99° 50' 48,4" E = 102° 21' 40,6"

Ket : * Peraturan Trans No 05 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja

** Level standar Hygrometer

Pagi : Pukul 09.00 - 10.00, Siang : Pukul 13.00 - 14.00, Sore : Pukul 16.00 - 17.00

III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa kualitas udara parameter debu TSP di titik 1 tidak melebihi nilai baku mutu



Padang, 10 Mei 2023
Kepala Seksi Pelayanan Teknis

Farida, SSI, MSi
NIP. 1976024 200312 2 004



DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI SUMATERA BARAT
UPTD. KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

Jl. Khalid Sulaiman No. 25 Padang Telp. (0751) 7054931

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nomor : 71. B/LPTD. K3/V/2023

I. DATA UMUM

Nama Pelanggan : PT. Makarya Agri Utama
Lokasi Sampling : Jl. Kampung Cobadak Nagari Keto Baru Kec. Padang Sajo Padang Pariaman
Tanggal Sampling : 9 Mei 2023
Parameter Pengujian : Debu Total (TSP)
Nomor SKP/SK Penguji K3 : 821.22/1127/BKID-2018
Parameter Uji : Debu Total Lingkungan
Alat Ukur : Purga HVAS
Metode Analisis : SNI

II. HASIL ANALISA PENGUJIAN DEBU TOTAL LINGKUNGAN

No	Lokasi Pengukuran	Waktu Pengukuran	Setuan	Hasil	Nilai Ambang Batas (NAB)*	Spesifikasi Metode
1	Titik 2 Area Penjemuran - Press	Pagi	mg/m ³	1,728	5,0	Gravimetri
		Siang	mg/m ³	2,414		
		Sore	mg/m ³	2,185		
Data Metrologi						
Suhu		Pagi	°C	29,8		IKM- Direct Reading
		Siang	°C	30,6		
		Sore	°C	29,7		
Kelembaban		Pagi	%	70,3	40 - 80 **	IKM- Direct Reading
		Siang	%	67,2		
		Sore	%	68,9		
Kecepatan Angin		Pagi	m/s	2,21		IKM- Direct Reading
		Siang	m/s	2,52		
		Sore	m/s	2,18		

Kode Sampel :

73 A Area Penjemuran dan Press

S = 00° 50' 16,7" E = 100° 21' 34,0"

Ket : * Permisian Trans No 01 Tahun 2018 Tentang Kesehatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja

** Level standart Hygrometer

Pagi : Pukul 09.00 - 10.00, Siang : Pukul 13.00 - 14.00, Sore : Pukul 16.00 - 17.00

III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa kualitas udara parameter debu TSP di titik 2 memiliki nilai baku mutu



Padang, 10 Mei 2023

Kepala Seksi Pelayanan Teknis

Farda, SSi, MSi
NIP. 19761024 200312 2 004

LAMPIRAN J

SURAT TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

SURAT PERNYATAAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, pemilik PT. Makanya Agri Utama di Jalan Kampung Cubadak, Nagari Koto Baru, Kecamatan Padang Sago, Kabupaten Padang Pariaman, menyatakan :

Nama : Afriza Resti
NIM : 191210609
Jurusan : Kesehatan Lingkungan
Program Studi : Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Maksud Kegiatan : Penyelesaian Skripsi

Bahwa nama yang tersebut di atas telah melaksanakan penelitian di PT. Makanya Agri Utama pada tanggal 08 Mei 2023 s/d 09 Mei 2023 dalam rangka membuat suatu penelitian berupa skripsi yang berjudul :

"Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja Cocofiber dan Cocopeat di PT.Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023".

Dalam rangka penyelesaian tugas akhir perkuliahan kurikulum jurusan kesehatan lingkungan di Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Padang.

Demikian surat ini kami buat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya, terimakasih.

Dikeluarkan di : Padang Pariaman,

Pada Tanggal : 13 Mei 2023

Pemilik PT. Makanya Agri Utama



Aditya Ramadhani Putra

LAMPIRAN K

DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN



Tempat produksi *cocofiber* dan *cocopeat*



Persiapan sampling titik 1



Pengambilan sampel di titik 1



Persiapan sampling titik 2



Pengambilan sampel di titik 2



Penimbangan berat badan pekerja



Penimbangan berat badan pekerja



Penimbangan berat badan pekerja



Wawancara dengan pekerja



Wawancara dengan pekerja



Wawancara dengan pekerja



Hasil cocofiber



Hasil cocopeat

LAMPIRAN L

LEMBAR KONSULTASI



POLITEKNIK KEMENTERIAN KESEHATAN
 JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
 Jl. Simpang Pondok Kopi Siteba Nanggalo – Padang

LEMBARAN

KONSULTASI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Afriza Resti
 NIM : 191210609
 Nama Pembimbing Utama : Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si
 Program Studi : Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
 Judul Skripsi : Analisis Risiko Gangguan Saluran Pemufasan Pada Pekerja Industri Sabut Kelapa Cocomfiber dan Cocopeat di PT Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

No	Hari/ Tanggal	Topik/Materi Konsultasi	Hasil Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1.	Jumat / 19 Mei 2023	Konsultasi Bab 1	Perbaikan soal penelitian (formulasi ulang dan SO Prinsip 4, 20, 30, 40 dan 50)	
2.	Jumat / 26 Mei 2023	Konsultasi Bab 1	Perbaikan soal penelitian (urutan prosedur pengisian data hasil penelitian)	
3.	Jumat / 30 Mei 2023	Konsultasi Bab 1, 2, 10	Perbaikan tujuan, definisi operasional, cara dan pemrosesan	
4.	Rabu / 31 Mei 2023	Konsultasi Bab 1, 2, 10	Perbaikan tanda, definisi operasional, cara dan pemrosesan	
5.	Jum / 5 Jun 2023	Konsultasi Bab 1	Perbaikan hasil hasil penelitian dan pemrosesan	
6.	Rabu / 7 Jun 2023	Konsultasi Bab 1	Perbaikan pengisian tabel hasil penelitian dan pemrosesan	
7.	Jumat / 12 Jun 2023	Konsultasi Bab 1, 2, 10 dan 11	Perbaikan pemrosesan, pengisian data dan tabel	
8.	Rabu / 14 Jun 2023	ACC Lembar	ACC Lembar	

Padang, Juni 2023

Di Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan

Aidil Onasis, SKM, M.Kes

NIP. 19721106 199503 1 001



POLITEKNIK KEMENTERIAN KESEHATAN
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
Jl. Simpang Pondok Kopi Siteba Nanggalo – Padang

LEMBARAN

KONSULTASI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Afriza Resti
NIM : 191210609
Nama Pembimbing Pendamping : Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes
Program Studi : Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan
Judul Skripsi : Analisis Risiko Gangguan Saluran Pernafasan Pada Pekerja Industri Sabut Kelapa *Cocofiber* dan *Cocopeat* di PT Makanya Agri Utama Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2023

No	Hari/Tanggal	Topik/Materi Konsultasi	Hasil Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1.	Senin / 22 Mei 2023	Konsultasi Bab I	Revisi dan penulisan halai pendahuluan	
2.	Jumat / 26 Mei 2023	Konsultasi Bab II	Revisi dan penulisan tabel serta paragraf	
3.	Rabu / 31 Mei 2023	Konsultasi Bab III	Revisi dan penulisan halai dan paragraf	
4.	Senin / 5 Juni 2023	Konsultasi Bab IV	Revisi dan penulisan paragraf	
5.	Jumat / 9 Juni 2023	Konsultasi Bab V	Revisi dan penulisan kesimpulan dan saran	
6.	Senin / 12 Juni 2023	Konsultasi Bab VI	Revisi dan penulisan Bab VI	
7.	Rabu / 14 Juni 2023	Konsultasi Lampiran	Revisi dan penulisan lampiran	
8.	Kamis / 15 Juni 2023	ACC Seminar	ACC Seminar	

Padang, Juni 2023
Ka Prodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan

Aidil Onang, SKM, M.Kes
NIP. 19721106 199303 1 001