

**HUBUNGAN PAPARAN DEBU SABUT KELAPA TERHADAP
KAPASITAS FUNGSI PARU PEKERJA DI SEBUAH PABRIK
PENGOLAHAN SABUT KELAPA DI KECAMATAN NATAR
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN**

(Skripsi)

Oleh

Putri Febi Mersiana

2218011018



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**HUBUNGAN PAPARAN DEBU SABUT KELAPA TERHADAP
KAPASITAS FUNGSI PARU PEKERJA DI SEBUAH PABRIK
PENGOLAHAN SABUT KELAPA DI KECAMATAN NATAR
KABUPATEN LAMPUNG SELATAN**

Oleh

**Putri Febi Mersiana
2218011018**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Jurusan Kedokteran
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**Judul Skripsi : HUBUNGAN PAPARAN DEBU SABUT
KELAPA TERHADAP KAPASITAS
FUNGSI PARU PEKERJA DI SEBUAH
PABRIK PENGOLAHAN SABUT KELAPA
DI KECAMATAN NATAR KABUPATEN
LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa : Putri Febi Mersiana

No. Pokok Mahasiswa : 2218011018

Program Studi : Pendidikan Dokter

Fakultas : Kedokteran



1. Komisi Pembimbing

dr. Winda Trijayanthi Utama, S.H., MKK
NIP 198701082014042002

Ayu Tiara Fitri, S.Si., M. Biomed
NIP 199810162024062001

2. Dekan Fakultas Kedokteran



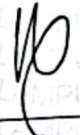
Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc
NIP 19760120 200312 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: dr. Winda Trijayanthi Utama, S.H., MKK



Sekretaris

: Ayu Tiara Fitri, S.Si., M. Biomed



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Si. dr.Syazili Mustofa, S.Ked, M.Biomed

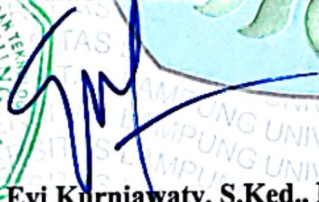


2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.

NIP 19760120 200312 2 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 29 Desember 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putri Febi Mersiana

NPM : 2218011018

Program Studi : Pendidikan Dokter

Judul Skripsi : HUBUNGAN PAPARAN DEBU SABUT KELAPA TERHADAP KAPASITAS FUNGSI PARU PEKERJA DI SEBUAH PABRIK PENGOLAHAN SABUT KELAPA DI KECAMATAN NATAR KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Skripsi ini merupakan **HASIL KARYA SAYA SENDIRI**. Apabila di kemudian hari terbukti adanya plagiarisme dan kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia diberi sanksi.

Bandar Lampung, 12 November 2025

Mahasiswa,



Putri Febi Mersiana

NPM. 2218011018

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 5 Febuari 2004. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, yaitu dari Bapak Samsul Bahri dan Ibu Ulfa Noholo.

Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Mekar Wangi Tanjung Senang dan lulus pada tahun 2010, Sekolah Dasar (SD) di SDN 1 Perumnas Way Halim dan lulus pada tahun 2016, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 2 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2019, serta Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 15 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2022.

Penulis menjadi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN sejak tahun 2022. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Kedokteran Universitas Lampung sebagai staff Ahli muda pada tahun 2023, staff Badan Ahli tahun 2024, dan staff khusus Badan Ahli pada tahun 2025.

وَاللَّهُ خَيْرُ الْمَاكِرِينَ

“And Allah is the best of planners”

QS. Ali Imran: 54

***“Sebutlah namaNya, tetap di jalanNya,
kelak kau mengingat, kau akan teringat”
(33x-Perunggu)***

SANWACANA

Alhamdulillahirrabilalamin puji syukur senantiasa Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Hubungan Paparan Debu Sabut Kelapa terhadap Kapasitas Fungsi Paru Pekerja di Sebuah Pabrik pengolahan sabut kelapa di Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan” disusun sebagai pemenuh syarat guna mencapai gelar sarjana di Fakultas Kedokteran di Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, masukan, bantuan, kritik, dan saran dari berbagai pihak. Dengan ini penulis ingin menyampaikan ucapan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. Dr. dr. Indri Windarti, S.Ked., Sp.PA., selaku Ketua Jurusan Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
4. dr. Intanri Kurniati, S.Ked., Sp.PK., selaku Kepala Program Studi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
5. dr. Winda Trijayanthi Utama, S.H., MKK, selaku Pembimbing Pertama sekaligus orang tua kedua penulis yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, memberikan kritik dan saran yang konstruktif selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala dukungan dan nasihat yang tidak pernah putus diberikan selama proses penyusunan skripsi, penulis sangat menghargai ilmu yang telah diberikan;
6. Ayu Tiara Fitri, S.Si., M. Biomed, selaku Pembimbing Kedua, yang bersedia meluangkan waktu dan tenaga, serta dengan sabar memberikan bimbingan,

dukungan, kritik, saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini. Terima kasih atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis;

7. Dr. Si. dr. Syazili Mustofa, S.Ked, M.Biomed, selaku Pembahas, yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan masukan, kritik, saran, dan pembahasan yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak akan pernah saya lupakan. Terima kasih atas arahan dan nasihat yang tidak pernah putus diberikan selama proses penyusunan skripsi ini;
8. Linda Septiani, S.Si., M.Sc., selaku Pembimbing Akademik, yang dengan penuh perhatian dan ketulusan telah meluangkan waktu, pikiran, serta tenaga untuk membimbing dan memberikan arahan selama penulis menempuh studi di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
9. Segenap jajaran dosen dan civitas Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, yang telah mendidik dan membantu penulis selama perkuliahan;
10. Terima kasih kepada pihak pabrik, yang telah memberikan izin dan bersedia meluangkan waktunya untuk membantu penulis dalam proses penelitian skripsi ini;
11. Kedua orangtua penulis, Papa dan Mama tercinta. Terimakasih sudah menjadi rumah terbaik yang senantiasa melimpahkan kasih sayang, doa, restu dan dukungan kepada penulis dari kecil hingga sekarang. Semoga segala perjuangan papa dan mama senantiasa mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT;
12. Kakak Arif dan Adek Meli yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan, dan pertolongan di saat keadaan susah. Terimakasih banyak karena menjadikan penulis sebagai saudara yang disayangi;
13. Segenap keluarga besar Tilameo dan Noholo yang telah memberikan semangat serta dukungan bagi penulis untuk mengejar cita-cita dokter sejak kecil;

14. Sahabat sekaligus keluarga “PUBLIC”: Tara, Ipeh, Nisyi, Piska, Sapiw, Rara, Zikri, Zora, Hakim, dan Daffa. Terimakasih telah mendukung, kebersamai dan menjadi bagian hidup penulis selama 7 tahun ini. Terimakasih atas segala senang, sedih, suka, duka dan segala hal yang telah dilalui bersama;
15. Sahabat “Ciwsol”: Rasya, Bulan, Nisa, Lala, dan Denisa. Sahabat terkasih yang telah kebersamai penulis sejak awal perkuliahan. Terimakasih sudah menjadi *supporter* terdepan dalam setiap langkah, menjadi tempat berbagi cerita, tawa, dan semangat di kala lelah. Semoga kita bisa menggapai impian kita dan sukses bersama;
16. Terima kasih kepada Bulan dan Bima, teman teman Mahligai-ku, yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan telah membantu dan mendukung penulis melakukan penelitian di lokasi yang sama. Terima kasih atas kerja sama, serta dukungan dan bantuan yang diberikan selama proses penelitian;
17. Teman-teman “Warmae” dan “Yok Bismillah Yok”: Nisyi, Hapis, Ridra, Indi, dan Fauzan. Terimakasih sudah menjadi tempat berbagi keluh kesah, cerita dan canda tawa serta selalu mendukung penulis selama ini;
18. Keluarga “ANT18ODI”: Adin Afsar, Ahnaf, Tyo, Indri, Rifa, Seza, Capuy, Hani, Sofi, Naomi, dan Ais. Terimakasih telah menjadi keluarga FK penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis, sedari awal dibentuk hingga sekarang;
19. Teman-teman “Minion Fam”, terimakasih telah mendukung dan menemani jalannya penelitian skripsi penulis.
20. Teman-teman “Asbun”: Dilla, Ikhsan, dan Daffa. Terimakasih sudah menjadi tempat berbagi keluh kesah, cerita dan canda tawa serta selalu mendukung penulis selama ini;
21. Teman sejawat angkatan 2022 (Troponin-Tropomiosin), terima kasih untuk segala memori indahnyanya selama 7 semester ini.
22. Terima kasih kepada segala pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih juga kepada diri saya sendiri yang selalu memilih berusaha dengan jujur dan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi kebermanfaatan bagi para pembacanya.

Bandar Lampung, 12 November 2025

Penulis

Putri Febi Mersiana

ABSTRACT

THE CORRELATION BETWEEN COCONUT COIR DUST EXPOSURE AND LUNG FUNCTION CAPACITY AMONG WORKERS IN A COCONUT FIBER PROCESSING FACTORY IN NATAR DISTRICT SOUTH LAMPUNG REGENCY

by

Putri Febi Mersiana

Background: Exposure to dust in industrial work environments has the potential to cause respiratory system disorders, particularly a decrease in lung function capacity. Workers in the coconut fiber processing industry are at high risk of exposure to organic dust generated from the processes of cutting, sieving, and drying raw materials. Continuous exposure without the use of personal protective equipment can gradually lead to pulmonary impairment.

Methods: This study was an observational analytic study with a cross-sectional design. The sample consisted of coconut fiber processing industry workers who met the inclusion criteria. Dust concentration was measured using an Air Quality Monitor with the laser scattering method for the PM₁₀ parameter, while lung function capacity was measured using a spirometer with FVC and FEV₁ parameters. Data were analyzed using the chi-square correlation test to determine the correlation between dust concentration and lung function capacity.

Results: The results showed that a portion of the workers were exposed to dust exceeding the threshold value and 30 out of 70 workers had abnormal lung function capacity. The correlation test results indicated a significant correlation between airborne dust concentration and lung function capacity ($p < 0.000$), meaning that the higher the dust concentration, the lower the workers' lung function values.

Conclusion: There is a significant correlation between long-term dust exposure and lung function capacity among workers in the coconut fiber processing industry. It is recommended that the company implement dust control measures, conduct regular health examinations, and enforce the use of respiratory protective equipment to prevent lung function decline.

Keywords: Coconut coir, Dust, Lung function capacity, PM10, Workers.

ABSTRAK

HUBUNGAN PAPARAN DEBU SABUT KELAPA TERHADAP KAPASITAS FUNGSI PARU PEKERJA DI SEBUAH PABRIK PENGOLAHAN SABUT KELAPA DI KECAMATAN NATAR KABUPATEN LAMPUNG SELATAN Oleh

Putri Febi Mersiana

Latar Belakang: Paparan debu di lingkungan kerja industri berpotensi menyebabkan gangguan sistem pernapasan, terutama penurunan kapasitas fungsi paru. Pekerja pada industri pengolahan serabut kelapa memiliki risiko tinggi terpapar debu organik yang dihasilkan dari proses pemotongan, pengayakan, dan pengeringan bahan baku. Paparan yang berlangsung terus-menerus tanpa penggunaan alat pelindung diri dapat menimbulkan gangguan paru secara bertahap.

Metode: Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan desain *cross-sectional*. Sampel terdiri dari pekerja industri pengolahan serabut kelapa yang memenuhi kriteria inklusi. Pengukuran kadar debu dilakukan menggunakan Air Quality Monitor dengan metode *laser scattering* untuk parameter PM_{10} , sedangkan kapasitas fungsi paru diukur menggunakan spirometer dengan parameter FVC dan FEV_1 . Analisis data dilakukan menggunakan uji korelasi chi square untuk mengetahui hubungan antara kadar debu dengan kapasitas fungsi paru.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian pekerja terpapar debu melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) dan sebanyak 30 dari 70 pekerja memiliki kapasitas fungsi paru yang tidak normal. Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara kadar debu udara dengan kapasitas fungsi paru ($p < 0,000$), yang berarti semakin tinggi kadar debu, semakin rendah nilai fungsi paru pekerja.

Kesimpulan: Terdapat hubungan yang bermakna antara paparan debu jangka panjang dan kapasitas fungsi paru pekerja di industri pengolahan serabut kelapa. Disarankan perusahaan melakukan pengendalian debu, pemeriksaan kesehatan berkala, serta mewajibkan penggunaan alat pelindung pernapasan untuk mencegah penurunan fungsi paru.

Kata Kunci: Debu, Kapasitas fungsi paru, Pekerja, PM_{10} , Sabut kelapa

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti	4
1.4.2 Manfaat Bagi Perusahaan	5
1.4.3 Manfaat Bagi Pekerja.....	5
1.4.4 Manfaat Bagi Institusi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Debu di Lingkungan kerja	6
2.1.1 Definisi Debu	6
2.1.2 Sifat Debu	6
2.1.3 Klasifikasi Debu	7
2.1.4 Pengaruh Ukuran Partikel Debu Terhadap gangguan Sistem Pernafasan	8
2.1.5 Nilai Ambang Batas Debu (NAB) di tempat kerja	8
2.1.6 Mekanisme masuknya debu ke dalam paru	9
2.2 Debu Sabut Kelapa	10
2.2.1 Pengertian Debu Sabut Kelapa	10
2.2.2 Pengertian <i>Cocofiber</i> dan <i>Cocopeat</i>	10
2.2.3 Komposisi Debu Sabut Kelapa	12
2.2.4 Ukuran Partikel Debu Sabut Kelapa.....	12
2.2.5 Efek Debu Organik Terhadap Pernafasan	12
2.3 Sistem Pernafasan	13

2.3.1 Anatomi Sistem Pernafasan	13
2.3.2 Fisiologi Sistem Pernafasan	15
2.3.3 Volume Paru	16
2.3.4 Kapasitas Paru.....	17
2.3.5 Gangguan Fungsi Paru	17
2.3.6 Pemeriksaan Gangguan Fungsi Paru	18
2.4 Faktor Karakteristik Individu	19
2.4.1 Usia	19
2.4.2 Jenis Kelamin.....	20
2.4.3 Masa Kerja.....	20
2.4.4 Kebiasaan Merokok	20
2.4.5 Penggunaan APD	21
2.4.6 Riwayat Penyakit Paru	21
2.5 Pneumokoniosis	22
2.5.1 Definisi pneumokoniosis	22
2.5.2 Klasifikasi pneumokoniosis	22
2.6 Profil pabrik pengolahan sabut kelapa di Natar Lampung.....	24
2.7 Kerangka Teori	25
2.8 Kerangka Konsep.....	26
2.9 Hipotesis Penelitian	26

BAB III METODE PENELITIAN 27

3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	27
3.3.1 Populasi Penelitian.....	27
3.3.2 Sampel Penelitian	28
3.4 Identifikasi Variabel Penelitian.....	28
3.4.1 Variabel Bebas (<i>independent variable</i>)	28
3.4.2 Variabel Terikat (<i>dependent variable</i>).....	28
3.4.3 Variabel Pengganggu (<i>confounding variable</i>).....	28
3.5 Kriteria Sampel	28
3.5.1 Kriteria Inklusi	28
3.5.2 Kriteria Eksklusi	29
3.6 Definisi Operasional	29
3.7 Instrumen, dan Bahan Penelitian	30
3.7.1 Instrumen Penelitian	30
3.7.2 Bahan Penelitian	32
3.8 Prosedur dan Alur Penelitian	32
3.8.1 Prosedur Penelitian	32
3.8.2 Alur Penelitian	33
3.9 Manajemen Data	34
3.9.1 Sumber Data	34
3.9.2 Analisis Data.....	34
3.10 Etika Penelitian	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	36
4.2 Hasil Univariat	37
4.2.1 Distribusi Frekuensi Menurut Karakteristik Responden	38
4.2.2 Distribusi Frekuensi Responden Menurut Paparan Debu.....	39
4.2.3 Distribusi Frekuensi Responden Menurut Kapasitas Paru	39
4.3 Hasil Bivariat	40
4.4 Pembahasan.....	41
4.4.1 Usia	41
4.4.2 Masa Kerja.....	41
4.4.3 Jenis Kelamin.....	42
4.4.4 Kebiasaan Merokok	43
4.4.5 Penggunaan APD.....	44
4.4.6 Riwayat Penyakit Paru.....	45
4.4.7 Paparan Debu PM.10	46
4.4.8 Paparan Debu Organik dan Hubungannya dengan Kapasitas Fungsi Paru.....	46
4.5 Keterbatasan Penelitian.....	50
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan	51
5.2 Saran	51
5.2.1 Bagi perusahaan	51
5.2.2 Bagi pekerja	52
5.2.3 Bagi peneliti selanjutnya.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Pola gangguan fungsi paru berdasarkan nilai FEV_1/FVC	18
2.2 Tingkat Keparahan Kelainan Spirometri Berdasarkan Nilai FEV_1 (<i>Forced Expiratory Volume in One Second</i>).....	19
4. 1 Distribusi Frekuensi Menurut Karakteristik Responden.....	38
4. 2 Hasil Pengukuran Debu PM.10 di Pabrik Sabut Kelapa Natar Lampung.....	39
4. 3 Distribusi Frekuensi Responden Menurut Paparan Debu	39
4. 4 Distribusi Frekuensi Responden Menurut Kapasitas Paru.....	39
4. 5 Analisis Hubungan Paparan debu terhadap Kapasitas Fungsi Paru.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Cocofiber</i>	11
2.2 <i>Cocopeat</i>	11
2.3 Sistem Pernafasan	13
2.4 Pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung.....	24
2.5 Kerangka Teori.....	25
2.6 Kerangka Konsep.....	26
3.1 <i>Air Quality Monitor</i>	30
3.2 <i>Spirometer Contec SP10</i>	31
3.3 Alur Penelitian	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Etik Penelitian.....	59
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian.....	60
Lampiran 3. Lembar Persetujuan <i>Informed Consent</i>	61
Lampiran 4. Analisis SPSS	63
Lampiran 5. Data pengukuran debu	65
Lampiran 6. Tabulasi Data.....	66
Lampiran 7. Dokumentasi.....	68

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur adalah sektor yang berhubungan dengan proses pengolahan bahan baku menjadi produk setengah jadi atau barang jadi, serta meningkatkan nilai suatu produk yang bernilai rendah menjadi lebih tinggi. Lingkungan kerja di industri, khususnya pada sektor manufaktur dan pengolahan bahan alam, memiliki berbagai *hazards potential* yang dapat mempengaruhi kesehatan dan keselamatan tenaga kerja. *Hazards potential* yang bersumber dari pekerjaan dan/atau lingkungan kerja ini dapat berisiko menyebabkan Kecelakaan Kerja (KK) dan Penyakit Akibat Kerja (PAK). Menurut data statistik kasus KK dan PAK ketenagakerjaan di Indonesia berdasarkan sektor usaha periode tahun 2019-2021, industri merupakan sektor usaha dengan nilai kasus tertinggi yaitu mencapai angka 22,3% atau sekitar 148.617 kasus (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2022; BPS Statistik Indonesia, 2024).

Hazards potential penyebab PAK mencakup beberapa faktor, yaitu faktor ergonomi, biologi, fisika dan kimia. Salah satu jenis *hazard* yang umum dijumpai adalah bahaya kimia, seperti paparan debu. Debu merupakan suatu jenis aerosol padat yang terbentuk akibat proses mekanis seperti pemisahan, penggilingan, pengasahan, penekanan atau peledakan, pemotongan, dan penghancuran material (Lestari *et al.*, 2023).

Debu dapat menyebabkan gangguan kenyamanan kerja, bila terinhalasi secara terus menerus, debu dapat mengganggu sistem pernafasan dan kerja fungsi paru. Frekuensi lama pekerja berada di lingkungan berdebu dapat

mempengaruhi penurunan fungsi paru secara bertahap. Meningkatnya jumlah debu di lingkungan akan memperbesar risiko terjadinya gangguan pada paru-paru. Partikel debu yang masuk ke dalam saluran pernapasan dapat terakumulasi di paru-paru, sehingga menurunkan fungsi paru dan meningkatkan kerentanan seseorang terhadap gangguan pernapasan (Helmy, 2019; Lestari *et al.*, 2023).

Urgensi pengendalian debu di lingkungan kerja telah diatur secara tegas dalam Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Dalam Pasal 3, disebutkan bahwa “Setiap tempat kerja wajib memenuhi syarat-syarat keselamatan kerja, termasuk mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, gas, dan hembusan udara”. Hal ini memperkuat bahwa pengelolaan kualitas udara di lingkungan kerja, termasuk pengendalian paparan debu, merupakan tanggung jawab yang diamanatkan secara hukum (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2022).

Berdasarkan profil keselamatan dan kesehatan kerja nasional Indonesia tahun 2022, tercatat sejumlah data kecelakaan kerja yang disebabkan oleh proses penghisapan atau penyerapan bahan berbahaya ke dalam tubuh, baik melalui saluran pernapasan maupun kulit. Jumlah data kasus di Indonesia yang tercatat mencapai 290 kasus pada tahun 2019, menurun menjadi 218 kasus pada tahun 2020, dan menjadi 202 kasus pada tahun 2021 (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2022).

Menurut data Kementerian Pertanian Indonesia tahun 2022, Indonesia menempati posisi teratas sebagai produsen kelapa terbesar di dunia, dengan rata-rata angka produksi mencapai 17,12 juta ton kelapa butir, yang menyumbang sekitar 28,33% dari total produksi kelapa dunia. Lampung merupakan salah satu daerah penghasil dan pengeksport produk kelapa di Indonesia, dengan berbagai produk olahan kelapa yang dieksport ke berbagai negara. Sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa di Natar Lampung

merupakan salah satu pabrik pengolahan kelapa di Lampung, pabrik ini memproduksi berbagai produk dari kelapa seperti *coco fiber* dan *coco peat*. Selama proses produksi, aktivitas seperti pencacahan, pengayakan, penjemuran dan pengepressan berpotensi menghasilkan debu sabut kelapa (Kementerian Pertanian, 2022; Data primer, 2025; Murtius, 2024).

Berdasarkan penelitian tentang bahaya potensial bagi pekerja di Industri sabut kelapa yang dilakukan oleh Sahu *et al* (2019), sabut kelapa merupakan bagian luar kelapa yang terdiri dari serabut kasar dan serbuk halus. Produk turunan dari sabut kelapa seperti *cocopeat* dan *cocofiber* dalam proses produksinya menghasilkan partikel debu halus yang dapat terhirup dan berisiko pada masalah pernafasan (Mohabhoi *et al.*, 2023; Sahu *et al.*, 2019).

Meskipun perusahaan telah menyediakan masker sebagai Alat Pelindung Diri (APD) bagi pekerja, namun para pekerja masih cenderung tidak konsisten dalam menggunakannya. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko paparan debu sabut kelapa yang dapat berpotensi memengaruhi kapasitas fungsi paru pekerja. Situasi tersebut menarik untuk diteliti lebih lanjut, mengingat paparan debu merupakan salah satu risiko utama di industri pengolahan serat kelapa (Data Primer, 2025).

Hingga saat ini, belum banyak penelitian yang secara spesifik mengkaji dampak paparan debu sabut kelapa terhadap kapasitas fungsi paru pekerja di industri pengolahan kelapa. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **"Hubungan Paparan Debu Sabut Kelapa terhadap Kapasitas Fungsi Paru Pekerja di Sebuah Pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung."**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana tingkat paparan debu di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung?
- 2) Bagaimana kapasitas paru pekerja di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung?
- 3) Apakah terdapat hubungan antara paparan debu sabut kelapa dengan kapasitas fungsi paru pekerja di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara paparan debu sabut kelapa terhadap kapasitas fungsi paru pekerja di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung.

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dalam penelitian ini adalah:

1. Mengukur tingkat paparan debu sabut kelapa di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung
2. Mengukur kapasitas fungsi paru pekerja di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung
3. Menganalisis hubungan antara tingkat paparan debu sabut kelapa dengan kapasitas fungsi paru pekerja di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan peneliti mengenai bahaya paparan debu organik, khususnya debu sabut kelapa, terhadap kapasitas fungsi paru pekerja di lingkungan

industri. Selain itu, penelitian ini juga memberikan pengalaman langsung serta meningkatkan kemampuan peneliti dalam menyusun karya ilmiah di bidang kesehatan kerja.

1.4.2 Manfaat Bagi Perusahaan

Memberikan gambaran mengenai kondisi kapasitas fungsi paru pekerja yang terpapar debu sabut kelapa di lingkungan kerja. Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan dalam upaya perbaikan lingkungan kerja, pengendalian paparan debu, serta peningkatan program K3 untuk menjaga kesehatan tenaga kerja dan meningkatkan produktivitas.

1.4.3 Manfaat Bagi Pekerja

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pekerja terhadap pentingnya penggunaan APD untuk mengurangi resiko terpapar debu.

1.4.4 Manfaat Bagi Institusi

Sebagai referensi tambahan dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan kerja dan keselamatan kerja, serta dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengembangan kurikulum dan penyusunan tugas akhir mahasiswa lainnya yang relevan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Debu di Lingkungan kerja

2.1.1 Definisi Debu

Debu merupakan suatu jenis aerosol yang terbentuk akibat proses mekanis dari bahan-bahan organik maupun anorganik. Debu dianggap sebagai aerosol padat atau *Suspended Particulate Matter* (SPM) yang memiliki ukuran berkisar antara 1 mikron hingga 500 mikron (Yunita & Dyah, 2022)

2.1.2 Sifat Debu

Menurut Departemen Kesehatan RI yang dikutip oleh (Subarkah *et al.*, 2018) partikel-partikel debu di udara mempunyai sifat:

- a. Sifat pengendapan: Debu memiliki kecenderungan untuk mengendap akibat tarikan gravitasi bumi. Namun, karena memiliki ukuran yang sangat kecil, partikel debu terkadang tetap melayang di udara dalam jangka waktu tertentu.
- b. Sifat permukaan basah: Partikel debu memiliki permukaan yang lembap akibat adanya lapisan tipis air yang menyelimutinya.
- c. Sifat penggumpalan: Permukaan debu yang lembap menyebabkan partikel-partikel debu mudah saling menempel dan membentuk gumpalan. Adanya turbulensi udara dapat mempercepat proses penggumpalan. ketika kelembaban melebihi titik jenuh, gumpalan debu terbentuk lebih mudah.
- d. Sifat listrik statis: Debu mengandung muatan listrik statis yang dapat menarik partikel lain dengan muatan yang berbeda. Hal ini mempercepat proses pembentukan gumpalan antar partikel.

- e. Sifat optik: Partikel debu, terutama yang lembap atau basah, memiliki kemampuan memantulkan cahaya sehingga dapat terlihat ketika berada di ruangan yang gelap.

2.1.3 Klasifikasi Debu

Berdasarkan sumber dan sifat kimianya, debu diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu: (Lestari *et al.*, 2023)

1) Debu Organik

Debu organik adalah partikel debu yang bersumber dari makhluk hidup. Debu organik dikelompokkan menjadi debu organik alamiah seperti fosil, bakteri, jamur, virus, sayuran, binatang dan debu organik sintetis seperti plastik dan reagen.

2) Debu Anorganik

Debu anorganik merupakan partikel padat yang tidak mengandung unsur karbon dan biasanya berasal dari bahan mineral atau logam. Debu anorganik ini contohnya debu silika bebas, debu mineral (SiO_2 , SiO_3 , *coal*), dan debu logam (Pb, Hg, Cd, Ar).

Berdasarkan ukuran partikelnya terhadap deposit di saluran pernafasan, fraksi partikel debu sering dibagi menjadi: (Moazami *et al.*, 2023)

1) Debu inhalabel

Debu inhalabel mengacu pada fraksi massa partikel udara yang terhirup melalui hidung atau mulut dengan diameter aerodinamis kurang dari 100 μm .

2) Debu *thoracic*

Merupakan partikulat debu yang dapat masuk ke dalam saluran pernafasan atas dan masuk ke dalam saluran udara di paru-paru. Partikel debu ini memiliki ukuran kurang dari 10 μm .

3) Debu respirabel

Merupakan partikel *airborne* debu berukuran 0.5 μm s/d 4 μm yang dapat terhirup dan mencapai daerah bronkial sampai alveoli.

2.1.4 Pengaruh Ukuran Partikel Debu Terhadap gangguan Sistem Pernafasan

Dampak debu terhadap sistem pernapasan dipengaruhi oleh ukuran partikel debu yang masuk dan mengendap di saluran pernapasan. Setiap ukuran partikel memiliki lokasi pengendapan dan potensi gangguan kesehatan yang berbeda. Jenis ukuran partikel debu ini terdiri dari: (Lestari et al., 2023; Chiqita, 2020)

- a) Debu berukuran 5–10 mikron cenderung mengendap di saluran pernapasan bagian atas, seperti rongga hidung dan tenggorokan, yang dapat menimbulkan iritasi dengan gejala seperti radang tenggorokan (faringitis).
- b) Debu berukuran 3–5 mikron dapat mencapai saluran pernapasan bagian tengah dan berisiko menyebabkan gangguan seperti bronkitis, reaksi alergi, hingga asma.
- c) Debu berukuran 1–3 mikron, mampu menembus lebih dalam hingga ke alveoli, yaitu bagian paru-paru tempat pertukaran oksigen dan karbon dioksida terjadi.
- d) Debu berukuran antara 0,1–1 mikron, karena sangat ringan dan kecil, tidak langsung menempel pada permukaan alveoli, tetapi akan tetap melayang dan bergerak secara acak mengikuti *brownian motion*. Gerakan ini menyebabkan partikel terus-menerus menabrak dinding alveoli dan lama-kelamaan dapat terakumulasi di area tersebut.

2.1.5 Nilai Ambang Batas Debu (NAB) di tempat kerja

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13 Tahun 2011, NAB adalah konsentrasi bahan atau unsur tertentu di udara tempat kerja yang dapat diterima dalam jangka waktu tertentu, tanpa menimbulkan gangguan kesehatan atau efek negatif lainnya bagi pekerja. NAB dihitung berdasarkan waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 16-7058-2004, NAB untuk kadar debu total ditetapkan sebesar 10 mg/m³. NAB menjadi acuan untuk memastikan bahwa konsentrasi

debu di lingkungan kerja tidak melebihi batas yang dapat membahayakan kesehatan pekerja (Kementerian Ketenagakerjaan RI, 2022; Setyaningsih *et al.*, 2023).

Ambang batas konsentrasi partikulat debu PM₁₀ merupakan ketentuan mengenai kadar maksimum partikel berukuran ≤ 10 mikrometer yang diperbolehkan terdapat di udara ambien untuk menjaga kualitas udara agar tetap aman bagi kesehatan manusia. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, nilai ambang batas PM₁₀ ditetapkan sebesar 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dalam waktu rata-rata 24 jam. Ketentuan ini digunakan sebagai acuan dalam pemantauan kualitas udara guna mencegah terjadinya pencemaran udara yang dapat menimbulkan gangguan pada sistem pernapasan, terutama pada lingkungan dengan potensi paparan debu tinggi seperti area industri dan tempat kerja (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2021).

2.1.6 Mekanisme masuknya debu ke dalam paru

Jumlah debu yang masuk ke paru bergantung pada ukurannya. Ukuran partikel debu yang berbahaya bagi kesehatan umumnya berkisar antara 0,1 – 10 μm . Ada tiga mekanisme penumpukan debu di paru, yaitu: (Lestari *et al.*, 2023)

a) Efek Inersia

Efek inersia menyebabkan kelembapan dari debu yang kemudian didorong lebih lanjut oleh aliran udara saat melewati percabangan pada saluran napas. Jika saluran napas lurus, debu akan mengikuti aliran langsung ke dalam, sedangkan partikel besar tidak mengikuti aliran udara namun mencari tempat ideal untuk menempel, seperti di lipatan selaput lendir.

b) Efek Sedimentasi

Efek ini terjadi saat kecepatan aliran udara kurang dari 1 cm/detik, sehingga partikel mengendap karena pengaruh gravitasi. Bronkus

dan bronkiolus memiliki aliran udara pernapasan sangat lambat yaitu kurang dari 1cm/detik sehingga gaya gravitasi dapat mempengaruhi partikel debu dan menyebabkan debu mengendap.

c) Gerakan Brown

Gerakan Brown berlaku pada debu berukuran kurang dari 0,1 mikron yang masuk melalui gerakan udara. Partikel-partikel ini akan melayang di alveoli dan kemudian mengendap.

2.2 Debu Sabut Kelapa

2.2.1 Pengertian Debu Sabut Kelapa

Debu sabut kelapa merupakan partikel halus yang dihasilkan dari proses pengolahan sabut kelapa. Sabut kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang menyumbang proporsi limbah terbesar dalam industri pengolahan kelapa. Dalam proses pengolahannya menjadi produk turunan seperti *cocofiber* dan *cocopeat*, sabut kelapa akan mengalami pencacahan dan pemisahan serat, yang kemudian menghasilkan debu halus sebagai hasil samping dari aktivitas tersebut (Ningtyas *et al.*, 2022).

2.2.2 Pengertian Cocofiber dan Cocopeat

Cocofiber merupakan serat kasar yang diperoleh dari sabut kelapa, dengan potensi besar sebagai bahan dasar untuk berbagai produk industri maupun rumah tangga. Serat ini banyak digunakan dalam pembuatan furnitur dan komponen interior, seperti kasur, *sofa bed*, serta papan partikel yang dikenal sebagai *Coconut Fiber Board* (CBF) (Nampa *et al.*, 2024).



Gambar 2.1 *Cocofiber* (Data primer, 2025)

Cocopeat adalah partikel halus yang dihasilkan dari pengolahan sabut kelapa dan dimanfaatkan sebagai media tanam alternatif. Dengan kemampuannya dalam menyerap dan menahan air dalam jumlah besar, *cocopeat* banyak diaplikasikan di bidang pertanian dan hortikultura sebagai media tanam yang ramah lingkungan dan efisien. (Nampa *et al.*, 2024)



Gambar 2.2 *Cocopeat* (Data primer, 2025)

2.2.3 Komposisi Debu Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi. Debu sabut kelapa juga mengandung berbagai unsur hara dan bakteri yang bermanfaat. Unsur hara yang terdapat di dalamnya meliputi nitrogen, fosfor, kalium, kalsium dan magnesium. Selain itu, debu ini mengandung bakteri menguntungkan seperti *Klebsiella sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Citrobacter sp.*, *B. circularis*, *B. megaterium*, dan *B. firmus* (Anjana, 2022).

2.2.4 Ukuran Partikel Debu Sabut Kelapa

Hasil studi menunjukkan bahwa debu sabut kelapa atau *Coconut Coir Dust* (CCD) memiliki ukuran partikel sedang berkisar antara 500 μm hingga 2 mm dan dalam proses pengolahannya, sabut kelapa dapat menghasilkan partikel-partikel yang lebih halus (Amran *et al.*, 2024).

2.2.5 Efek Debu Organik Terhadap Pernafasan

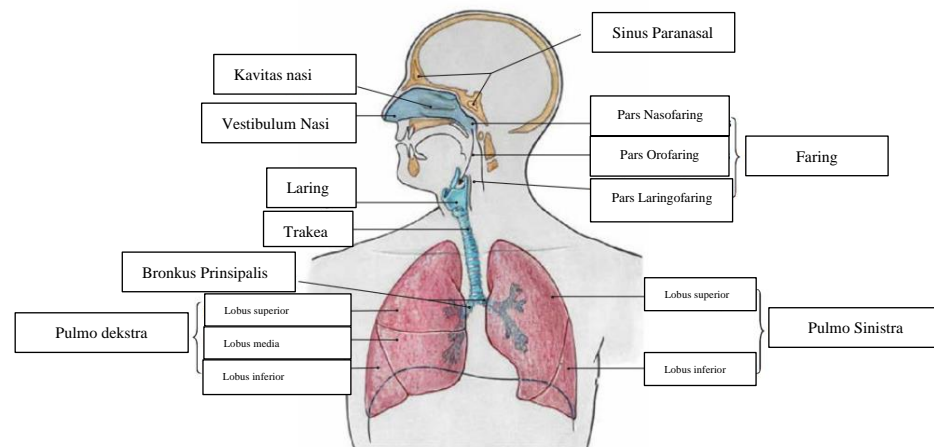
Paparan debu organik dapat menyebabkan penurunan parameter fungsi paru, seperti *Forced Vital Capacity* (FVC), *Forced Expiratory Volume in 1 second* (FEV1), serta rasio antara keduanya (FEV1/FVC), terutama pada pekerja industri yang terpapar debu di lingkungan kerja akibat ventilasi yang tidak memadai dan penggunaan APD yang kurang tepat (Ashuro *et al.*, 2024).

Berdasarkan penelitian tentang bahaya potensial bagi pekerja di Industri sabut kelapa, produk turunan dari sabut kelapa seperti *cocopeat* dan *cocofiber* dalam proses produksinya menghasilkan partikel debu halus yang dapat terhirup dan berisiko pada masalah pernafasan. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa bekerja di industri sabut kelapa secara perlahan membuat pekerja lebih rentan terhadap gangguan pernafasan dan gangguan fungsi paru (Mohabhoi *et al.*, 2023; Sahu *et al.*, 2019).

2.3 Sistem Pernafasan

2.3.1 Anatomi Sistem Pernafasan

Sistem pernafasan terdiri dari hidung, faring, laring, trakea, bronkus dan paru-paru. Sistem pernafasan terbagi menjadi 2, yaitu sistem pernafasan atas dan sistem pernafasan bawah (gambar 2.3).



Gambar 2.3 Sistem Pernafasan (Paulse & Waschke, 2015)

Sistem pernafasan mencakup: (Tortora & Derrickson, 2016; Sherwood, 2019)

1) Hidung

Hidung merupakan organ di pintu masuk sistem pernafasan. Struktur inferior hidung eksterna berperan dalam tiga fungsi utama, yaitu menyaring udara yang terhirup, mengenali rangsangan penghidu, serta mengatur getaran suara saat berbicara. Ketika masuk rongga hidung, udara mula-mula melewati vestibulum yang dilapisi oleh kulit dengan rambut kasar yang dapat menyaring partikel debu berukuran besar. Pada lateral rongga hidung terdapat 3 konka, yaitu konka nasalis superior, media dan inferior. Sewaktu berputar di sekitar konka dan meatus, udara yang masuk dihangatkan oleh darah di kapiler kemudian mukus yang disekresi oleh sel goblet akan melembapkan udara dan menangkap partikel debu besar.

2) Faring

Faring adalah saluran berbentuk corong dengan panjang sekitar 13 cm yang berawal dari nares internal yang memanjang hingga tulang rawan krikoid. Faring terletak superior dari laring, anterior dari vertebra servikalis dan posterior dari rongga hidung. Faring dapat dibagi menjadi tiga regio anatomis yaitu: bagian superior faring (nasofaring), bagian tengah faring (orofaring), bagian inferior faring (laringofaring atau hipofaring).

3) Laring

Laring atau kotak suara merupakan saluran pendek yang menghubungkan laringofaring dengan trakea. Saluran ini terletak di garis tengah leher anterior esofagus dan vertebra servikalis C4-C6. Pada laring terdapat tulang rawan elastis yang lebar dan dilapisi oleh epitel yang disebut epiglottis.

4) Trakea

Trakea atau batang tenggorok adalah saluran tubular untuk udara dengan panjang sekitar 12 cm dan berdiameter 2,5 cm. Trakea terletak anterior dari esofagus dan terbentang dari laring hingga superior vertebra torakal T5 yang merupakan tempat trakea terbagi menjadi bronkus primer dextra dan sinistra.

5) Bronkus dan bronkiolus

Pada superior vertebra torakal T5, trakea terbagi menjadi bronkus primer dextra yang akan menuju ke paru dextra, dan bronkus primer sinistra yang akan menuju ke paru sinistra. Ketika masuk ke paru, bronkus primer bercabang menjadi bronkus sekunder (lobaris). Bronkus sekunder terus bercabang membentuk bronkus tersier (segmental) yang bercabang-cabang menjadi bronkiolus. Bronkiolus akan bercabang menjadi saluran yang semakin halus

yang disebut bronkiolus terminalis. Bronkiolus terminalis menjadi akhir dari zona penghantar sistem respirasi.

6) Paru

Paru-paru adalah sepasang organ berbentuk kerucut yang berada di dalam rongga dada. Kedua organ ini dipisahkan oleh jantung dan berbagai struktur lain di mediastinum, sehingga rongga toraks terbagi menjadi dua bagian yang terpisah secara anatomi. Masing-masing paru-paru dilapisi dan dilindungi oleh selaput serosa berlapis ganda yang disebut membran pleura. Lapisan luarnya, yaitu pleura parietalis, menempel pada dinding rongga dada, sedangkan lapisan dalamnya, yaitu pleura visceralis, menyelimuti permukaan paru-paru. Di antara kedua lapisan tersebut terdapat ruang kecil yang disebut rongga pleura, yang berisi cairan pelumas. Cairan pleura ini berfungsi mengurangi gesekan antar membran saat proses pernapasan, sehingga memungkinkan pergerakan yang halus.

Paru-paru dextra sedikit lebih besar dibandingkan paru-paru sinistra dan terbagi menjadi tiga lobus, yaitu lobus superior, lobus medius, dan lobus inferior. Pembagian ini dipisahkan oleh dua celah, yaitu *fissura obliqua* dan *fissura horizontalis*. Sementara itu, paru-paru sinistra hanya memiliki dua lobus, yaitu *lobus superior* dan *lobus inferior* yang dipisahkan oleh satu celah, yaitu *fissura obliqua*.

2.3.2 Fisiologi Sistem Pernafasan

Proses pernafasan meliputi 2 proses, yaitu menghirup udara (inspirasi) dan mengeluarkan udara (ekspirasi). Udara mengalir dari daerah bertekanan tinggi ke tekanan rendah. Perbedaan tekanan akibat perubahan pada volume paru membuat udara masuk ke paru ketika inspirasi. Inspirasi dapat terjadi ketika paru mengembang dan

meningkatkan volumenya. Proses ini dapat terjadi karena kontraksi otot-otot utama pernafasan, diafragma dan otot interkostalis eksterna. Ketika inspirasi, diafragma akan mendatar dan otot interkostalis eksterna akan mengangkat iga sehingga paru akan mengembang dan udara masuk. Ketika ekspirasi, diafragma akan melemas dan otot interkostalis eksterna akan menurunkan iga ke bawah dan menekan viscera abdomen sehingga rongga dada mengecil dan udara keluar (Tortora & Derrickson, 2016).

2.3.3 Volume Paru

Volume paru pada manusia terbagi menjadi: (Sherwood, 2019)

- 1) *Tidal Volume* (TV): Volume udara yang masuk atau keluar paru selama satu kali bernapas. Nilai *Tidal Volume* adalah 500 mL.
- 2) *Inspiratory Reserve Volume* (IRV): Volume udara tambahan yang dapat secara maksimal dihirup di atas volume tidal istirahat. Nilai IRV adalah 3000 mL.
- 3) *Expiratory Reserve Volume* (ERV): Volume udara tambahan yang dapat secara aktif dikeluarkan dengan mengontraksikan secara maksimal otot-otot ekspirasi melebihi udara yang secara normal dihembuskan secara pasif pada akhir volume tidal istirahat. Nilai ERV adalah 1000 mL.
- 4) *Residual Volume* (RV): Volume udara minimal yang tertinggal di paru bahkan setelah ekspirasi maksimal. Nilai rerata RV adalah 1200 mL. RV tidak dapat diukur secara langsung dengan spirometer karena volume udara ini tidak keluar dan masuk paru.
- 5) *Forced Expiratory Volume in 1 second* (FEV1): Volume udara yang dapat dihembuskan selama detik pertama ekspirasi. Pengukuran ini menunjukkan laju aliran udara paru maksimal yang dapat dicapai.

2.3.4 Kapasitas Paru

Kapasitas paru adalah jumlah dua atau lebih volume paru. Kapasitas paru pada manusia terbagi menjadi: (Sherwood, 2019)

- 1) *Vital Capacity* (VC) adalah volume udara maksimal yang dapat dikeluarkan dalam satu kali bernapas setelah inspirasi maksimal. ($VC = IRV + TV + ERV$). Nilai rerata = 4500 mL.
- 2) *Inspiratory Capacity* (IC) adalah volume udara maksimal yang dapat dihirup pada akhir ekspirasi tenang normal ($IC = IRV + TV$). Nilai rerata = 3500 mL.
- 3) *Total lung Capacity* (TLC) adalah volume udara maksimal yang dapat dtampung oleh paru ($TLC = VC + RV$). Nilai rerata = 5700 mL.
- 4) *Functional Residual Capacity* (FRC) adalah volume udara di paru pada akhirnya ekspirasi pasif normal ($FRC = ERV + RV$). Nilai rerata = 2200 mL.

2.3.5 Gangguan Fungsi Paru

Gangguan fungsi paru dapat berupa ketidakmampuan paru untuk mengembang (elastisitas) dan gangguan saluran pernapasan, baik yang bersifat struktural (anatomi) maupun fungsional, yang menyebabkan penurunan aliran udara pernapasan akibat paparan virus, bakteri, debu, dan partikel lainnya. Gangguan fungsi paru dibagi menjadi tiga jenis, yaitu: (Lestari *et al.*, 2023)

a) Penyakit paru obstruktif

Penyakit paru obstruktif merupakan gangguan saluran napas yang bersifat anatomis sekaligus fungsional, yang menyebabkan terjadinya obstruksi atau terhambatnya aliran udara pernapasan.

b) Penyakit paru restriktif

Penyakit paru restriktif adalah gangguan ekspansi paru yang disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk alergen seperti debu. Pada kondisi ini, paru menjadi kaku, dengan tarikan ke dalam yang

lebih kuat, sehingga dinding dada mengecil, tulang rusuk menyempit, dan volume paru berkurang.

c) Penyakit paru kombinasi

Penyakit paru kombinasi adalah kondisi yang menggabungkan penyakit paru obstruktif dan restriktif yang terjadi secara bersamaan. Partikel yang masuk ke dalam paru-paru menyebabkan obstruksi dengan menempel pada saluran udara besar. Partikel yang lebih kecil tidak dapat dikeluarkan dan masuk ke dalam alveolus, menyebabkan terbentuknya restriksi paru.

2.3.6 Pemeriksaan Gangguan Fungsi Paru

Fungsi paru dapat dievaluasi melalui pemeriksaan spirometri, dengan menggunakan alat yang disebut spirometer. Volume yang paling penting untuk interpretasi adalah FVC dan FEV₁. FVC adalah jumlah total udara yang dapat dikeluarkan dari paru-paru yang penuh sedangkan FEV₁ adalah jumlah udara yang dikeluarkan selama detik pertama dari manuver ini. Dengan menggunakan rasio FEV₁/FVC dan FVC, pola spirometri dapat dikategorikan sebagai normal, restriktif, obstruktif, atau campuran. Rasio FEV₁/FVC dianggap rendah jika berada di bawah 70%. Sementara itu, nilai FVC dikatakan rendah apabila berada di bawah batas normal bawah untuk orang dewasa yaitu kurang dari 80% (Langan RC & Goodbred, 2020).

Tabel 2.1 Pola gangguan fungsi paru berdasarkan nilai FEV₁/FVC

Pola gangguan fungsi paru berdasarkan nilai FEV ₁ /FVC		
Rasio FEV ₁ /FVC	FVC	Pola
Normal	Normal	Normal
Normal	Menurun	Restriktif
Menurun	Normal	Obstruktif
Menurun	Menurun	Campuran

FEV₁ = Forced Expiratory Volume in one second

FVC = Forced Vital Capacity

Sumber: (Langan RC & Goodbred, 2020)

Tabel 2.2 Tingkat Keparahannya Kelainan Spirometri Berdasarkan Nilai FEV₁ (Forced Expiratory Volume in One Second)

Tingkat Keparahannya Kelainan Spirometri Berdasarkan Nilai FEV ₁ (Forced Expiratory Volume in One Second)	
Tingkat keparahan	Prediksi FEV ₁ %
<i>Ringan</i>	<i>>70</i>
<i>Sedang</i>	<i>60 to 69</i>
<i>Sedang-berat</i>	<i>50 to 59</i>
<i>Berat</i>	<i>35 to 49</i>
<i>Sangat berat</i>	<i><35</i>

Sumber: (Langan RC & Goodbred, 2020)

2.4 Faktor Karakteristik Individu

2.4.1 Usia

Seiring bertambahnya usia, sistem pernapasan mengalami perubahan baik secara anatomi maupun imunologi. Proses penuaan menyebabkan penurunan kemampuan ekspansi paru, kekuatan otot-otot pernapasan, nilai VC, nilai FEV₁, nilai FVC, serta kadar cairan antioksidan pada epitel saluran napas. Secara alami, usia juga dapat mempengaruhi frekuensi pernapasan dan kapasitas paru. Hal ini bisa terlihat dari frekuensi pernapasan pada orang dewasa antara 16-18 kali permenit, sedangkan pada anak-anak sekitar 24 kali permenit dan pada bayi sekitar 30 kali permenit (Chiqita, 2020).

Penelitian paparan debu terhadap kapasitas fungsi paru pekerja tenun yang dilakukan di desa Troso, Jepara pada tahun 2023 menunjukkan bahwa dari 27 responden berusia 22-60 tahun, sebanyak 27 orang (100%) mengalami gangguan fungsi paru. Sementara itu, dari 5 responden berusia 17-21 tahun, sebanyak 3 orang (60%) memiliki gangguan fungsi paru. Penelitian ini menunjukkan semakin bertambahnya umur pada pekerja maka proses degenerasi organ akan terus berjalan sehingga kemampuan organ juga akan menurun (Setyaningsih *et al.*, 2023).

2.4.2 Jenis Kelamin

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pria memiliki dimensi dinding dada yang lebih besar dibandingkan wanita, di mana secara umum ukuran tulang rusuk wanita lebih kecil daripada pria. Studi lain menemukan bahwa kapasitas paru wanita 20–25% lebih rendah dibandingkan pria, yang terutama disebabkan oleh ukuran paru-paru wanita yang lebih kecil (Manmmadhan *et al.*, 2022).

Penelitian paparan debu terhadap gangguan fungsi paru pada pedagang tetap di Kota Tegal pada tahun 2020 menunjukkan kapasitas paru antara laki-laki dan perempuan berbeda. Perempuan cenderung lebih beresiko mengalami gangguan paru dikarenakan laki-laki memiliki fungsi ventilasi lebih tinggi 20-25% daripada Perempuan. Selain itu, kapasitas paru yang dimiliki laki laki yaitu $\pm 4,6$ L lebih besar dibandingkan perempuan yaitu $\pm 3,1$ L (Cintya *et al.*, 2020).

2.4.3 Masa Kerja

Masa kerja merujuk pada durasi seorang individu bekerja dalam suatu lingkungan kerja. Durasi masa kerja dapat berkontribusi terhadap peningkatan risiko terjadinya penyakit akibat kerja. Semakin panjang masa kerja, maka semakin tinggi pula tingkat paparan terhadap berbagai bahaya di lingkungan kerja tersebut. Pada lingkungan kerja dengan paparan debu, masa kerja yang lebih lama berpotensi menyebabkan penurunan kapasitas paru pada pekerja (Cintya *et al.*, 2020).

2.4.4 Kebiasaan Merokok

Kapasitas paru seseorang juga dipengaruhi oleh kebiasaan merokok. Merokok dapat mengakibatkan perubahan pada struktur dan fungsi saluran napas serta jaringan paru-paru. Kebiasaan merokok

meningkatkan risiko terjadinya gangguan fungsi paru secara signifikan (Cintya *et al.*, 2020).

Merokok dapat memicu perubahan pada struktur dan fungsi saluran pernapasan serta jaringan paru-paru. Kondisi ini berkontribusi terhadap munculnya penyakit paru kronis dan meningkatkan kerentanan individu terhadap cedera paru akut serta infeksi paru-paru (Setyaningsih *et al.*, 2023).

2.4.5 Penggunaan APD

Besarnya risiko yang timbul dari paparan debu di tempat kerja menyebabkan perlunya dilakukan upaya perlindungan bagi tenaga kerja saat melakukan pekerjaan di lingkungan kerja dengan cara penggunaan alat pelindung pernapasan saat melakukan aktivitas kerja di lingkungan kerja sehingga dapat meminimalisir ikut masuknya debu kedalam saluran pernafasan (Praditya & Darnoto, 2023).

Penelitian paparan debu terhadap gangguan fungsi paru pada pedagang tetap di Kota Tegal pada tahun 2020 menunjukkan terdapat hubungan antara paparan debu terhirup dengan gangguan fungsi paru, yang salah satunya dipengaruhi oleh kebiasaan responden dalam menggunakan APD berupa masker. Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan, diketahui bahwa sebanyak 97,1% responden tidak pernah menggunakan APD baik berupa masker kain maupun masker sekali pakai, saat beraktivitas di Terminal Kota Tegal (Cintya *et al.*, 2020).

2.4.6 Riwayat Penyakit Paru

Riwayat penyakit yang dimiliki individu dapat memengaruhi kondisi kesehatannya. Individu yang sudah mempunyai riwayat penyakit, terutama gangguan pernapasan atau riwayat penyakit paru

akan lebih rentan mengalami gangguan fungsi paru ketika terpapar debu, hal ini disebabkan karena kondisi dasar tubuhnya yang sudah melemah. Dengan demikian, riwayat penyakit paru sebelumnya berperan penting terhadap besarnya risiko seseorang mengalami gangguan faal paru (Helmy, 2019).

2.5 Pneumokoniosis

2.5.1 Definisi pneumokoniosis

Pneumokoniosis merupakan penyakit paru yang timbul akibat terhirupnya debu baik serat yang berasal dari bahan organik maupun anorganik di udara. Pneumokoniosis merupakan gangguan pada paru yang ditandai dengan akumulasi debu di dalamnya sehingga memicu respons jaringan berupa terbentuknya fibrosis. Kondisi ini umumnya dialami oleh individu yang terpapar di lingkungan kerja, sehingga termasuk ke dalam kategori penyakit akibat kerja (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021).

2.5.2 Klasifikasi pneumokoniosis

Berdasarkan sumbernya, pneumokoniosis diklasifikasikan menjadi organik dan anorganik (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2021; Honma & Inoue, 2021; Mustofa, 2025).

a. Pneumokoniosis organik

1) Bissinosis

Bissinosis merupakan penyakit saluran pernafasan akibat kerja yang diakibatkan oleh paparan debu dari kapas (*cotton dust*) dan dikenal dengan nama lain "*Brown lung disease*" atau "*Cotton's worker's lung*." Inhalasi partikel debu yang mengandung endotoksin bakteri Gram-negatif menimbulkan reaksi inflamasi pada saluran napas, yang dapat berujung pada obstruksi kronis dengan gejala khas berupa sesak napas dan rasa berat di dada terutama pada hari pertama kerja ("*Monday fever*").

2) Bagassosis

Bagassosis merupakan gangguan paru-paru yang disebabkan oleh inhalasi debu ampas tebu (*bagasse*) secara terus menerus. Debu ini biasanya mengandung mikroorganisme termofilik seperti *Thermoactinomyces saccharis* yang dapat memicu reaksi hipersensitivitas paru. Gejalanya berupa batuk kering, demam ringan, sesak napas, dan kelelahan, terutama setelah pajanan berat. Gambaran radiologis sering menunjukkan infiltrat difus atau *ground-glass opacity*.

3) *Farmer's Lung Disease* (FLD)

Farmer's Lung Disease adalah penyakit paru akibat kerja yang disebabkan oleh paparan debu biologis pertanian yang berasal dari jerami, spora jamur, atau debu organik lainnya. Paparan kronik dapat menyebabkan fibrosis paru progresif dan penurunan kapasitas difusi oksigen. Gejala meliputi batuk, demam, dan sesak napas setelah pajanan debu.

b. Pneumokoniosis anorganik

1) Asbestosis

Asbestosis adalah penyakit pada jaringan parenkim paru yang muncul akibat terhirupnya debu serat asbes, ditandai dengan terbentuknya fibrosis interstisial difus pada paru.

2) Silikosis

Silikosis adalah gangguan berupa fibrosis pada parenkim paru yang disebabkan oleh paparan debu silika atau silikon dioksida. Penyakit ini muncul akibat terhirupnya partikel kristal silika yang banyak terdapat di permukaan bumi.

3) Pneumokoniosis batu bara (*Coal workers' pneumoconiosis*)

Pneumokoniosis batu bara adalah penyakit pada parenkim paru yang termasuk kategori penyakit akibat kerja, timbul karena paparan debu batu bara dalam jangka panjang.

Partikel karbon halus menumpuk di alveolus dan memicu peradangan. Umumnya, setelah rata-rata 20 tahun pajanan, kondisi ini dapat menjadi fibrosis masif progresif yang menyebabkan penurunan fungsi paru secara signifikan.

2.6 Profil pabrik pengolahan sabut kelapa di Natar Lampung

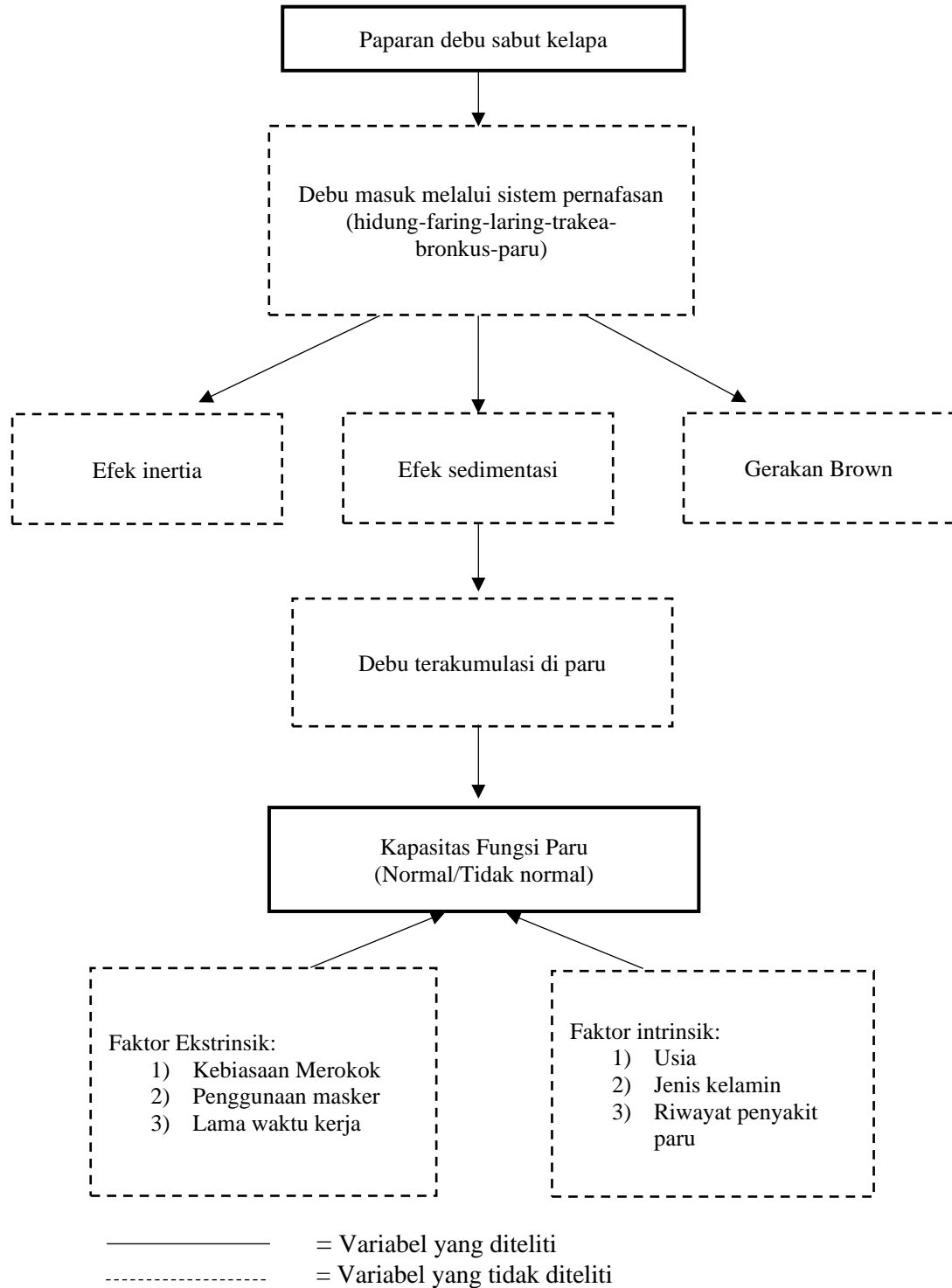
Pabrik pengolahan sabut kelapa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan sabut kelapa menjadi produk bernilai tambah seperti *cocofiber* dan *cocopeat*. Perusahaan ini berlokasi di Natar, Lampung Selatan, Indonesia. Perusahaan yang berdiri sejak tahun 2007 ini memiliki visi mengoptimalkan limbah kelapa untuk mendukung hilirisasi industri kelapa di Provinsi Lampung. Produk utamanya meliputi serat sabut kelapa yang digunakan dalam berbagai sektor industri, serta serbuk sabut kelapa sebagai media tanam yang telah memenuhi standar kualitas pasar internasional. Sebagai salah satu perusahaan berskala besar di bidang pengolahan sabut kelapa di Indonesia, pabrik pengolahan sabut kelapa ini tidak hanya berperan sebagai produsen, tetapi juga sebagai pemasok *cocofiber*, *cocopeat*, dan *cocochip* untuk kebutuhan pasar lokal maupun ekspor (InaExport, 2023).



Gambar 2.4 Pabrik Pengolahan Sabut Kelapa (Data Primer, 2025)

2.7 Kerangka Teori

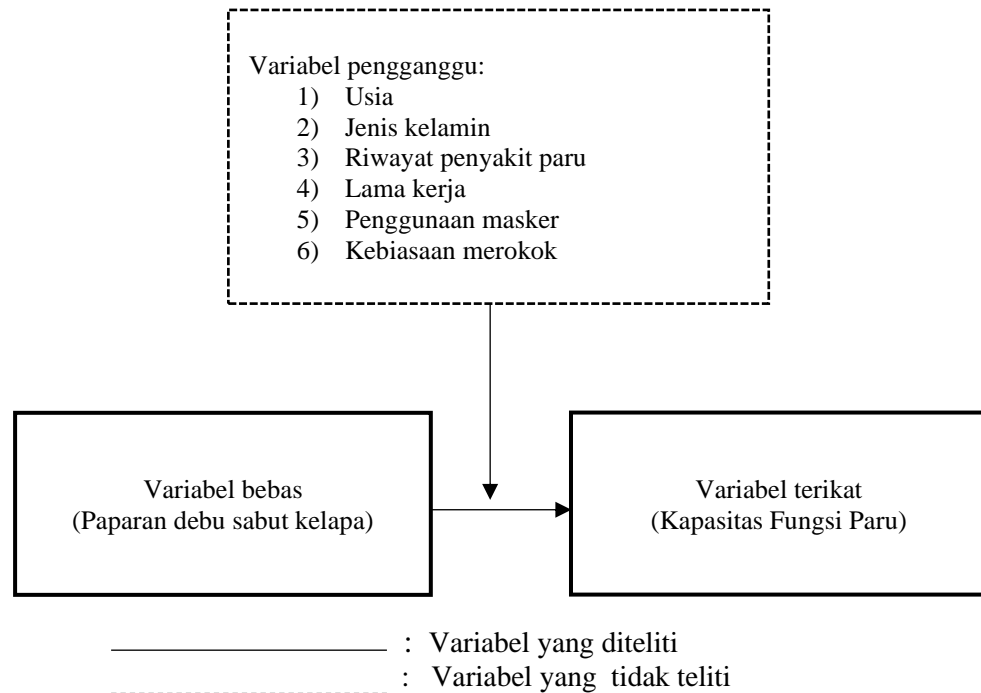
Berdasarkan penjelasan di atas dan penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya maka dapat disusun kerangka teori sebagai berikut



Sumber: (Lestari *et al.*, 2023; Chiqita, 2020; Cintya *et al.*, 2020)

Gambar 2.5 Kerangka Teori

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.6 Kerangka Konsep

2.9 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

A. H0:

Tidak terdapat hubungan antara paparan debu sabut kelapa dan kapasitas fungsi paru pekerja di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung

B. H1:

Terdapat hubungan antara paparan debu sabut kelapa dan kapasitas fungsi paru pekerja di di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian *cross-sectional* adalah penelitian yang bertujuan melakukan eksplorasi deskriptif dari suatu fenomena untuk menganalisis hubungan korelatif antara variabel bebas dan variabel terikat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan korelatif antara paparan debu sabut kelapa sebagai variabel bebas dengan kapasitas fungsi paru sebagai variabel terikat pada pekerja di Pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung. Desain ini memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data pada satu titik waktu sehingga dapat menganalisis hubungan antara kedua variabel tersebut (Zulfikar *et al*, 2024).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa, yang terletak di Natar, Lampung Selatan pada bulan September sampai Oktober 2025. Penelitian ini berfokus pada pekerja seluruh divisi di sebuah pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Seluruh pekerja di Pabrik pengolahan sabut kelapa Natar Lampung, yaitu sebanyak 70 pekerja.

3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan metode *total sampling*, yaitu seluruh anggota populasi yang memenuhi syarat penelitian diambil sebagai responden. Meskipun menggunakan total sampling, pemilihan responden tetap didasarkan pada kriteria inklusi yang telah ditetapkan, sehingga hanya pekerja yang sesuai dengan kriteria tersebut yang dijadikan sampel penelitian. Pada penelitian didapatkan 45 orang sampel yang telah memenuhi kriteria inklusi.

3.4 Identifikasi Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang menjadi penyebab berubahnya variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah paparan debu sabut kelapa.

3.4.2 Variabel Terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kapasitas fungsi paru.

3.4.3 Variabel Pengganggu (*confounding variable*)

Variabel pengganggu adalah faktor yang mengaburkan hubungan antara variabel bebas (paparan debu) dan variabel terikat (kapasitas fungsi paru). Variabel pengganggu pada penelitian ini adalah usia, jenis kelamin, status merokok, riwayat penyakit paru, lama kerja, dan alat pelindung diri.

3.5 Kriteria Sampel

3.5.1 Kriteria Inklusi

Responden pada penelitian ini harus memenuhi kriteria inklusi yaitu:

- a) Pekerja berjenis kelamin laki-laki
- b) Berusia 18-40 tahun
- c) Telah bekerja minimal 5 tahun
- d) Tidak menggunakan masker

- e) Kebiasaan merokok: perokok ringan (sesuai indeks brinkman)
- f) Bersedia menjadi responden dengan menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*)

3.5.2 Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu:

- a) Pekerja dengan riwayat memiliki penyakit paru

3.6 Definisi Operasional

Tabel 3. 1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala ukur
Paparan debu	Jumlah partikel debu yang dihasilkan dari pengukuran di udara (Lestari <i>et al.</i> , 2023)	<i>Air Quality Monitor</i>	Pengukuran langsung dengan metode <i>direct reading</i>	1. $\leq 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2. $> 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2021)	Nominal kategorik
Kapasitas Paru	Kapasitas paru adalah kemampuan paru untuk menampung udara pernafasan. (Sherwood, 2019)	<i>Spirometer</i>	Pengukuran langsung dengan <i>spirometer</i>	1. Tidak Normal jika hasil pada layar spirometer menunjukkan ada kelainan berupa <i>obstructive</i> ($\text{FEV}_1/\text{FVC} < 0,70$), <i>restrictive</i> ($\text{FVC} < 80\%$), dan <i>combination</i> . 2. Normal jika hasil pada <i>spirometer</i> normal (Langan RC & Goodbred, 2020)	Nominal kategorik

3.7 Instrumen, dan Bahan Penelitian

3.7.1 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

3.7.1.1 *Air Quality Monitor*

Air Quality Monitor adalah alat untuk mengukur konsentrasi partikulat udara berdasarkan prinsip hamburan cahaya (*light scattering method*). Alat ini merupakan perangkat pengukur kualitas udara digital multifungsi yang digunakan untuk mendeteksi secara real-time konsentrasi partikulat udara ($PM_{1.0}$, $PM_{2.5}$, PM_{10}), formaldehida (HCHO), total volatile organic compounds (TVOC), suhu, kelembapan, serta indeks kualitas udara (AQI). Alat ini dilengkapi sensor laser scattering dan sensor semikonduktor dengan kipas internal yang berfungsi menghisap udara ke dalam ruang sensor sehingga hasil pengukuran lebih stabil dan representatif terhadap kondisi udara di area kerja. Besarnya intensitas hamburan cahaya tersebut sebanding dengan konsentrasi massa partikulat dalam udara yang ditampilkan dalam satuan mikrogram per meter kubik ($\mu g/m^3$) (U.S. Embassy in Bosnia and Herzegovina, 2019).



Gambar 3.1 *Air Quality Monitor* (U.S. Embassy in Bosnia and Herzegovina, 2019)

3.7.1.2 Spirometer

Spirometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kapasitas dan aliran udara paru melalui pemeriksaan spirometri.



Gambar 3.2 *Spirometer Contec SP10* (Data Primer, 2025)

Cara menggunakan *spirometer*: (Graham *et al.*, 2019)

- 1) Persiapkan alat dan pasien (masukkan data identitas pasien dan pastikan alat sudah terkalibrasi)
- 2) Posisikan *mouthpiece* dan *noseclips*. Minta responden mengikuti instruksi untuk menarik napas sedalam mungkin dan menghembuskannya sekuat dan secepat mungkin ke dalam *mouthpiece* spirometer.
- 3) Hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk angka, lakukan pencatatan nilai FVC, FEV₁, dan rasio FEV₁/FVC.
- 4) Berikan interpretasi dari hasil pengukuran.

3.7.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Formulir *Informed Consent* berisi persetujuan tertulis dari responden untuk mengikuti pengukuran dan pemeriksaan
2. Surat izin penelitian dan kelayakan etik
3. Surat permohonan peminjaman alat

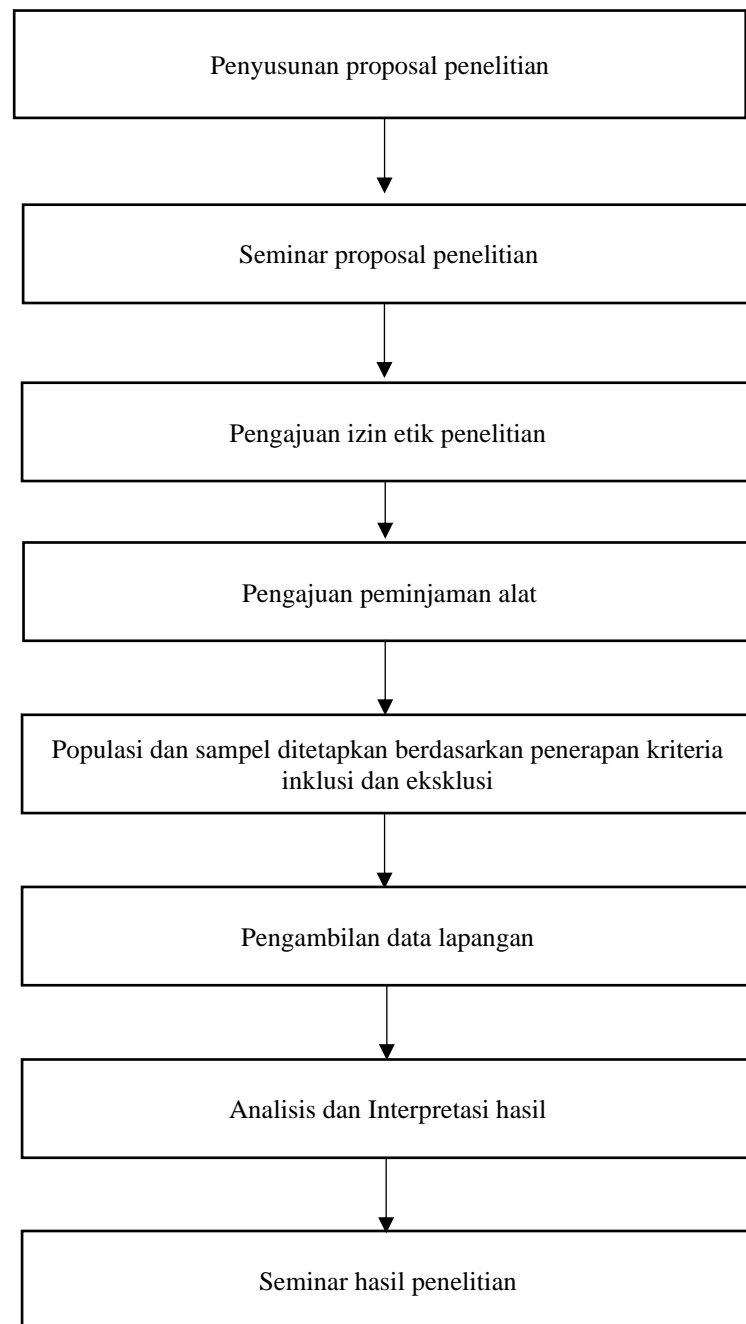
3.8 Prosedur dan Alur Penelitian

3.8.1 Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyusun proposal dan melakukan seminar proposal
2. Meminta surat pengantar dari Fakultas Kedokteran Universitas Lampung untuk melakukan penelitian setelah proposal sudah disetujui oleh pembimbing
3. Mengajukan penelitian kepada Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung untuk mendapatkan surat izin penelitian dan kelayakan etik
4. Mengajukan surat peminjaman alat penelitian kepada Balai K3 Lampung dan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung
5. Mengumpulkan data penelitian serta melakukan analisis dan interpretasi data
6. Melakukan seminar hasil penelitian untuk memaparkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan.
7. Melakukan penyusunan hasil penelitian.

3.8.2 Alur Penelitian



Gambar 3.3 Alur Penelitian

3.9 Manajemen Data

3.9.1 Sumber Data

3.9.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang digunakan adalah data yang diperoleh secara langsung dari objek yang diteliti dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung.

3.9.1.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data yang diperoleh dokumen perusahaan ataupun referensi yang relevan terhadap objek yang diteliti.

3.9.2 Analisis Data

3.9.2.1 Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi frekuensi dan persentase dari masing-masing variabel penelitian secara terpisah. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik responden dan distribusi data pada setiap variabel yang diteliti, baik variabel independen (paparan debu sabut kelapa) maupun variabel dependen (kapasitas paru pekerja).

3.9.2.2 Analisis Bivariat

Keterkaitan antara variabel bebas paparan debu sabut kelapa dan variabel terikat kapasitas fungsi paru pekerja di Pabrik pengolahan sabut kelapa Natar dapat dianalisis secara bivariat. Untuk menguji hubungan antara kedua variabel yang bersifat kategoris tersebut dapat dilakukan teknik pengolahan dan analisi data dengan uji statistik chi square menggunakan program computer SPSS, dengan intervensi sebagai berikut:

- Jika $p \text{ value} \leq 0,01$ maka hasil uji dinyatakan sangat signifikan
- Jika $p \text{ value} \geq 0,01$ dan $\leq 0,05$ maka hasil uji dinyatakan signifikan
- Jika $p \text{ value} \geq 0,05$ maka hasil uji dinyatakan tidak signifikan.

3.10 Etika Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan setelah melalui persetujuan oleh Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor registrasi 5131/UN26.18/PP.05.02.00/2025.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat paparan debu di pabrik pada divisi pencacahan dan penjemuran melebihi NAB, masing-masing sebesar $243 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan pada divisi *packing* dan kantor berada di bawah NAB, yaitu $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Sebanyak 30 dari 70 (42,9%) pekerja memiliki kapasitas fungsi paru tidak normal
3. Terdapat hubungan antara paparan debu dengan kapasitas fungsi paru pada pekerja, dimana pekerja yang terpapar debu dengan konsentrasi nilai melebihi NAB cenderung memiliki kapasitas fungsi paru yang lebih rendah dibandingkan dengan pekerja yang terpapar debu dibawah NAB

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian ini maka saran yang dapat diberikan peneliti adalah sebagai berikut:

5.2.1 Bagi perusahaan

Sebaiknya perusahaan melakukan pemeriksaan kesehatan (*medical check-up*) secara berkala bagi seluruh pekerja, khususnya pemeriksaan fungsi paru, untuk mendeteksi dini adanya gangguan akibat paparan debu sabut kelapa. Selain itu, perusahaan perlu meningkatkan upaya pengendalian debu di lingkungan kerja melalui pemasangan sistem ventilasi dan alat penyedot debu, serta

menyediakan dan mewajibkan penggunaan alat pelindung pernapasan (masker) sesuai standar.

5.2.2 Bagi pekerja

Pekerja disarankan untuk selalu menggunakan masker saat bekerja, menjaga kebersihan diri setelah bekerja, serta berpartisipasi aktif dalam pemeriksaan kesehatan rutin yang diselenggarakan oleh perusahaan.

5.2.3 Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan untuk:

- 1) Menggunakan metode pengukuran debu dengan teknik gravimetri yang lebih akurat
- 2) Melakukan pengukuran setiap individu menggunakan *personal dust sampler* serta mempertimbangkan variabel riwayat merokok kategori yang lain.
- 3) Melakukan pemeriksaan penunjang seperti radiologi untuk memperkuat hasil penelitian mengenai fungsi paru pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, N. A., Kasim, S., Shuib, E. M., & Yusoff, M. M. (2024). *Improvement of Growth Media Quality Using Coconut Coir Dust , Coconut Ash , and Palm Kernel Shell Biochar*. 5(2), 150–173.
- Anjana, J. (2022). Pengaruh Waktu Pengomposan Limbah Debu Sabut Kelapa dengan Kotoran Ayam Terhadap Kualitas Kimia Kompos dan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis*). *JURNAL AGRI-TEK: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*, 23(2), 1–7.
- Arinto, N., & Mey, A. D. (2022). Penerapan Kewajiban Penggunaan Alat Pelindung Diri Pada Pekerja Konstruksi Persinyalan di Stasiun Magetan (Studi PT Banyu Asih Putra). *Novum: Jurnal Hukum*. 5(4):1-22.
- Ashuro, Z., Debela, B. G., Daba, C., Hareru, H. E., Abaya, S. W., & Byrne, A. L. (2024). *The effect of occupational exposure to organic dust on lung function parameters among African industrial workers: a systematic review and meta-analysis*. *Frontiers in Public Health*. 12(1): 1-16.
- Ashuro, Z., Hareru, H. E., Soboksa, N. E., Abaya, S. W., & Zele, Y. T. (2023). *Occupational exposure to dust and respiratory symptoms among Ethiopian factory workers: A systematic review and meta-analysis*. *PLoS ONE*, 18(7 July), 1–20.
- BPS Statistik Indonesia. (2024). *Indikator industri manufaktur Indonesia 2022*. 1–198.
- Chiqita, N. Q. (2020). Hubungan Paparan Debu Kayu Terhadap Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja. *Jurnal Medika Utama*, 1(4), 206–212.

- Cintya, R. E., Budiyo, B., & Joko, T. (2020). Paparan Debu Terhirup dan Gangguan Fungsi Paru pada Pedagang Tetap di Terminal Kota Tegal. *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 19(3):189–194.
- Graham, B. L., Steenbruggen, I., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., McCormack, M. C., Miller, M. R., Oropeza, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M. P., & Thompson, B. R. (2019). *Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 200(8), E70–E88.
- Helmy, R. (2019). Hubungan Paparan Debu dan Karakteristik Individu dengan Status Faal Paru Pedagang di Sekitar Kawasan Industri Gresik. 11(2).
- Honma, Y., & Inoue, M. (2021). *Farmer's lung disease. Respiration and Circulation*. 33(6):737–744.
- Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, (2021). Panduan Umum Praktik Klinis Penyakit Paru dan Pernapasan (Vol. 17), 132-144.
- Kementerian Ketenagakerjaan RI. (2022). Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022, 94-150.
- Kementerian Pertanian RI (2022). Outlook Kelapa 2022. Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal - Kementerian Pertanian, 78.
- Langan RC, & Goodbred, A. (2020). *AAFP_Office Spirometry_Indications. Am Fam Physician*, 101(6), 362–368.
- Lestari, M., Fujianti, P., Novrikasari, N., & Nandini, R. F. (2023). *Dust Exposure and Lung Function Disorders. Respiratory Science*, 3(3), 218–230.

- Manmmadhan, T., Chimkode, S., & Banner, R. (2022). *Gender differences in peak expiratory flow rate and timed vital capacity by computerized spirometry in medical students. National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 12(9), 1.
- Moazami, T. N., Svendsen, K. v. H., Buhagen, M., & Jørgensen, R. B. (2023). *Comparing PM2.5, respirable dust, and total dust fractions using real-time and gravimetric samples in an exposure chamber study. Heliyon*, 9(6).
- Mohabhoi, D., Das, P., & Mishra, J. N. (2023). *Study on effect of coir dust on pulmonary disorders in coir industries of Odisha. 12(3)*, 4050–4052. www.thepharmajournal.com
- Murtius, W. surya. (2024). *Agro-industrial development and valorization of coconut fruit waste In Indonesia: A review. Open Access Research Journal of Science and Technology*, 11(1), 031–038.
- Mustofa, S., & Fahmi, Z. Y. (2021). Efek protektif kardiovaskular ekstrak *Rhizophora apiculata* berbagai pelarut pada tikus yang dipaparkan asap rokok. Bagian Biokimia, Biologi Molekular, dan Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, 7-15
- Mustofa, S., Anggraeni, L., Putri, G. T., Kurniawan, B., & Kurnia, A. F. A. (2025). *A case report: Severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD) exacerbation due to community-acquired pneumonia (CAP) infection in smokers. Departemen Biokimia, Biologi Molekular dan Fisiologi; Departemen Parasitologi; Program Pulmonologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung*, 45-50
- Mustofa, S., Izzati, M. A., Soeprihatini, R. A., Komala, R., Silaen, D., & Sinaga, F. T. Y. (2025). *Byssinosis, an occupational lung disease: Diagnosis and management. Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 973-980

- Mustofa, S. and Baladika, D.T.P. (2023) *Occupational asthma*. Departement of Biochemistry, Physiology and Molecular Biology; Department of Pulmonology and Medical Respiratory, Medical Faculty, Universitas Lampung, 84-88.
- Nampa, I. wayan, Elvani, S., & Sirma, I. N. (2024). Peningkatan nilai tambah limbah sabut kelapa melalui pengolahan menjadi cocopeat dan cocofiber sebagai sumber penghasilan tambahan rumah tangga petani. *5*(5), 9604–9610.
- Paulse, J., & Waschke, F. (2015). *Sobotta Atlas Anatomi Manusia Jilid 2 Vol 1. (1)*; 32-40.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sekretariat Negara Republik Indonesia, 1(078487A), 1–483.
- Praditya, E., & Darnoto, S. (2023). Hubungan Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Pernapasan Dengan Keluhan Gangguan Pernapasan Di Aria Mebel Surakarta. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat Berkala*, *5*(1), 30–38.
- Sahu, S., Parida, C., & Mishra, J. (2019). *Study on health hazards of workers in coir industry*. *The Pharma Journal*. *8*(6); 28-30.
- Setyaningsih, Y., Wahyuni, I., Wahyuni, I., Wahyuni, I., Kurniawan, B., Kurniawan, B., Ekawati, E., Ekawati, E., Kurniawan, B., & Ekawati, E. (2023). Kadar Debu Lingkungan Kerja dan Kapasitas Kerja sebagai Determinan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, *22*(2), 214–220.
- Sherwood, L. (2019). Introduction To human Phsyiology. *Angewandte Chemie International Edition*, *6*(11), 951–952., Mi, 422.
- Subarkah, M., Triyantoro, B., & Khomsatun, K. (2018). Hubungan Paparan Debu Dan Masa Kerja Dengan Keluhan Pernafasan Pada Tenaga Kerja Cv. Jiyo’G Konveksi Desa Notog Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas Tahun 2017. *Buletin Keslingmas*, *37*(3), 270–282.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2016). Dasar Anatomi dan Fisiologi: Pemeliharaan dan kontinuitas tubuh manusia. (23); 918-966.

U.S. Embassy in Bosnia and Herzegovina. (2019). *Air Quality Monitor - Sarajevo*. Instruction Manual, 1-6.

Yunita, P., & Dyah, H. V. (2022). Analisis Paparan Debu Pada Departemen Pemintalan Benang PT. BPTS. 15(1), 16-23.