

**SKRIPSI**

**ANALISIS KADAR *C-REACTIVE PROTEIN* (CRP) PADA WARGA  
YANG BERDOMISILI DI SEKITAR WILAYAH INDUSTRI  
DI KABUPATEN PANGKEP**



Diajukan sebagai syarat meraih Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes) Pada  
Program Studi Diploma Empat (DIV) Teknologi Laboratorium Medis Fakultas  
Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky Makassar

**KARTIKA YUSNIA  
B1D121061**

**PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS  
FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN  
UNIVERSITAS MEGAREZKY  
MAKASSAR**

**2025**

**HALAMAN JUDUL**

**SKRIPSI**

**ANALISIS KADAR *C-REACTIVE PROTEIN* (CRP) PADA WARGA  
YANG BERDOMISILI DI SEKITAR WILAYAH INDUSTRI  
DI KABUPATEN PANGKEP**

**ANALYSIS OF *C-REACTIVE PROTEIN* (CRP) LEVELS IN RESIDENT  
LIVING AROUND INDUSTRIAL AREAS IN PANGKEP REGENCY**

**KARTIKA YUSNIA**

**B1D121061**

**Dibimbing oleh:**

Arlitha Dekayana Akbar, S.Si., M.Kes

Peembimbing I

Dr. Santi, S.Si., M.Si

Pembimbing II

**Penguji**

Desyani Ariza, S.Si., M.Kes

**PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS  
FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN  
UNIVERSITAS MEGAREZKY**

**MAKASSAR**

**2025**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**ANALISIS KADAR *C-REACTIVE PROTEIN* PADA WARGA YANG  
BERDOMISILI DI SEKITAR WILAYAH INDUSTRI  
DI KABUPATEN PANGKEP**

Disusun dan diajukan oleh  
**KARTIKA YUSNIA**  
Nomor Induk Mahasiswa BID121061

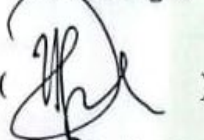
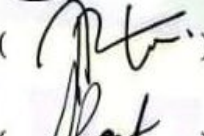

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Pada tanggal 23 Juli 2025  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

**Tim Penguji**

1. Desyani Ariza, S.Si., M.Kes
2. Arlitha Dekayana Akbar, S.Si., M.Kes
3. Dr. Santi, S.Si., M.Si

**Tanda Tangan**

(  )  
(  )  
(  )

Mengetahui,

**Dekan**

**Fakultas Teknologi Kesehatan**



Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si.  
NUPTK. 1350727628230013

**Ketua Program Studi**

**D-IV Teknologi Laboratorium Medis**



Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes.  
NUPTK. 6950765666230332



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM)

UNIVERSITAS MEGAREZKY

SK. Menristekdikti RI. No.1194/KPT/I/2018 Terakreditasi BAN PT

Kampus II : Jalan Antang Raya No. 43 Telp. 0411 - 492 401 - 496401 Fax. 496614 Website : <http://universitasmegarezky.ac.id> Email: [info@universitasmegarezky.ac.id](mailto:info@universitasmegarezky.ac.id)

**KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN**

No. ~~780~~ /T/07.091056/vll /2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syamsyuriyana Sabar, S.Kep., Ns., M.Kep

NIDN : 0915118602

Jabatan : Ketua LPPM

Menyatakan bahwa :

Nama : Kartika Yusnia

NIM : B1D121061

Prodi : DIV Teknologi Laboratorium Medis

Judul Skripsi/KTI : Analisis Kadar *C-Reactive Protein* (CRP) Pada Warga Yang Berdomisili Di  
Sekitar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase 20%** sesuai bukti terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 18 Juli 2025

Ketua,



**Ns. Syamsyuriyana Sabar, M.Kep**

**NIDN: 09 151186 02**

## **MOTTO**

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka  
mengubah keadaan diri mereka sendiri”*

(Q.S Ar-Ra'd ayat 11)

“Yakinlah bahwa do'a dan ridho orang tua ialah kunci utama menuju kesuksesan”

(Krtkysn)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala nikmat berupa kesehatan serta kekuatan dalam proses penyelesaian skripsi ini. Shalawat serta salam selalu terlimpahkan pada Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wa sallam. Skripsi ini saya persembahkan sebagai bukti semangat usaha saya, serta kasih sayang kepada orang – orang yang sangat berharga dalam hidup saya.

1. Pertama, untuk kedua orang tua saya ayahanda Mursaling dan ibunda Nursiah yang telah memberikan dukungan dan do'a yang tiada henti untuk kesuksesan saya, yang menjadi penyemangat serta sebagai sandaran terkuat saya. Terima kasih sudah berjuang untuk kehidupan saya, sehat selalu dan hidup lebih lama lagi untuk selalu ada menemani setiap proses dan pencapaian di hidup saya.
2. Kedua, untuk kakak-kakak saya Kurnia, Muhammad Jufri, Muhammad Ramli, Muhammad Rudi, Muhammad Taufik, Muhammad Hidayat, dan Muh Andi Yudistira, serta adik saya Ahmad Jubair. Terima kasih sudah memberi motivasi, menjadi penyemangat dan juga memberikan segala bantuan dari segi moril maupun finansial.
3. Terakhir, untuk diri saya sendiri Kartika Yusnia terima kasih sudah berjuang hingga sampai di titik ini dan memilih untuk tidak menyerah.

## *CURRICULUM VITAE*



**Kartika Yusnia**

**B1D121061**

- Program Studi : D-IV Teknologi Laboraturium Medis
- Alamat : Antang Raya
- Orang Tua
- a. Bapak : Mursaling
  - b. Ibu : Nursiah
  - c. Alamat : Jln Poros Tonasa II, Kelurahan Sapanang,  
Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene dan  
Kepulauan
- Riwayat Pendidiksn
- a. SD : SDN 11 Pasui
  - b. SMP : SMPN 1 Bungoro
  - c. SMA : SMK PGRI Minasate'ne
  - d. Diploma IV : Universitas Megarezky Makassar
- Prinsip Hidup : Jadilah baik untuk setiap orang yang kita temui.
- Kesan Disaat kuliah : Tentunya selama 4 tahun ini membuat saya lebih  
dewasa, dan banyak pengalaman berharga yang

saya dapatkan, seperti bisa belajar bersama teman dari berbagai daerah dan mendapatkan ilmu yang lebih mendalam.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul:

### **“Analisis Kadar *C-Reactive Protein* (CRP) Pada Warga Yang Berdomisili Di Sekitar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep”**

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes) Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis pada Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Megarezky Makassar. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa hormat dan cinta, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda **Mursaling** dan Ibunda **Nursiah**, yang senantiasa mendoakan, mendampingi, serta memberikan semangat, kasih sayang, dan dukungan moril maupun materil tanpa henti. Tanpa keikhlasan dan do'a dari Ayah dan Ibu, penyusunan skripsi ini tidak akan pernah terwujud.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada:

1. Bapak **Dr. H. Alimuddin, S.H., M.H., M.Kn.**, sebagai Pembina Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar, atas arahan dan pembinaan yang senantiasa menjadi fondasi dalam pengembangan institusi dan mahasiswa.
2. Ibu **Alm. Hj. Suryani, SH., MH.**, sebagai Pendiri Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar, atas dedikasi dan kontribusi luar biasa dalam mendirikan lembaga pendidikan yang menjadi wadah pengembangan ilmu dan karakter.
3. Bapak **Moch Noer Alim Qalby, S.H., L.LM.**, sebagai Ketua Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar, atas dukungan dan kebijakan strategis yang memfasilitasi proses pendidikan dan penelitian secara berkelanjutan.

4. Bapak **Prof. Dr. Anwar Ramli, S.E., M.Si.**, sebagai Rektor Universitas Megarezky Makassar, atas motivasi dan arahnya dalam membangun budaya akademik yang unggul dan berdaya saing.
5. Ibu **Prof. Dra. Apt. Hj. Asnah Marzuki, S.Si., M.Si.**, sebagai Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan, atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama masa studi.
6. Ibu **Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes.**, sebagai Ketua Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, atas bimbingan akademik yang berkelanjutan dan inspiratif.
7. Ibu **Arlitha Dekayana Akbar, S.Si., M.Kes.**, sebagai Dosen Pembimbing Akademik serta Pembimbing I, atas pendampingan dan bimbingan akademik selama masa studi penulis.
8. Ibu **Dr. Santi, S.Si., M.Si.**, sebagai Pembimbing II yang telah memberikan arahan, saran, dan evaluasi dalam penyusunan skripsi ini dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
9. Ibu **Desyani Ariza, S.Si., M.Kes.**, sebagai Penguji utama yang bersedia meluangkan waktu untuk menguji, memberi masukan dan saran.
10. Seluruh Dosen dan Staf Akademik Universitas Megarezky, atas ilmu, perhatian, dan pelayanan yang diberikan selama proses studi.
11. Kepada teman-teman mahasiswa D-IV Teknologi Laboratorium Kelas 2021/B yang telah memberikan semangat dan dukungan sampai selesainya pendidikan. Terkhusus teman kostku (siti saleha) yang selalu menjadi pendengar baik serta memberi dukungan selama pengerjaan skripsi.
12. Kepada teman jalan sekaligus tempat segala keluh kesahku (kakak ita), terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama ini.
13. Dan teruntuk keluarga besarku yang telah memberikan dukungan, motivasi serta bantuan dalam bentuk finansial maupun do'a selama penyusunan skripsi ini. Terkhusus saudara-saudaraku (Kurnia, Jufri, Ramli, Rudi, Taufik, Hidayat, Andi, dan Jubair), juga keponakan-keponakanku (Mifta, Aqra, Qayla, Ilham, Talha, Aina dan Qois), dan tantekku (Nurlina).

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, 20 Desember 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN.....	iii
MOTTO .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
<i>CURRICULUM VITAE</i> .....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
ABSTRAK .....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	7
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
A. Tinjauan Umum Industri Semen .....	9
B. Polusi Udara Akibat Industri Semen.....	11
C. Gangguan Pernapasan .....	17
D. Peradangan/ Inflamasi.....	19
F. Tinjauan Umum <i>C-Reactive Protein (CRP)</i> .....	27

G.	Kerangka Teori.....	36
H.	Kerangka Konsep.....	37
I.	Definisi Operasional .....	37
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
A.	Jenis Penelitian.....	38
B.	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	38
C.	Populasi dan Sampel .....	38
D.	Instrumen Penelitian .....	40
E.	Prosedur Kerja.....	40
F.	Alur Kerja .....	44
G.	Teknik Pengumpulan Data.....	44
H.	Analisis Data .....	45
I.	Etika Penelitian .....	46
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
A.	Hasil .....	47
B.	Pembahasan.....	51
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>60</b>
A.	Kesimpulan .....	60
B.	Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>64</b>

## ABSTRAK

### **KARTIKA YUSNIA BID121061. Analisis Kadar *C-Reactive Protein* (CRP) Pada Warga Yang Berdomisili Di Sekitar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep. Dibimbing oleh Arlitha Dekayana Akbar dan Santi.**

Salah satu dampak negatif dari industri semen adalah pencemaran udara oleh debu. Industri semen merupakan industri dengan proses produksi energi tinggi (high energy) yang menghasilkan emisi polutan seperti (TSP), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), karbon monoksida (CO), juga pencemar-pencemar minor seperti kandungan organik yang bersifat semivolatil atau logam berat. Partikel debu memiliki tingkat toksisitas tinggi dan berbahaya bagi kesehatan, terutama system pernafasan. Untuk mendeteksi adanya infeksi, peradangan atau inflamasi akibat paparan ini, dapat dilakukan pemeriksaan laboratorium dengan parameter *C-Reactive Protein* (CRP). *C-Reactive Protein* (CRP) merupakan salah satu protein fase akut yang disintesis di hati untuk memantau secara non-spesifik penyakit lokal maupun sistemik. Kadar CRP meningkat setelah adanya trauma, infeksi bakteri, dan inflamasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar *C-Reactive Protein* (CRP) pada warga yang berdomisili di sekitar wilayah industr di kabupaten pangkep. Menggunakan pendekatan deskriptif analitik dengan jumlah responden sebanyak 97 orang. Data dikumpulkan dengan kuesioner dan pemeriksaan laboratorium kadar CRP menggunakan metode Lateks Aglutinasi. Hasil penelitian sebanyak 88 responden (90,72%) menunjukkan kadar CRP negatif, sedangkan 9 responden (9,28%) menunjukkan hasil positif, yang terdiri dari 5 orang (5,16%) positif kualitatif, 3 orang (3,09%) positif  $\frac{1}{2}$  dan 1 orang (1,03%) positif  $\frac{1}{4}$ .

**Kata kunci:** Aglutinasi; *C-Reatinin Protein* (CRP); Inflamasi

## ABSTRACT

**KARTIKA YUSNIA BID121061. Analysis of C-Reactive Protein (CRP) Levels in Residents Living Around Industrial Areas in Pangkep Regency. Supervised by Arlitha Dekayana Akbar and Santi.**

One of the negative impacts of the cement industry is air pollution from dust. The cement industry is a high-energy production process that produces pollutant emissions such as TSP, nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), sulfur oxides (SO<sub>x</sub>), carbon monoxide (CO), as well as minor pollutants such as semi-volatile organic compounds or heavy metals. Dust particles have a high level of toxicity and are harmful to health, especially the respiratory system. To detect infection, inflammation, or inflammation due to this exposure, laboratory testing using C-Reactive Protein (CRP) can be performed. C-Reactive Protein (CRP) is an acute-phase protein synthesized in the liver and is used to non-specifically monitor local and systemic diseases. CRP levels increase after trauma, bacterial infections, and inflammation. This study aimed to determine C-Reactive Protein (CRP) levels in residents living around the industrial area in Pangkep Regency. A descriptive analytical approach was used, with 97 respondents. Data were collected using a questionnaire and laboratory CRP levels were examined using the Latex Agglutination method. Eighty-eight respondents (90.72%) had negative CRP levels, while nine (9.28%) had positive results. Five (5.16%) had a qualitative positive result, three (3.09%) had a half-positive result, and one (1.03%) had a 4-digit positive result.

**Keywords: Agglutination; C-Reactive Protein (CRP); Inflammation**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Emisi debu selama berbagai tahap produksi semen.....	12
Gambar 2. 2 Proses Inflamasi .....	27
Gambar 2. 3 Struktur C-Reactive Protein .....	29
Gambar 2. 4 Sintesa CRP .....	29
Gambar 2. 5 C-Reactive Protein Secara Kualitatif .....	33
Gambar 2. 6 Kerangka Teori.....	36
Gambar 2. 7 Kerangka Konsep.....	37
Gambar 3. 1 Alur kerja .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Distribusi Responden Berdasarkan Usia, Jenis Kelamin, Lama Menetap, dan Penggunaan APD .....	47
Tabel 4. 2 Distribusi Responden Berdasarkan Gejala.....	48
Tabel 4. 3 Distribusi Responden Berdasarkan Keluhan Kesehatan.....	49
Tabel 4. 4 Distribusi Hasil Pemeriksaan CRP .....	50
Tabel 4. 5 Hubungan Kadar CRP Dengan Lama Menetap dan Hubungan Kadar CRP Dengan Penggunaan APD.....	50

## DAFTAR SINGKATAN

CRP	: <i>C-Reactive Protein</i>
LED	: Laju Endap Darah
PCT	: Procalcitonin
TSP	: <i>Total Suspended Particulate</i>
PM	: <i>Particulate Matter</i>
Hs-CRP	: <i>High-sensitivity C-Reactive Protein</i>
NO <sub>x</sub>	: Nitrogen Oksida
SO <sub>x</sub>	: Sulfur Oksida
CO	: Karbon Monoksida
SO <sub>2</sub>	: Sulfur Dioksida
CaO	: Calsium Oksida
O <sub>3</sub>	: Ozon
Pb	: Timbal
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
ISPA	: Infeksi Saluran Pernapasan Akut
PPOK	: Penyakit Paru Obstruktif Kronik

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian.....	64
Lampiran 2 Master Data.....	69
Lampiran 3 Informed Consent .....	74
Lampiran 4 Kuesioner Penelitian .....	75
Lampiran 5 Izin Penelitian .....	77
Lampiran 6 Kode Etik .....	79
Lampiran 7 <i>Plagiarism Scan Report</i> .....	80

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Industri semen Adalah sektor industri dengan proses produksi energi tinggi (high energy), karena membutuhkan banyak bahan bakar pada saat proses pembakaran di kalsiner dan tanur (kiln). Buangan dari industri semen ke udara meliputi materi partikulat tersuspensi (TSP), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), karbon monoksida (CO), serta kontaminan minor seperti senyawa organik yang bersifat semivolatil atau logam berat (Anwar dkk., 2019).

PT. Semen Tonasa, salah satu produsen semen terbesardi Kawasan timur indonesia , berlokasi di Desa Biringere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep, sekitar 68 kilometer dari kota Makassar, yang menempati lahan seluas 1.571 hektar. Perseroan yang memiliki kapasitas terpasang kurang lebih 7,4 Juta ton semen per tahun ini mempunyai empat unit pabrik, yaitu Pabrik Tonasa Unit II, III, IV dan V. Keempat unit pabrik tersebut menggunakan proses kering dengan kapasitas masing-masing 700.000 ton semen pertahun untuk unit II dan III, serta 3.000.000 ton semen per tahun untuk unit IV dan V yang diproyeksikan mampu memenuhi kebutuhan Semen Nasional. Didukung dengan ketersediaan bahan baku yang berlimpah, pabrik ini diperkirakan akan terus beroperasi untuk turut memberikan sumbangsih kepada Negara dan berkontribusi pada perekonomian nasional hingga 40 tahun ke depan. Lokasi pabrik yang berada di Sulawesi Selatan yang merupakan pintu gerbang

Kawasan Timur Indonesia, sangat menguntungkan dalam menyuplai permintaan semen di seluruh provinsi di kawasan tersebut (Anwar dkk., 2019).

Udara yang berkualitas ialah kebutuhan dasar bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Kendati demikian, polusi udara masih menjadi ancaman nyata pada Kesehatan global. Sektor industri semen diketahui memproduksi polutan udara yang berbahaya bagi kesehatan. Emisi dominan dari industri semen meliputi debu/*particulate matter* (PM), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), dan oksida nitrat (NO<sub>2</sub>). Materi partikulat menunjukkan derajat toksisitas terbesar dibandingkan dengan polutan udara lainnya, menjadikannya ancaman yang paling berbahaya bagi kesehatan. Partikel semen memiliki dampak iritasi pada kulit, mata dan sistem pernapasan (Syauqie dkk., 2017).

Sektor industri menghasilkan polusi udara baik di dalam maupun di luar lingkungan kerja sehingga mempengaruhi sistem pernafasan. Berbagai kelainan saluran pernafasan dan paru bisa timbul akibat paparan partikel dari proses industri. Salah satu dampak negatif dari industri semen adalah pencemaran udara oleh debu. Debu yang dihasilkan oleh kegiatan industri semen terdiri dari debu yang dihasilkan pada waktu pengadaan bahan baku dan selama proses pembakaran serta debu yang dihasilkan selama pengangkutan bahan baku ke pabrik dan mencakup proses pengemasan. Bahan pencemar tersebut dapat berpengaruh terhadap lingkungan dan manusia (Muhusari, 2019).

Data dari 3 (tiga) puskesmas yang berada di sekitar industri PT. Semen Tonasa Kabupaten Pangkep menunjukkan bahwa berdasarkan rekapitulasi 10 penyakit terbanyak pada tahun 2016 dan 2017, kunjungan berobat pasien

didominasi oleh penyakit saluran pernapasan. Pada tahun 2016, sebanyak 922 (8,75%) kasus ISPA dan 1182 (11,22%) kasus batuk dilaporkan di Puskesmas Bungoro, sebanyak 446 (4,74%) kasus ISPA dan 1413 (15,01%) kasus batuk dilaporkan di Puskesmas Taraweang, dan sebanyak 2672 (21,2%) kasus batuk dilaporkan di Puskesmas Kalabirang. Pada tahun 2017, sebanyak 922 (8,75%) kasus ISPA dan 1182 (11,22%) kasus batuk dilaporkan di Puskesmas Bungoro, sebanyak 853 (7,84%) kasus ISPA dan 1436 (13,21%) kasus batuk dilaporkan di Puskesmas Taraweang, dan sebanyak 939 (18,77%) kasus ISPA dilaporkan di Puskesmas Kalabirang (Anwar dkk., 2019).

Adapun untuk kejadian penyakit ISPA, menunjukkan bahwa terdapat 11% atau 54 orang dari total 511 orang di desa Bara Batu yang terdiagnosa ISPA. Kejadian ISPA di desa Bara Batu disebabkan beberapa faktor, seperti wilayah yang dekat dengan Industri Semen, Marmer, dan proyek rel kereta api. Banyak debu hasil dari industri tersebut, sehingga mencemari udara di desa bara batu (Aqida dkk., 2024).

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) adalah suatu penyakit yang mengganggu salah satu atau beberapa bagian dari saluran napas, dan dalam kondisi yang parah, ISPA dapat mengakibatkan kematian. ISPA ialah faktor dominan dengan memicu kesakitan serta angka kematian pada penyakit infeksius secara global, menyebabkan kematian hampir empat juta orang setiap tahun. Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) tetap menjadi permasalahan kesehatan global, menyebabkan kematian hampir empat juta orang setiap tahun

akibat infeksi yang diakibatkan agen virus serta mikroba dengan terdispersi di atmosfer dan masuk ke saluran pernapasan manusia (Aqida dkk., 2024).

Insiden ISPA pada negara berkembang makin besar, mencapai 2-10 kali lipat dibandingkan negara maju. Debu merupakan faktor utama yang menyebabkan kematian di seluruh dunia, dan industri semen menjadi salah satu penyumbang utama debu. Industri semen berkembang pesat di Indonesia, dengan penjualan semen mencapai 55,9 juta ton pada periode Januari-Oktober 2015, naik 2,1% dari periode yang sama tahun sebelumnya. Hal ini berkontribusi pada polusi udara, yang merupakan masalah kesehatan global yang mempengaruhi jutaan jiwa. Aktivitas industri dapat mencemari lingkungan, termasuk pencemaran udara dari asap dan debu, yang merusak kualitas lingkungan dan mempengaruhi kualitas hidup masyarakat di sekitar kawasan industri tersebut (Aqida dkk., 2024).

Gas karbon monoksida (CO) mengganggu pengikatan oksigen dalam darah karena kemampuannya untuk lebih mudah terikat oleh hemoglobin daripada oksigen atau gas lainnya, yang dapat menyebabkan sesak napas. Partikel total tersuspensi (TSP) memiliki dampak negatif baik jangka panjang (misalnya, mengurangi fungsi paru-paru) maupun jangka pendek (seperti batuk, dahak, dan kesulitan bernapas). Gejala pernapasan yang umum terjadi karena paparan TSP termasuk batuk, kesulitan bernapas, bersin, dan produksi dahak (Aqida dkk., 2024).

Berdasarkan data dari tiga puskesmas yang berada di sekitar industri PT. Semen Tonasa Kabupaten Pangkep tersebut, dapat disimpulkan bahwa paparan

polusi udara dari industri semen, terutama debu dan partikel halus (PM10), dapat memicu inflamasi sistemik yang ditandai dengan peningkatan kadar CRP dalam darah. Kadar CRP yang tinggi mencerminkan respon inflamasi tubuh terhadap polutan yang berbahaya bagi kesehatan, terutama sistem pernapasan dan kardiovaskular. Polusi dari industri semen berpotensi meningkatkan resiko inflamasi kronis pada penduduk sekitar.

Adanya inflamasi atau kerusakan pada jaringan atau organ tubuh akan direspon tubuh dengan cara sekresi protein fase akut penanda inflamasi, salah satunya adalah *C-Reactive Protein* (CRP). CRP disintesis dalam hepar, muncul secara non spesifik sebagai tanda adanya penyakit lokal maupun sistemik. Kadar CRP meningkat setelah adanya trauma, inflamasi dan infeksi bakteri sehingga digunakan sebagai biomarker peradangan fase akut yang mudah dan murah serta penanda prognostik adanya inflamasi (Pramonodjati dkk., 2019).

Identifikasi keberadaan infeksi peradangan atau inflamasi dapat dilakukan dengan pemeriksaan laboratorium, Pemeriksaan laboratorium klinik merupakan sistem yang dapat menentukan keputusan mengenai suatu diagnosis penyakit melalui hasil laboratorium. Pemeriksaan yang dapat membantu mendiagnosa dan mendeteksi adanya kelainan yang ada dalam tubuh, salah satu parameter pemeriksaan penanda inflamasi yaitu *C-Reactive Protein* (CRP). *C-Reactive Protein* (CRP) juga merupakan salah satu protein fase akut yang disintesis di hati untuk memantau secara non-spesifik penyakit lokal maupun sistemik. Kadar CRP meningkat setelah adanya trauma, infeksi

bakteri, dan inflamasi. CRP juga dijadikan sebagai penanda prognostik untuk inflamasi (Bastian dkk., 2022).

Inflamasi adalah respon imun alami pada ancaman patogen, cedera dan trauma metabolik. Indikasi terjadinya inflamasi dapat diketahui dengan adanya peningkatan kadar CRP dari dalam tubuh. Selama gangguan inflamasi, konsentrasi pada plasma CRP dapat mengalami kenaikan hingga 1000 kali lipat ketika terjadi peradangan akut. CRP adalah protein fase akut pada manusia yang digunakan sebagai diagnosis dan pemantuan penyakit yang diakibatkan peradangan atau inflamasi pada tubuh. Pemeriksaan CRP dapat dilakukan salah satunya menggunakan metode latex aglutinasi. Kelebihan dari metode ini adalah murah, mudah dan cepat (Fitria dkk., 2022).

Penelitian sebelumnya mengenai gambaran kadar CRP pada pekerja bengkel yang dilakukan oleh Fitria dkk, dari penelitiannya dapat disimpulkan bahwa adanya kenaikan kadar CRP yang dipengaruhi oleh faktor usia dan penggunaan APD (Fitria dkk., 2022).

Studi lain yang dilakukan oleh sari dkk, (2025) mengenai dampak industri pabrik semen terhadap kondisi permukiman di sekitarnya, dari hasil yang di temukan dapat disimpulkan bahwa keberadaan industri semen di sekitar permukiman dapat menimbulkan dampak negatif , salah satunya kondisi kualitas udara yang berpotensi merusak kesehatan.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti bermaksud melakukan penelitian mengenai Analisis Kadar *C-Reactive Protein* (CRP) Pada Warga Yang Berdomisili Di Sekitaar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana kadar *C-Reactive Protein* (CRP) Pada Warga Yang Berdomisili Di Sekitar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep”?

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui kadar *C-Reactive Protein* (CRP) Pada Warga Yang Berdomisili Di Sekitar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep.
2. Untuk mengetahui hubungan kadar *C-Reactive Protein* (CRP) dengan lama menetap warga yang berdomisili di sekitar wilayah industry di kabupaten pangkep.
3. Untuk mengetahui hubungan kadar *C-Reactive Protein* (CRP) dengan penggunaan alat pelindung diri (APD) pada warga yang berdomisili di sekitar wilayah industry di kabupaten pangkep.

## **D. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah dan mengembangkan informasi, serta pemikiran dan ilmu pengetahuan yang khususnya berkaitan dengan analisis kadar *C-Reactive Protein* (CRP) Pada Warga Yang Berdomisili Di Sekitar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti

Sebagai tambahan ilmu pengetahuan dan tambahan pengalaman penulis

mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan selama proses perkuliahan.

b. Bagi institusi

Dalam bidang akademik, hasil penelitian ini dapat menambah referensi dalam mengungkapkan hubungan paparan polusi udara dan inflamasi yang diukur melalui kadar CRP.

c. Bagi masyarakat

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi dan menambah wawasan mengenai resiko kesehatan akibat polusi udara dari pabrik semen.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum Industri Semen**

Kemajuan ekonomi di Indonesia terus berlanjut pada berbagai bidang. Salah satunya adalah perkembangan disektor Industri semen. Salah satu produsen semen dalam negeri yang sedang menikmati dampak dari pertumbuhan Industri semen di Indonesia adalah PT. Semen Tonasa. Perusahaan semen yang berkantor pusat di desa Biringere, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan yang berdiri sejak tahun 1968 merupakan ikon pembangunan Sulawesi Selatan karena merupakan Industri semen pertama di Kawasan Timur Indonesia. Pada tahun 2014 PT Semen Tonasa telah memproduksi semen sebanyak 6,7 ton dengan perolehan pendapatan sebesar 65.3 triliun menjadikan PT Semen Tonasa sebagai salah satu produsen semen terbesar di Indonesia. Ditengah kemajuan pertumbuhan industri PT.Semen tonasa 2 saat ini, jika dilihat dari sisi jumlah pendapatan pertahun, tentu saja akan menimbulkan dampak yang besar terhadap masyarakat dan lingkungan desa Biringere pangkep (Faturrahmi, 2018).

Desa Biringere merupakan salah satu dari 5 (lima) desa dan 3 (tiga) kelurahan di area kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep yang terletak 11 Km kearah timur dari Kecamatan Bungoro. Penduduk di sekitar pabrik PT Semen Tonasa sering mengeluhkan dampak polusi udara yang ditimbulkan pabrik ketika sedang beroperasi karena mengeluarkan asap tebal dan debu yang menempel ke rumah warga setempat setebal satu centimeter, selain hal tersebut

dari aktivitas pabrik juga menimbulkan kebisingan pada saat dilakukan pengeboman bahan baku. Lokasi desa Biringere ini merupakan zona terdekat dari pabrik PT. Semen Tonasa. Sehingga desa ini sangat terkena dampak dari aktivitas industri semen PT. Semen Tonasa (Faturrahmi, 2018).

Semen didefinisikan sebagai bahan perekat yang mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan terdiri atas 3 komponen yaitu: bahan baku utama, bahan pengoreksi dan bahan tambahan. Bahan utama antara lain adalah batu kapur (limestone) sebagai sumber calcium oksida ( $\text{CaO}$ ), pasir silika sebagai sumber silika yaitu: bahan baku utama, bahan pengoreksi dan bahan tambahan. Bahan utama antara lain adalah batu kapur (limestone) sebagai sumber calcium oksida ( $\text{CaO}$ ), pasir silika sebagai sumber silika oksida ( $\text{SiO}_2$ ), tanah liat (clay) sebagai sumber aluminium oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ), dan pasir besi (iron sand) sebagai sumber besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Bahan pengoreksi seperti pasir silika (sebagai bahan pengoreksi silika) dan pasir besi (sebagai pengoreksi besi). Bahan tambahan (aditif) seperti gipsum, abu terbang (fly ash), trass, dan batu kapur (limestone). Tanah liat berfungsi sebagai sumber-sumber oksida alumina, besi dan silika. Pasir silika mengandung  $\text{SiO}_2$  lebih dari 70%. Bahan ini terbentuk dari pelapukan unsur-unsur alkali tanah. Tanah liat di alam berupa campuran berbentuk clay atau shale Bahan aditif atau bahan tambahan dicampurkan ke klinker yang bertujuan untuk memperbaiki sifat fisika dan kimia semen. Bahan tambahan yang digunakan yaitu gipsum, abu terbang dan batu kapur. Semen tersebut disebut sebagai semen campuran (blended cement) (Rachmani, 2019).

Semen ialah produk manufaktur dengan memanfaatkan bahan baku berupa: batu kapur / limestone dan tanah liat sebagai bahan utama yang di proses melalui penghancuran, pencampuran dan pembakaran menghasilkan klinker. Kemudian dilakukan proses penggilingan Klinker ditambah dengan gipsum ( $\text{CaSO}_4$ ) dalam proporsi yang sesuai dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (Rachmani, 2019).

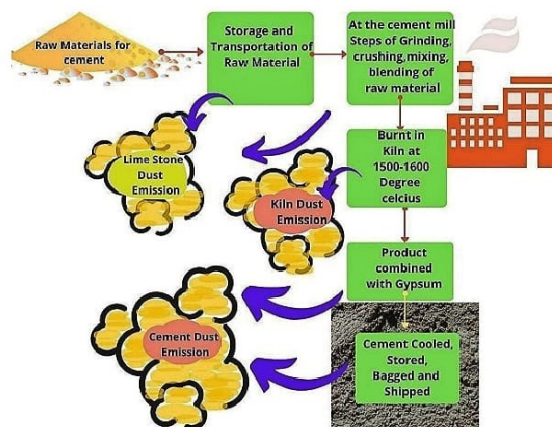
## **B. Polusi Udara Akibat Industri Semen**

Polusi udara adalah faktor risiko lingkungan terbesar dan menjadi ancaman nyata bagi kesehatan di seluruh dunia. Polusi udara ialah kombinasi dari partikel solid dan gas di udara. Polusi udara umumnya mengandung *Particulate Matter* (PM), ozon ( $\text{O}_3$ ), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), dan timbal (Pb). Sumber polusi dapat berasal dari kegiatan manusia (antropogenik) maupun kejadian alam. Sumber polusi antropogenik utama adalah kendaraan bermotor, pembangkit tenaga listrik, dan industri. Industri semen teridentifikasi sebagai penghasil polutan udara yang berbahaya bagi kesehatan. Empat jenis polutan utama dari industri semen adalah PM,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , dan merkuri (Hg) (Chicamy dkk., 2019).

Pabrik semen merupakan sumber pencemar yang berat. Setiap proses produksi berdampak buruk bagi lingkungan, baik dari proses penyediaan bahan baku hingga proses produksi. Bahan baku berasal dari penambangan batu kapur. Dimana pegunungan-pegunungan kapur akan terkikis, lama-lama keberadaannya hilang. Keadaan tersebut dapat menyebabkan rusaknya

ekosistem hutan kapur. Berubahnya aliran air, hilangnya mata air dan bahkan air sungainya (Sulasmi dkk., 2022).

Pada proses pembuatan semen disemburkan debu dan gas beracun. Penggunaan teknik penyaringan yang canggih belum dapat menurunkan nitrogen oksida serta sulfur oksida. Secara keseluruhan di dunia, industri semen menyumbang sebanyak 3 miliar ton gas rumah kaca atau sekitar 9% emisi CO<sub>2</sub> (Sulasmi dkk., 2022).



**Gambar 2. 1 Emisi debu selama berbagai tahap produksi semen.**  
(Sumber: Ahmad dkk., 2021)

Kegiatan produksi semen ini akan menimbulkan dampak yang tidak kecil, terutama terhadap lingkungan dan kehidupan masyarakat disekitar pabrik. Dampak biasanya bersifat negatif, namun tidak menutup kemungkinan memberi pengaruh positif. Masyarakat akan lebih fokus terhadap dampak negatif yang mungkin muncul. Hal ini karena dampak negatif biasanya akan menimbulkan kerugian, baik cepat maupun lambat. Dampak negatif akan menjadi ketakutan tersendiri pada masyarakat. Kondisi inilah yang menjadi

penyebab terjadinya kasus-kasus penolakan pendirian pabrik semen di beberapa daerah (Sulasmi dkk., 2022).

Debu semen diklasifikasikan menjadi 2 jenis utama, yaitu semen alam dan buatan (Portland) semen. Semen portland adalah campuran dari kalsium oksida, silikon oksida, aluminium trioksida, oksida besi dan magnesium oksida. Debu semen memiliki efek iritasi pada kulit, mata dan sistem pernapasan (Muhusari, 2019).

Pengaruh pencemar debu terhadap alat-alat pernafasan tergantung pada sifat fisis, kimia, maupun fisiologis. Ada 4 alternatif pengaruh fisis terhadap partikel debu, yaitu : Debu yang memiliki ukuran  $5 \mu$  atau lebih akan ikut jatuh sejalan dengan percepatan gravitasi dan bila terhirup melalui pernafasan biasanya lebih banyak jatuh pada alat pernafasan bagian atas sehingga memberikan gangguan berupa iritasi yaitu pharyngitis yang mudah diobati (Subarkah dkk., 2018).

Debu yang berukuran  $3-5 \mu$  akan jatuh lebih ke arah dalam yaitu pada saluran pernafasan. Hanya bedanya disini lebih banyak memiliki aspek patologis yaitu menimbulkan penyakit-penyakit bronchitis, alergi atau asthma. Debu yang berukuran  $1-3 \mu$  akan jatuh lebih dalam lagi sampai pada alveoli. Debu-debu ini karena sudah mengadakan hambatan terhadap fungsi alveoli sebagai media pertukaran gas zat asam/asam arang, maka dengan melekatnya debu-debu dengan ukuran ini pada alveoli akan memberikan gangguan terhadap kemampuan proses pertukaran gas. Debu yang mempunyai ukuran  $0,1-1,0 \mu$ , karena sangat kecil dan tidak memiliki berat ternyata tidak

dapat menempel pada permukaan alveoli, tetapi mengikuti gerakan Brown dan berada dalam bentuk suspensi (Subarkah dkk., 2018).

Komponen utama *Particulate matter* (Pm) adalah sulfat, nitrat, amonia, natrium klorida, karbon hitam, mineral, dan air. *Particulate matter* dibagi berdasarkan diameter menjadi pm<sub>10</sub> (diameter > 2,5-10  $\mu\text{m}$ ), Pm<sub>2,5</sub> (diameter < 2,5  $\mu\text{m}$ ), dan Pm<sub>0,1</sub> (diameter < 0,1  $\mu\text{m}$ ). Paparan jangka pendek dan jangka panjang Pm terhadap pekerja dan penduduk yang tinggal di sekitar pabrik semen dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, penyakit diabetes melitus tipe 2, dan meningkatkan angka rawatan di rumah sakit (Chicamy dkk., 2019).

Polutan seperti pm, O<sub>3</sub>, dan NO<sub>2</sub> bersifat oksidan yang akan menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS). Polutan dapat memengaruhi kesehatan manusia melalui mekanisme stres oksidatif disfungsi endotel, dan inflamasi. Stres oksidatif berbahaya bagi tubuh karena menginduksi kerusakan DNA, sel dan enzim-enzim. Radikal bebas juga dapat mengoksidasi LDL yang memicu terjadinya penumpukan plak dan aterosklerosis (Chicamy dkk., 2019).

Dampak buruk polusi udara bagi kesehatan polusi udara terdiri dari berbagai komponen seperti partikel halus (Pm<sub>2.5</sub>), partikel kasar (Pm<sub>10</sub>), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), dan ozon troposferik (O<sub>3</sub>). Paparan jangka panjang terhadap polusi udara ini telah terbukti berkaitan dengan sejumlah masalah kesehatan yang serius (Aryanata & Maharani, 2023).

Beberapa dampak buruknya meliputi:

- Gangguan Pernapasan: Partikel-partikel kecil dalam udara seperti Pm2.5 dapat meresap ke dalam paru-paru dan bahkan masuk ke aliran darah. Ini dapat menyebabkan gangguan pernapasan seperti asma, bronkitis, dan pneumonia.
- Penyakit Kardiovaskular: Paparan terus-menerus terhadap polusi udara telah terhubung dengan peningkatan risiko penyakit jantung dan stroke. Partikel-partikel polutan dapat merusak pembuluh darah dan memicu peradangan dalam sistem kardiovaskular.
- Gangguan Perkembangan Janin: Wanita hamil yang terpapar polusi udara berisiko mengalami komplikasi kehamilan, kelahiran prematur, atau gangguan perkembangan janin.
- Penyakit Kronis: Paparan jangka panjang terhadap polusi udara telah dikaitkan dengan perkembangan penyakit kronis seperti penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) dan kanker paru-paru.
- Penurunan Fungsi Paru-paru: Anak-anak dan orang tua lebih rentan terhadap dampak polusi udara. Paparan jangka panjang dapat menyebabkan penurunan fungsi paru-paru pada anak-anak dan memperburuk kondisi pada orang tua (Aryanata & Maharani, 2023).

Adanya debu di dalam alat pernafasan, maka tubuh dapat memberikan berbagai reaksi, yaitu : Debu yang menetap pada lokasi saluran pernafasan atas akan memberikan reaksi iritasi dengan akibat yang dapat ditimbulkan berupa pharyngitis. Reaksi yang timbul untuk mengeluarkan debu adalah refleksi

batuk, yang lama-lama debu dapat keluar bersama dengan keluarnya riak. Debu-debu yang sudah berada dalam jaringan paruparu lama-lama semakin banyak yang tertimbun akan menimbulkan suatu penyakit yang disebut pneumoconiosis, yaitu penyakit paru-paru dimana tertimbunnya debu-debu (Subarkah dkk., 2018).

Partikel debu akan berada di udara dalam kurung waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara kemudian masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan. Selain dapat membahayakan terhadap kesehatan juga dapat mengganggu daya tembus pandang mata dan dapat mengadakan berbagai reaksi kimia sehingga komposisi debu di udara menjadi pertikel yang sangat rumit karena merupakan campuran dari berbagai bahan dengan ukuran dan bentuk yang relatif berbeda-beda (Subarkah dkk., 2018).

Ada tiga cara masuknya bahan polutan seperti debu dari udara ke tubuh manusia, yaitu melalui inhalasi, ingesti, dan penetrasi kulit. Inhalasi bahan polutan dari udara dapat menyebabkan gangguan di paru dan saluran nafas. Bahan polutan yang cukup besar tidak jarang masuk ke saluran cerna. Selain itu juga batuk merupakan suatu mekanisme untuk mengeluarkan debu-debu tersebut. Bahan polutan dari udara juga dapat masuk ketika makan atau masuk ke saluran cerna. Bahan polutan dari udara juga dapat menjadi pintu masuk bahan polutan di udara, khususnya bahan organik dapat melakukan dan dapat menimbulkan efek sistemik (Subarkah dkk., 2018).

### C. Gangguan Pernapasan

Gangguan pernapasan timbul sebagai akibat dari pajanan bahan pencemar udara atau emisi yang dihasilkan selama proses produksi seperti debu (Siswati & Diyanah, 2017). Gangguan pernapasan akibat inhalasi debu dipengaruhi beberapa faktor, antara lain faktor debu itu sendiri, yaitu ukuran partikel, bentuk, daya larut, konsentrasi, sifat kimiawi, lama pajanan, dan factor individu berupa mekanisme pertahanan tubuh. Debu industri yang terdapat dalam udara dibagi dua yaitu deposit particulate matter yaitu partikel debu yang hanya sementara berada di udara, partikel ini segera mengendap di udara oleh karena gaya gravitasi bumi, dan suspended particulate matter yaitu debu yang tetap berada di udara dan tidak mengendap (Agustina, 2021).

Keluhan gangguan pernapasan merupakan adanya gangguan pada saluran pernapasan akibat selalu terpapar polutan udara. Besar risiko terjadinya keluhan gangguan pernapasan akan semakin bertambah seiring dengan lama individu terpapar polutan udara. Keluhan gangguan pernapasan yang dialami pada seseorang seperti batuk, berdehahak, batuk berdehahak, sesak napas, napas berbunyi (mengi), serta penyakit pada dada dapat dijadikan tanda awal terjadinya kerusakan pada paru. Batuk dan sesak napas merupakan keluhan gangguan pernapasan yang paling banyak terjadi (Adjani & Siregar, 2023).

Berbagai material yang terkandung di dalam PM2.5 dapat menyebabkan berbagai gangguan saluran pernafasan seperti infeksi saluran pernafasan akut (ISPA), kanker paru, penyakit kardiovaskuler, asma, Penyakit paru-paru obstruktif kronis. Gangguan tersebut disebabkan oleh pembengkakan dan luka

oleh pajanan PM2.5 yang masuk ke dalam saluran pernafasan dan mengendap di alveoli paru-paru (Duppa dkk., 2020).

Menurut Duppa dkk, (2020) beberapa gangguan pernapasan akibat polusi udara yaitu:

- Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan penyakit gangguan pernapasan yang disebabkan oleh bakteri, virus, dan polusi. Gejala ISPA bisa dimulai dari asap rokok, polusi dan lain sebagainya. Meningkatnya polusi udara dapat meningkatkan juga penyakit ISPA, sehingga harus ditanggapi secara cepat.

- Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) merupakan salah satu penyakit tidak menular yang dapat menyebabkan kesakitan kronik dan kematian individu di seluruh dunia dengan angka mortalitas dan morbiditas yang cukup tinggi. PPOK saat ini berisiko untuk semua kalangan, terutama usia dewasa dan lansia. Beberapa faktor yang dapat mengakibatkan PPOK adalah genetik, riwayat penyakit infeksi pernapasan, jenis kelamin, usia, gizi, asap rokok, polusi udara dalam dan luar ruangan, serta gaya hidup.

- Asma

Asma adalah penyakit heterogen yang ditandai dengan inflamasi kronik saluran napas dengan gejala respirasi berupa mengi, sesak, rasa tidak nyaman di dada dan batuk yang meningkat pada waktu tertentu dan terdapat hambatan saluran napas pada ekspirasi. Gejala yang ditimbulkan

asma seringkali dipicu oleh berbagai faktor, antara lain latihan fisis, alergen, pajanan alergen, perubahan cuaca dan infeksi pada saluran napas. Polusi udara dapat menyebabkan stres oksidatif melalui mekanisme deplesi antioksidan sehingga menyebabkan kerusakan saluran napas dan menimbulkan asma. Polusi udara dapat berinteraksi dengan dinding saluran napas menyebabkan perubahan struktur pada saluran napas atau remodelling saluran napas sehingga menyebabkan asma melalui berbagai cara.

- **Kanker Paru**

Kanker paru merupakan suatu keganasan pada paru yang disebabkan oleh perubahan genetika pada sel epitel saluran nafas, sehingga terjadi proliferasi sel yang tidak terkontrol. Keganasan ini dapat berasal dari organ paru itu sendiri (primer) maupun yang berasal dari luar paru (metastasis). Adapun jenis polusi udara yang dianggap sangat berpengaruh terhadap peningkatan risiko kanker paru-paru adalah *particulate matter* (PM) 2.5, yaitu partikel halus yang memiliki ukuran di bawah 2,5 mikrometer. Bila PM 2.5 terhirup dalam jangka waktu yang lama, partikel tersebut dapat menumpuk di dalam sistem pernapasan sehingga berisiko mengiritasi dan merangsang terjadinya mutasi sel di dalam paru-paru.

#### **D. Peradangan/ Inflamasi**

Inflamasi atau peradangan adalah respon tubuh terhadap luka, infeksi/kontaminasi, antigen atau kerusakan sel, sehingga menandakan terdapat sesuatu yang berbahaya atau berpenyakit pada tubuh. Inflamasi juga

merupakan respons protektif terhadap kerusakan atau infeksi sel. Inflamasi terjadi melalui proses yang kompleks dan melibatkan sel-sel inflamasi yang pada intinya akan mengidentifikasi jaringan yang terlibat, selanjutnya merekrut leukosit ke jaringan, menghilangkan penyebab inflamasi dan memulihkan bagian sel yang rusak. Inflamasi ini dipicu oleh beberapa faktor seperti terjadinya infeksi yang tidak dapat ditangani dengan baik dan bahkan paparan polutan seperti bahan kimia dan polusi udara. Selanjutnya gangguan autoimun juga menjadi faktor pemicu terjadinya inflamasi pada tubuh (Rambe & Yuniarti, 2023).

Inflamasi dibedakan atas inflamasi akut dan inflamasi kronis. Inflamasi akut memiliki respon awal yang cepat terhadap infeksi dan kerusakan jaringan lalu berkembang dalam beberapa menit atau jam dan berlangsung singkat (selama beberapa jam atau hari). Sedangkan Inflamasi kronis adalah respon yang berlangsung lama (minggu atau bulan) dimana inflamasi, cedera jaringan, dan upaya perbaikan terjadi secara berdampingan. Inflamasi kronis merupakan respon yang berkepanjangan terhadap rangsangan persisten yang mungkin terjadi karena inflamasi akut yang tidak terselesaikan atau menjadi kronis (Rambe & Yuniarti, 2023).

Inflamasi merupakan suatu mekanisme tubuh untuk melindungi diri dari berbagai mikroorganisme yang akan menyebabkan gangguan didalam tubuh. Pada proses ini sel akan melakukan pelepasan berbagai sitotoksin proinflamasi, termasuk protein fase aktif seperti CRP dan fibrinogen. Apabila kadar fibrinogen mengalami peningkatan dari nilai normal maka faktor inilah yang

menyebabkan tingginya kadar LED. Pemeriksaan LED dan CRP dijadikan pemeriksaan yang sering dilakukan pada saat terjadi inflamasi yang memiliki sifat non spesifik, namun keduanya memiliki perbedaan. CRP lebih berperan dan memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan LED selama proses inflamasi didalam tubuh. Beberapa indikator penanda inflamasi antara lain laju endap darah (LED) dan *C-Reactive Protein* (CRP) (Kresnayanto dkk., 2023).

Pemeriksaan LED dan CRP adalah dua pemeriksaan laboratorium yang paling sering diukur dalam menilai respon suatu proses inflamasi sistemik pada suatu penyakit. Pada infeksi, inflamasi, degeneratif dan keganasan, nilainya akan meningkat, seperti halnya peningkatan nilai CRP, fibrinogen, dan imunoglobulin. CRP adalah indikator inflamasi paling sensitif saat ini. CRP adalah protein yang ditemukan dalam darah diproduksi oleh hepar akan meningkat sebagai respons terhadap infeksi, luka, atau inflamasi. CRP merupakan salah satu protein fase akut, yang berarti nilainya akan meningkat pada reaksi inflamasi sebagai respons terhadap peradangan. Pada tahap aktif didapatkan kadar CRP yang meningkat tinggi, sedangkan pada waktu mereda atau setelah diterapi, kadar CRP berangsur menurun. Pada keadaan tertentu dengan reaksi radang atau kerusakan jaringan (nekrosis), baik yang disebabkan oleh penyakit infeksi maupun yang bukan oleh karena infeksi (Kresnayanto dkk., 2023).

## E. Pemeriksaan Untuk Menentukan Peradangan

### 1. Pemeriksaan *C-Reactive Protein* (CRP)

*C-Reactive Protein* (CRP) merupakan protein fase akut yang ditemukan dalam serum normal dalam jumlah yang sangat sedikit. Kadar CRP bisa meningkat sampai 100 kali dalam kondisi tertentu, misalnya reaksi inflamasi kerusakan jaringan akibat penyakit infeksi maupun non infeksi. Sintesa CRP di hati bekerja sangat cepat setelah ada rangsangan, konsentrasi serum meningkat diatas 5 mg/L selama 6-8 jam dan mencapai puncak sekitar 24-48 jam. Kadar CRP akan menurun pesat bila proses peradangan atau kerusakan jaringan. Kadar CRP mereda atau normal kembali dalam waktu sekitar 24 - 48 jam. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kadar CRP yaitu usia, jenis kelamin dan status merokok. Peningkatan kadar CRP ini merupakan salah satu faktor resiko yang berkaitan dengan kematian, angka kematian tertinggi dilaporkan pada kelompok lanjut usia (Marrena dkk., 2023).

Pemeriksaan kadar CRP dalam darah merupakan salah satu pemeriksaan yang dapat mendeteksi adanya peradangan pada tahap awal. CRP adalah salah satu penanda inflamasi yang disintesis di hati untuk memantau secara non-spesifik penyakit lokal maupun sistemik. Kadar CRP meningkat diakibatkan oleh adanya trauma, infeksi bakteri dan inflamasi (peradangan dan kerusakan jaringan). CRP juga salah satu dari beberapa protein yang sering disebut sebagai fase akut dan digunakan untuk

memantau perubahan-perubahan dalam fase inflamasi akut yang dihubungkan dengan banyak penyakit infeksi (Shari, 2024)

## 2. Pemeriksaan Laju Endap Darah (LED)

Pemeriksaan LED merupakan pemeriksaan awal yang murah dan mudah dalam mendeteksi penyakit inflamasi di dalam tubuh. Pemeriksaan LED termasuk pemeriksaan darah rutin yang sering dilakukan di laboratorium hematologi. Laju Endap Darah adalah tes relatif sederhana yang digunakan untuk memantau perjalanan penyakit kronik seperti Tuberculosis (TBC) dan artritis rheumatoid. Pemeriksaan ini juga bermanfaat untuk mengetahui ada tidaknya kelainan (peradangan) pada penderita yang menunjukkan gejala yang samar dan tidak menunjukkan kelainan pada pemeriksaan fisik (Tarigan & Hikmah, 2022).

Prinsip pemeriksaan LED adalah dengan mengukur kecepatan pengendapan eritrosit dan menggambarkan komposisi plasma serta perbandingannya antara eritrosit dan plasma. LED dipengaruhi oleh berat sel darah dan luas permukaan serta gravitasi bumi. Makin berat sel darah makin cepat laju endapnya dan makin luas permukaan sel makin lambat pengendapannya (Tarigan & Hikmah, 2022).

Pemeriksaan LED dapat dilakukan dengan cara manual ataupun menggunakan alat Automatic. Pemeriksaan LED dengan cara manual sudah banyak ditinggalkan, karena membutuhkan waktu yang lama. Namun, pemeriksaan LED dengan cara manual tetap digunakan sebagai acuan standarisasi pemeriksaan. Pengukuran LED dengan alat Automatic lebih

dipilih di rumah sakit karena pemeriksaanya lebih cepat dan jumlah sampel yang di periksa lebih banyak (Tarigan & Hikmah, 2022).

### 3. Pemeriksaan Procalcitonin

Procalcitonin adalah suatu prekursor hormon calcitonin. PCT terdiri dari 116 asam amino dan memiliki berat molekul 13kDa dan disintesis didalam sel C kelenjar tiroid. Kadar PCT pada infeksi bakteri akan meningkat sebagai respon adanya endotoksin dan sitokin pro-inflamasi seperti Interleukin-1 Beta (IL)-1 $\beta$ , Interleukin-6 (IL-6) dan Tumor Necrosis Factor (TNF) dan pada infeksi yang disebabkan oleh virus sintesis PCT akan dihambat oleh interferon ( INF )-y sehingga kadar PCT cenderung rendah pada infeksi virus. PCT memiliki spesifitas dan sensitivitas yang cukup tinggi terhadap adanya inflamasi yang ada didalam tubuh (Aryani dkk., 2020).

Prokalsitonin (PCT) adalah prekursor peptida dari hormon kalsitonin dan pemicu utamanya disebabkan oleh infeksi. Prokalsitonin diidentifikasi sebagai bagian dari respons pro-inflamasi yang kompleks dari sistem kekebalan bawaan. Prokalsitonin diproduksi oleh sel C tiroid dalam kondisi fisiologis. Ini juga terjadi pada sel parenkim dari banyak jaringan dan leukosit dalam kondisi patologis (Tamaka dkk., 2022).

Serum PCT telah diakui sebagai salah satu biomarker utama pada infeksi bakteri dan dapat dimasukkan ke dalam pendukung algoritme diagnostik dan prognostik untuk mengobati infeksi saluran pernapasan bawah. PCT merupakan biomarker spesifik untuk infeksi bakteri. Meskipun

begitu, mikroorganisme seperti virus, parasit, dan jamur dapat menyebabkan kadar PCT meningkat akibat inflamasi sistemik, tetapi kegunaan PCT sebagai alat diagnostik menunjukkan adanya infeksi bakteri lokal atau sistemik, khususnya pada sepsis bakteri. Peningkatan kadar prokalsitonin terjadi sejalan dengan tingkat keparahan infeksi (Tamaka dkk., 2022).

#### 4. Pemeriksaan Leukosit

Leukosit atau sel darah putih adalah sel yang memiliki satu inti dimana ukuran sitoplasma dan bentuknya bermacam-macam sehingga setiap jenis leukosit tidak memiliki bentuk sama dan bersifat amuboid (sel dapat bergerak secara aktif). Leukosit mudah dijumpai pada lapangan pandang mikroskop karena ukurannya yang lebih besar dari eritrosit. Leukosit berperan penting dalam sistem imun tubuh yang bertugas melawan benda-benda asing dan berbahaya bagi tubuh, contohnya bakteri atau virus. Leukosit akan membentuk sistem imunoglobulin, protein respon imun, dan komplemen, lalu bergerak sebagai sistem pertahanan tubuh apabila terjadi infeksi. Jumlah leukosit dalam tubuh yang melebihi batas normal disebut sebagai leukositosis, sedangkan jumlah leukosit dalam tubuh yang kurang dari batas normal disebut sebagai leukopenia. Pada keadaan normal, jumlah leukosit bagi orang dewasa berkisar antara 6.000-10.000 sel/mm<sup>3</sup> darah. Leukosit terdiri dari beberapa macam, antara lain limfosit, monosit, neutrofil, eosinofil, dan basofil (Englishiana dkk., 2020).

Pemeriksaan leukosit adalah parameter pemeriksaan laboratorium yang sering diminta oleh dokter. Pemeriksaan leukosit dapat membantu dokter menegakkan diagnosis serta menentukan prognosis atau proses perkembangan penyakit yang benar. Tujuan dari pemeriksaan jumlah leukosit yaitu untuk menilai keadaan sistem imun dan tingkat peradangan (inflamasi) dalam tubuh. Jumlah leukosit yang meningkat biasanya disebabkan oleh adanya infeksi, inflamasi, ataupun nekrosis jaringan (Englishiana dkk., 2020).

Leukosit merupakan penanda yang sensitif pada proses inflamasi. Pemeriksaan ini tersedia di semua rumah sakit dan tempat fasilitas pelayanan kesehatan lainnya. Leukosit merupakan salah satu sistem pertahanan tubuh secara seluler. Manfaat leukosit dalam tubuh yaitu sebagian besar diangkut secara khusus ke daerah yang terinfeksi dan mengalami peradangan atau inflamasi secara serius. Dengan demikian leukosit merupakan pertahanan yang terdepan dan kuat terhadap adanya agen-agen infeksius yang menyerang tubuh (Khairinisa & Ningrum, 2020).

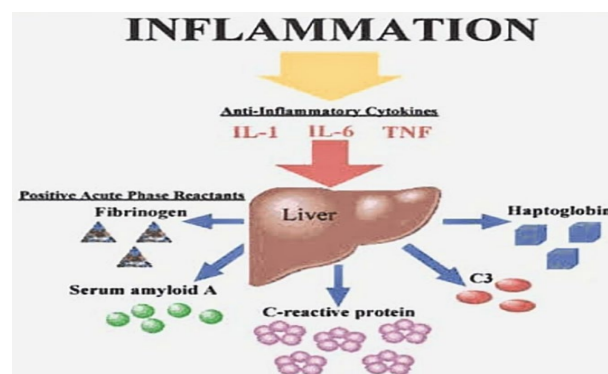
Fungsi limfosit dan sel plasma terutama berhubungan dengan sistem imun non spesifik. Leukosit terutama sebagian besar dibentuk di sumsum tulang, kemudian sebagian kecil di jaringan limfogen, lalu diedarkan ke pembuluh darah. Bila terjadi inflamasi, maka leukosit akan tertarik ke daerah jaringan yang terkena inflamasi dengan cara kemotaksis. Meningkatnya jumlah leukosit dari jumlah normal yang disebut

leukositosis, merupakan tanda adanya infeksi akut (Khairinisa & Ningrum, 2020).

## F. Tinjauan Umum *C-Reactive Protein* (CRP)

### 1. Definisi *C-Reactive Protein* (CRP)

*C-Reactive Protein* (CRP) merupakan penanda inflamasi dan salah satu protein fase akut yang disintesis di hati untuk memantau secara non-spesifik penyakit lokal maupun sistemik. Kadar CRP meningkat setelah adanya trauma, infeksi bakteri, dan inflamasi. CRP juga dijadikan sebagai penanda prognostik untuk inflamasi (Bastian dkk., 2022).



**Gambar 2. 2 Proses Inflamasi**  
(Sumber: Sembiring, 2021)

CRP adalah protein didalam serum sebab terjadinya inflamasi didalam tubuh. Adanya respon inflamasi tersebut menyebabkan kadar CRP pada tubuh akan meningkat secara signifikan. Pada umumnya peningkatan kadar CRP merefleksikan luasnya kerusakan jaringan, setelah stimulus inflamasi berkurang maka konsentrasi CRP serum akan turun dengan signifikan pula. Peningkatan konsentrasi CRP secara persisten menggambarkan adanya proses inflamasi kronik seperti artritis reumatoid,

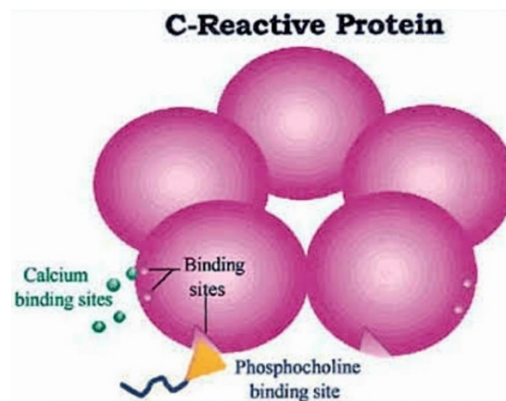
tuberculosis dan keganasan. Semakin tinggi angka yang didapat dari tes CRP menunjukkan semakin banyak pula inflamasi yang terjadi dalam tubuh pasien (Saputro dkk., 2022).

CRP adalah suatu protein fase akut yang terdapat dalam sirkulasi orang sehat dalam jumlah kecil = 1 mg/L. Sebagai fase akut protein konsentrasinya dapat meningkat 100x atau lebih pada cedera jaringan, infeksi atau inflamasi (Sembiring, 2021).

CRP pertama kali di diskripsikan oleh William Tilled dan Thomas Francis di institut Rockefeller pada tahun 1930. CRP meningkat tajam setelah terjadi reaksi radang akut atau cedera jaringan 6-8 jam, mempunyai waktu paruh 19 jam dan dalam waktu 24-48 jam telah mencapai puncaknya. CRP tidak berpengaruh terhadap variasi diurnal. Oleh karena itu CRP sangat berguna untuk menegakkan diagnosa inflamasi dan penyakit infeksi (Sembiring, 2021).

## 2. Sintesis dan Struktur *C-Reactive Protein* (CRP)

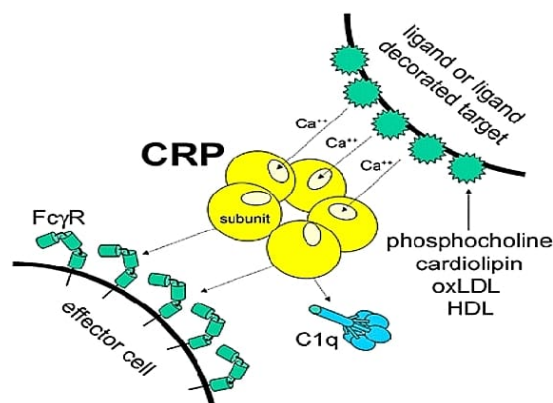
CRP adalah anggota keluarga dari protein Pentraksin, yaitu suatu protein pengikat kalsium dengan sifat perubahan imunologis. Gen yang menyandi CRP terletak di kromosom 1. Molekul CRP terdiri dari 5-6 subunit polipeptida non glikosilat yang identik, terdiri dari 206 residu asam amino, dan berikatan satu sama lain secara non kovalen membentuk suatu molekul berbentuk cakram (disk) dengan berat molekul 110-140 kDa, setiap unit mempunyai berat molekul 23 kDa (Sembiring, 2021).



**Gambar 2. 3 Struktur *C-Reactive Protein***

(Sumber: Sembiring, 2021)

CRP adalah suatu glycoprotein serum abnormal yang di produksi oleh hati setelah di modulasi oleh sitokin pada keadaan inflamasi akut, baik oleh karena infeksi maupun penyebab non infeksi dan beberapa proses keganasan (Sembiring, 2021).



**Gambar 2. 4 Sintesa CRP**

(Sumber: Sembiring, 2021)

Sintesa CRP dan protein fase akut lainnya di hati di modulasi oleh sitokin, IL -1b, IL-6 dan TNF- $\alpha$  merupakan regulator yang sangat penting pada sintesa CRP. Selama inflamasi akut (infeksi dan non infeksi) dan beberapa proses keganasan, kadar CRP di dalam serum penderita akan

meningkat sebagai suatu fenomena nonspesifik, dalam waktu 4-6 jam setelah timbul respon fase akut dengan waktu paruh (half live) 4-7 jam dan mencapai kadar puncak 100-1000% dari kadar base line dalam waktu 3-7 hari. Peningkatan sintesis CRP akan meningkatkan viskositas plasma sehingga laju endap darah juga akan meningkat. Adanya CRP yang tetap tinggi menunjukkan infeksi yang tetap (Sembiring, 2021).

### 3. Peranan *C-Reactive Protein* (CRP)

CRP merupakan salah satu biomarker yang berperan sebagai protein fase akut pada proses inflamasi. Fungsi dan peranan CRP di dalam tubuh (in vivo) belum diketahui seluruhnya, banyak hal yang masih merupakan hipotesis. Meskipun CRP bukan sesuatu antibodi, tetapi CRP mempunyai berbagai fungsi biologis yang menunjukkan peranannya pada proses peradangan, dan mekanisme daya tahan tubuh terhadap infeksi (Kalma, 2018).

CRP diduga berperan pada innate system Immune. Seperti juga immunoglobulin G (IgG) CRP mengaktifkan komplemen, berikatan pada Fc reseptor, berperan penting pada pembentukan sitokin proinflammatory yang meningkatkan reaksi inflamasi. CRP dapat mengubah molekul “self” dan molekul asing berdasarkan pola pengenalan. Dengan demikian CRP berperan sebagai molekul pengawas terhadap molekul “self” yang telah berubah dan sebagai molekul patogen (Sembiring, 2021).

Pengenalan ini membentuk suatu pertahanan dini dan berperan sebagai signal proinflammatory dan mengaktifkan immun humoral,

adaptive. Jadi beberapa peran CRP dapat disebutkan: inisiasi, proses opsonisasi dan fagositosis, mengaktifkan komplemen, makrofag, neutrofil dan monosit. CRP berperan penting pada pengenalan organisme mikrobial dan sebagai immunomodulator pada sistem pertahanan tubuh, CRP juga berperan pada pengenalan jaringan nekrotik. CRP dapat terikat pada sel-sel apoptotik, melindungi sel dari pertemuan dengan komponen terminal dari komplemen dan membantu respon anti-inflamatory innate system immune (Sembiring, 2021).

#### 4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kadar CRP

Berbagai faktor yang berpengaruh dalam timbulnya penyakit atau gangguan pada saluran pernafasan akibat debu adalah faktor debu, yang meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya larut dan sifat kimiawi, serta lama paparan. Faktor individual meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran nafas serta faktor imunologis (Muhusari, 2019).

Selain itu terdapat berbagai faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar CRP, yaitu:

- a. Umur: kadar CRP cenderung meningkat seiring bertambahnya umur karena penurunan fungsi sistem imun.
- b. Jenis kelamin: kadar CRP pada wanita cenderung lebih tinggi dibandingkan pria, terutama selama kehamilan.
- c. Kebiasaan merokok: merokok dapat meningkatkan risiko inflamasi sistemik dan kadar CRP yang lebih tinggi.

- d. Riwayat penyakit: kondisis seperti obesitas, diabetes, hipertensi dan penyakit kardiovaskuler dapat meningkatkan kadar CRP.
- e. Gaya hidup: pola makan, olahraga dan stres jug dpat mempenaruhi kadar CRP dalam tubuh.

## 5. Metode Pemeriksaan CRP

Penentuan CRP dipakai untuk membantu menegakkan diagnosis dari keadaan penyakit yang bersangkutan dengan proses peradangan dan nekrosis jaringan, juga memantau hasil pengobatan (*effectiveness of therapy*) dari beberapa penyakit dengan radang akut atau kerusakan jaringan, selain itu juga sebagai penanda inflamasi pada penyakit kardiovaskuler untuk melihat kemungkinan adanya serangan penyakit jantung coroner dan menambah informasi mengenai factor resiko tradisional (Sembiring, 2021).

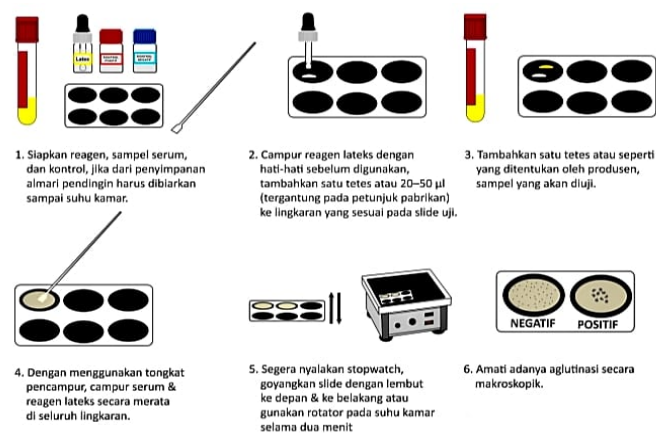
Spesimen darah yang dapat digunakan untuk pemeriksaan *C-Reactive Protein* adalah serum, plasma dengan antikoagulan heparin, dan plasma dengan antikoagulan EDTA. Sampel yang akan digunakan untuk pembuatan serum atau plasma biasanya menggunakan darah vena (Bastian dkk., 2022).

Menurut Sembiring, (2021) pemeriksaan CRP dilakukan pada tiga metode yaitu:

### a. *Latex Agglutination Assay*

*Precipitation assay* dan *agglutination assay* merupakan metode traditional yang digunakan untuk pemeriksaan CRP. *Latex*

*agglutination assay* adalah suatu test kualitatif dengan batas kemampuan deteksi kira-kira 10 mg/L sebagai *upper-limit* normal. Oleh karena kadar CRP dapat meningkat secara cepat dan dramatis, reaksi *false-negative* sering terjadi akibat *prozone type phenomenon* (ketika kadar antibodi dalam sampel terlalu tinggi).



**Gambar 2.5 C-Reactive Protein Secara Kualitatif**  
(Sumber: Pranab, 2018)

#### b. *Immunoassay*

Antibodi yang sangat sensitif telah dikembangkan untuk pemeriksaan CRP berupa assay yang bersifat spesifik dan sangat sensitif. *Immunoassay* seperti *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) dapat digunakan untuk pemeriksaan CRP pada berbagai keadaan klinis. Adapun beberapa macam teknik ELISA yaitu:

##### 1) ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) Direct

Teknik ELISA direct adalah yang paling sederhana. Pada teknik ini biasanya untuk mengukur antigen pada sampel dengan menggunakan antibodi monoclonal yang spesifik.

2) ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) *Indirect*

Pada teknik ELISA Indirect yang dicari adalah antibodi sehingga diperlukan antigen yang spesifik. Adapun beberapa hal mutlak yang diperlukan pada teknik ELISA indirect ini yaitu antigen spesifik (monoclonal), antibodi yang dicari pada sampel, antibodi sekunder yang berlabel enzim, substrat dan stop solution.

3) ELISA (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) *Sandwich*

Teknik ELISA Sandwich mirip dengan Elisa direct yaitu mencari antigen yang diinginkan dan yang membedakan pada Elisa Sandwich adalah antigen yang dicari tidak perlu dipurifikasikan. Teknik Elisa Sandwich menggunakan antibodi primer untuk bereaksi dengan antigen yang diinginkan pada sampel dan bereaksi dengan antibodi sekunder yang berlabel enzim. Komplek antigen antibodi primer dan antibodi sekunder ini selanjutnya dengan penambahan substrat akan menghasilkan presipitat warna dan intensitas warna ini mencerminkan konsentrasi antibodi yang dicari pada sampel. Pada teknik Elisa Sandwich antigennya bersifat multivalent seperti polisakarida atau protein yang memiliki minimal 2 sisi antigenik agar dapat berinteraksi dengan antibodi primer spesifik dan antibodi sekunder spesifik yang berlabel enzim. Antibodi primer disebut juga antibodi penangkap dan antibodi sekunder disebut juga antibodi deteksi.

Elisa Sandwich memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi sehingga aplikasi Elisa Sandwich kebanyakan untuk mendeteksi keberadaan antigen yang kadarnya rendah dengan tingkat kontaminasi pada sampel yang tinggi. Elisa Sandwich ini adalah teknik yang paling umum digunakan pada pemeriksaan CRP.

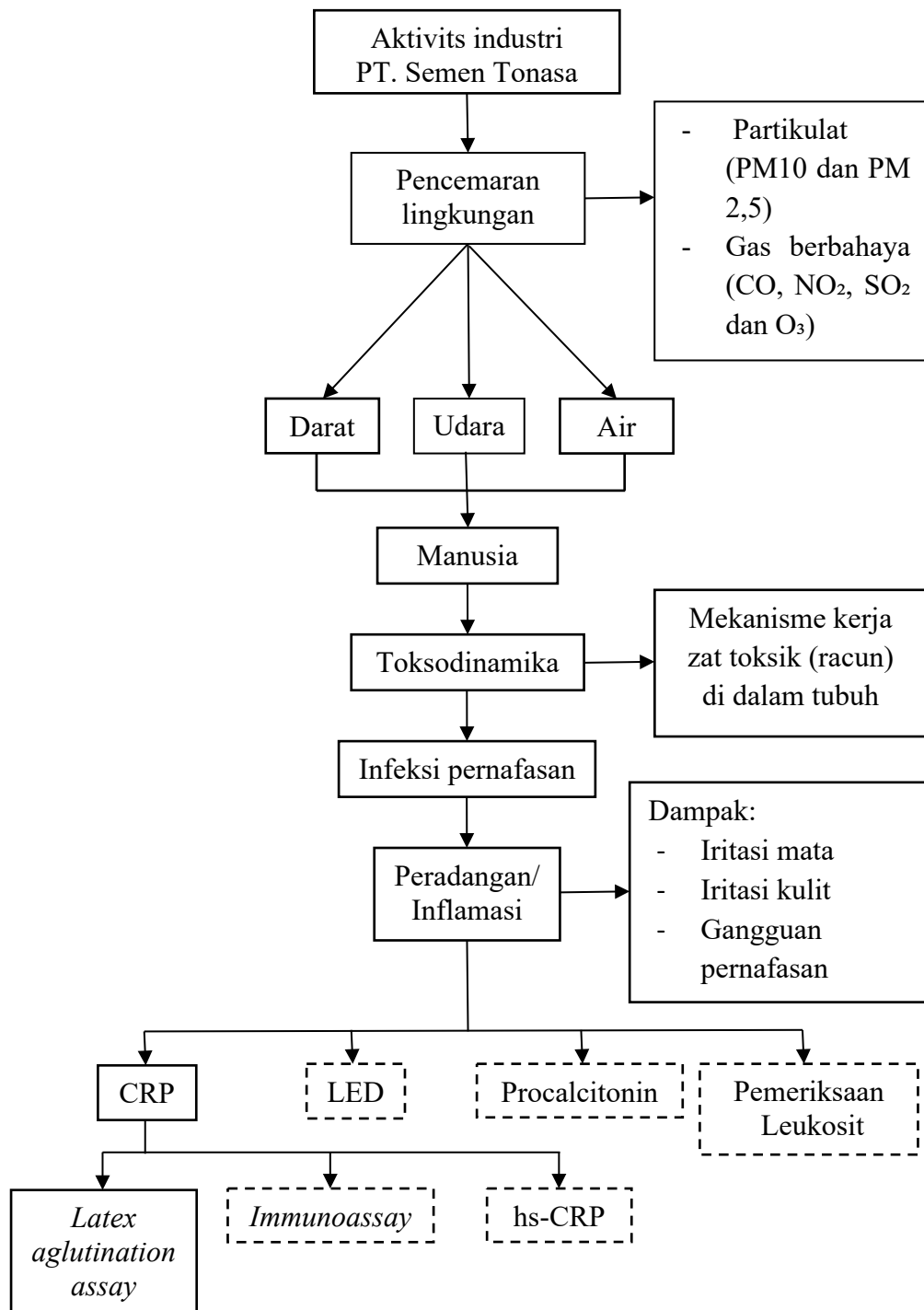
#### 4) *Multiplex Immunoassay*

*Multiplex Immunoassay* merupakan pengembangan prinsip teknik Elisa yang bertujuan untuk menguji secara simultan berbagai analit dalam waktu bersamaan dalam satu sampel. Keuntungan dari teknik ini adalah dapat mengukur marker yang diinginkan dalam waktu yang sama.

#### c. *High Sensitivity C-Reactive Protein (hsCRP)*

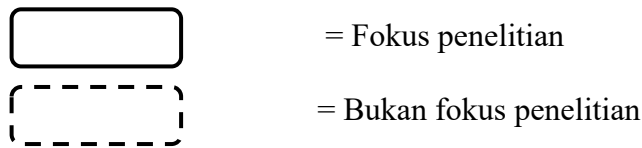
Saat ini telah dikembangkan suatu pemeriksaan CRP yaitu dengan teknik *ultrasensitive immunoturbidimetry, Assay* baru ini dapat memeriksa adanya peningkatan *turbidity* bentuk kompleks antigen-antibodi bila sampel serum (antigen) di campur dengan reagen (antibodi) membentuk suatu kompleks imun. Assay ini mempunyai sensitivity 0,1 mg/L. Kekeruhan (*turbidity*) yang terjadi sebagai akibat ikatan tersebut diukur secara fotometris. Konsentrasi dari CRP ditentukan secara kuantitatif dengan pengukuran *turbidimetric*.

## G. Kerangka Teori

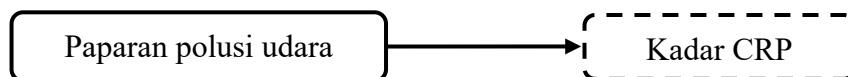


Gambar 2. 6 Kerangka Teori

Keterangan:

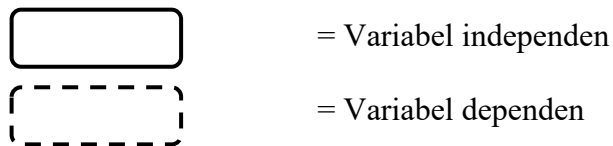


## H. Kerangka Konsep



**Gambar 2. 7 Kerangka Konsep**

Keterangan:



## I. Definisi Operasional

1. Warga yang berdomisili di sekitar pabrik adalah warga lokal yang sehari-hari mengalami dampak langsung dari aktivitas pabrik semen, terutama terkait polusi debu dan asap yang menempel di rumah dan lingkungan sekitar.
2. *C-Reactive Protein* (CRP) merupakan penanda inflamasi dan salah satu protein fase akut yang disintesis di hati untuk memantau secara non-spesifik penyakit lokal maupun sistemik. Kadar CRP meningkat setelah adanya trauma, infeksi bakteri dan inflamasi. Pada pemeriksaan CRP menggunakan metode *Latex agglutination assay*. Nilai normal CRP <5 mg/L, dimana sangat umum ditemukan pada orang yang sehat.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian observasional deskriptif analitik.

#### **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### 1. Lokasi penelitian

- a. Pengambilan sampel dilakukan di Desa Biring Ere Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.
- b. Pemeriksaan *C-Reactive Protein* (CRP) dilakukan di Laboratorium Klinik Prodifa Pangkep.

##### 2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Juni 2025.

#### **C. Populasi dan Sampel**

##### 1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah warga Desa Biring Ere Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan yaitu sebanyak 3.549 orang.

##### 2. Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel serum dari warga Desa Biring Ere Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi.

### 3. Jumlah sampel

Jumlah sampel yang akan digunakan diambil berdasarkan perhitungan menggunakan rumus slovin yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N (e)^2}$$

Keterangan:

n = jumlah sampel

N = jumlah keseluruhan populasi

e = presisi tingkat kesalahan

$$n = \frac{3549}{1 + 3549 (0,1)^2}$$

$$n = \frac{3549}{1 + 3549 (0,01)}$$

$$n = \frac{3549}{1 + 35,49}$$

$$n = \frac{3549}{36,49}$$

$$n = 97$$

### 4. Kriteria sampel

#### a. Kriteria inklusi

- 1) Warga yang berdomisili di sekitar pabrik semen
- 2) Berusia 20– 40 tahun

#### b. Kriteria eksklusi

- 1) Tidak bersedia menjadi responden
- 2) Warga dengan infeksi akut atau kronik (TB, kanker dan DM)

#### 5. Teknik pengumpulan sampel

Teknik yang digunakan dalam pengumpulan sampel yaitu teknik *purposive sampling* yang dimana teknik ini merupakan penentuan sampel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

### **D. Instrumen Penelitian**

#### 1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya: tourniquet, sentrifuge, slide test, mikropipet, rotator.

#### 2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya: spoit, kapas alkohol, plester, tip kuning, tabung, serum, reagen CRP lateks, serum kontrol positif, serum kontrol negatif dan NaCl 0,9%.

### **E. Prosedur Kerja**

#### 1. Pra analitik

##### a. Pengambilan spesimen

Disiapkan alat bahan yang akan digunakan, kemudian dipakai Alat Pelindung Diri (APD), dijelaskan pada responden prosedur yang akan dilakukan. Setelah itu dilakukan pengambilan darah vena. Pertama-tama bersihkan bagian lengan yang akan ditusuk dengan kapas alkohol 70% dan dibiarkan sampai kering. Jika memakai vena dalam fossa cubiti, dipasang ikatan pembendung pada lengan atas dan diminta pasien untuk mengepalkan dan membuka tangannya berkali-kali agar vena terlihat jelas. Ditegangkan kulit diatas vena dengan jari-jari tangan

kiri agar vena tidak dapat bergerak. Ditusuk kulit dengan jarum dan spoit dalam tangan kanan sampai ujung jarum masuk ke dalam pembuluh vena. Dilepaskan atau diregangkan pembendungan dan perlahan-lahanlah tarik penghisap semprit sampai jumlah darah yang dikehendaki didapat. Dilepaskan pembendung jika masih terpasang. Ditaruh kapas diatas jarum dan dicabut spoit dan jarum itu. Diminta kepada pasien agar tempat tusukan itu ditekan selama beberapa menit dengan kapas tadi. Diangkat atau dilepaskan jarum dari spoit lalu darah dialirkan ke dalam wadah atau tabung yang tersedia melalui dinding tabung dan beri label sesuai identitas responden.

b. Persiapan sampel

Sampel yang telah didapat dipisahkan terlebih dahulu serum dengan sel-sel darah, menggunakan alat sentrifus. Pertama-tama disambungkan sentrifus pada aliran arus listrik, kemudian dinyalakan sentrifus, dibuka tutup sentrifus dimasukkan tabung yang berisikan sampel darah ke dalam rotor, kemudian ditutup sentrifus. Diatur waktu selama 15 menit dengan kecepatan 3500 rpm. Setelah itu dikeluarkan tabung sampel dengan pinset, di pipet serum yang telah dipisahkan dan ditaruh pada sampel cup.

2. Analitik

a. Pemeriksaan kualitatif

Reagen lateks CRP dihomogenkan dengan hati-hati, dipipet ke atas lingkaran slide sampel serum sebanyak 1 tetes (50 $\mu$ L), dipipet kontrol

positif dan kontrol negatif sebanyak 1 tetes ke masing-masing lingkaran, kemudian ditambahkan 1 tetes reagen lateks (antigen CRP) masing-masing ke atas lingkaran tersebut. Dihomogenkan dengan cara memutar pada rotator dengan kecepatan 100 rpm selama 2 menit. Setelah itu, hasil dibaca di bawah sinar terang. Aglutinasi yang terjadi menunjukkan CRP positif (CRP dalam spesimen  $\geq 6$  mg/L).

b. Pemeriksaan semi kuantitatif

Serum dengan hasil positif pada pemeriksaan metode kualitatif, dilanjutkan dengan penentuan titer CRP dalam serum. Yaitu dengan melakukan pengenceran sampel secara seri, dengan cara dipipet sebanyak 50  $\mu$ L NaCl 0,9% ke atas 3 lingkaran slide. Setelah itu, dipipet 50  $\mu$ L serum ke atas lingkaran I (pengenceran 2 kali), dihomogenkan. Dipipet suspensi dari lingkaran I sebanyak 50  $\mu$ L ke atas lingkaran II (pengenceran 4 kali), sampai ke slide III (pengenceran 8 kali). Setelah itu, ditambahkan ke atas masing-masing lingkaran reagen lateks CRP sebanyak 1 tetes. Dihomogenkan dengan cara memutar pada rotator dengan kecepatan 100 rpm selama 2 menit. Setelah itu, hasil dibaca di bawah sinar terang. Pengenceran tertinggi yang masih positif (tampak aglutinasi) dikalikan dengan 6 mg/L menunjukkan titer CRP dalam spesimen serum yang diperiksa.

3. Pasca analitik

Interpretasi hasil pemeriksaan kadar CRP:

## a. Kualitatif

- Positif : Terjadi aglutinasi

Batas deteksi metode aglutinasi adalah 6 mg/L sehingga hasil positif menunjukkan bahwa kadar CRP  $\geq$  6 mg/L.

Pelaporan hasil adalah: Positif  $\geq$  6 mg/L. Untuk mengetahui kadar pastinya maka perlu dilakukan pemeriksaan secara semi kuantitatif.

- Negatif : Tidak terjadi aglutinasi

## b. Semi kuantitatif

<b>Titer Pengenceran</b>	<b>Perkiraan Konsentrasi CRP (mg/L)</b>
1/2	$\pm$ 12 mg/L
1/4	$\pm$ 24 mg/L
1/8	$\pm$ 48 mg/L
1/16	$\pm$ 96 mg/L
1/32	$\pm$ 192 mg/L
1/64	$\pm$ 384 mg/L

Pengenceran tertinggi yang masih memberikan hasil positif (aglutinasi) dikalikan dengan batas deteksi (sensitivitas reagen).

Konsentrasi CRP dapat dihitung sebagai berikut:

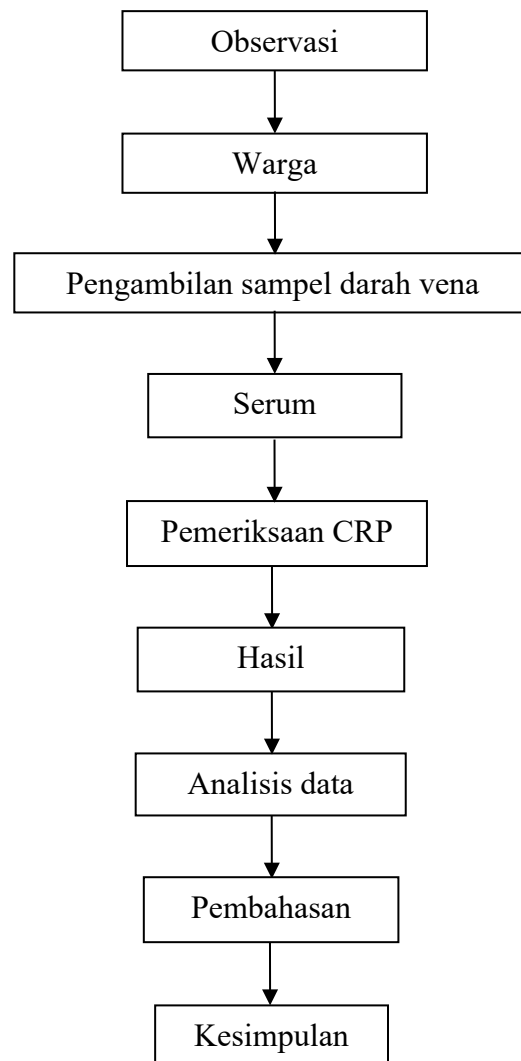
$$\text{CRP} = \text{S} \times \text{D}$$

Ket:

S = Sensitivitas reagen (6 mg/L)

D = Pengenceran serum tertinggi yang menunjukkan aglutinasi

## F. Alur Kerja



**Gambar 3. 1 Alur kerja**

## G. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data primer, dimana proses pengumpulan informasi langsung dari sumber pertama atau responden.

Beberapa teknik pengumpulan data primer yang digunakan yaitu:

### 1. Observasi (Pengamatan)

Teknik observasi artinya melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis mengenai gejala yang tampak pada objek penelitian. Observasi ini tergolong teknik pengumpulan data yang paling mudah dilakukan dan biasanya juga banyak digunakan untuk statistika survei, misalnya meneliti sikap dan perilaku suatu kelompok masyarakat.

### 2. Kuesioner (Angket)

Teknik yang kedua adalah kuesioner yang artinya teknik pengumpulan data dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan kepada orang lain yang berperan sebagai responden agar dapat menjawab pertanyaan dari peneliti. Meski terlihat mudah, teknik ini cukup sulit dilakukan jika jumlah respondennya besar dan tersebar di berbagai wilayah.

### 3. Interview (Wawancara)

Teknik wawancara atau interview ini dilakukan secara tatap muka melalui tanya jawab antara peneliti atau pengumpul data dengan responden atau narasumber. Teknik pengumpulan data dengan wawancara biasanya dilakukan sebagai studi pendahuluan, karena teknik ini tidak mungkin dilakukan jika respondennya dalam jumlah besar.

## **H. Analisis Data**

Analisis data merupakan bagian penting untuk mencapai tujuan pokok penelitian. Hasil penelitian ini kemudian akan dianalisa secara deskriptif dan

menggunakan bantuan SPSS dengan uji korelasi person dan disajikan dalam bentuk tabel kemudian dinarasikan.

## **I. Etika Penelitian**

Pada saat melakukan penelitian ini, sebelumnya peneliti menentukan etika penelitian terhadap calon responden antara lain sebagai berikut:

### 1. *Informed consent* (Penjelasan dan Persetujuan)

Lembar persetujuan disampaikan kepada calon responden, peneliti menjelaskan maksud dan tujuan peneliti, apabila bersedia menjadi responden, maka peneliti memohon kesediaan untuk menandatangani lembar persetujuan. Bila calon responden tidak bersedia, peneliti tidak boleh memaksakan dan harus menghormati keputusan calon responden.

### 2. *Anonimity* (Tanpa nama)

Untuk menjaga kerahasiaan peneliti tidak akan mencantumkan nama responden tetapi lembaran tersebut diberi kode.

### 3. *Confidentiality* (Kerahasiaan)

Kerahasiaan informasi responden dijamin oleh peneliti dan hanya kelompok data tertentu akan dilaporkan sebagai hasil penelitian.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

Penelitian ini dilakukan pengambilan sampel pada warga yang berdomisili di Desa Biring Ere Kabupaten Pangkep dan pemeriksaan di Laboratorium Klinik Prodifa Pangkep pada bulan April – Juni 2025. Pengambilan sampel darah pada warga dilakukan berdasarkan karakteristik responden terdapat 97 sampel yang memenuhi kriteria inklusi.

##### 1. Karakteristik responden

Tabel 4.1 Distribusi responden berdasarkan usia, jenis kelamin, lama menetap dan penggunaan APD.

Variabel	Jumlah (N)	Persentase (%)
Usia		
20-30 tahun	42	43,29%
31-40 tahun	55	56,71%
Total	97	100%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	44	45,37%
Perempuan	53	54,63%
Total	97	100%
Lama Menetap (Thn)		
10-20	25	25,77%
21-30	34	35,05%
31-40	38	39,18%
Total	97	100%
Penggunaan APD		
Sangat sering	4	4,12%
Sering	32	32,99%
Kadang-kadang	50	51,55%
Tidak pernah	11	11,34%
Total	97	100%

Berdasarkan tabel 4.1 distribusi responden berdasarkan usia, dikategorikan menjadi dua golongan yaitu usia 20-30 tahun sebanyak 42

orang dengan persentase 43,29%, usia 31-40 tahun sebanyak 55 orang dengan persentase 56,71%. Berdasarkan jenis kelamin pada warga desa Biring Ere yaitu pada laki-laki sebanyak 44 orang dengan persentase 45,37%, dan perempuan sebanyak 53 orang dengan persentase 54,63%. Berdasarkan lama menetap dikategorikan menjadi 3 golongan yaitu 10-20 tahun sebanyak 25 orang dengan persentase 25,77% , 21-30 tahun sebanyak 34 orang dengan persentase 35,05% dan 31-40 tahun sebanyak 38 orang dengan persentase 39,18%. Distribusi responden berdasarkan penggunaan APD dikategorikan menjadi empat golongan yaitu sangat sering sebanyak 4 orang dengan persentase 4,12%, kategori sering sebanyak 32 orang dengan persentase 32,99%, kategori kadang-kadang sebanyak 50 orang dengan persentase 51,55% dan kategori tidak pernah sebanyak 11 orang dengan persentase 11,34%.

Tabel 4.2 Distribusi responden berdasarkan gejala.

Variabel	Sangat Sering (%)	Sering (%)	Kadang-Kadang (%)	Tidak Pernah (%)	Jumlah (%)
Gejala batuk dan pilek	1 1,03%	6 6,19%	41 42,26%	49 50,52%	97 100%
Bersin dan hidung tersumbat	0 0%	8 8,25%	61 62,89%	28 28,86%	97 100%

Berdasarkan tabel 4.2 distribusi responden berdasarkan gejala batuk dan pilek dikategorikan menjadi empat kategori yaitu, pada kategori sangat sering sebanyak 1 orang dengan persentase 1,03%, kategori sering sebanyak 6 orang dengan persentase 6,19%, kategori kadang-kadang sebanyak 41

orang dengan persentase 42,26% dan kategori tidak pernah sebanyak 49 orang dengan persentase 50,52%. Sedangkan untuk distribusi responden berdasarkan bersin-bersin dan hidung tersumbat juga dibagi dengan empat kategori yaitu, pada kategori sangat sering tidak ada dengan persentase 0%, kategori sering sebanyak 8 orang dengan persentase 8,25%, kategori kadang-kadang sebanyak 61 orang dengan persentase 62,89% dan kategori tidak pernah sebanyak 28 orang dengan persentase 28,86%.

Tabel 4.3 Distribusi responden berdasarkan keluhan kesehatan.

<b>Variabel</b>	<b>Ya (%)</b>	<b>Tidak (%)</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Kesulitan bernafas	7 7,22%	90 92,78%	97 100%
Mengalami demam	1 1,03%	96 98,97%	97 100%
Riwayat penyakit pernafasan	1 1,03%	96 98,97%	97 100%

Berdasarkan tabel 4.3 distribusi responden berdasarkan keluhan kesulitan bernafas dikategorikan menjadi 2 kategori yaitu, pada kategori ya sebanyak 7 orang dengan persentase 7,22% dan kategori tidak sebanyak 90 orang dengan persentase 92,78%. Berdasarkan keluhan yang mengalami demam dikategorikan menjadi 2 kategori yaitu, kategori ya sebanyak 1 orang dengan persentase 1,03% dan kategori tidak sebanyak 96 orang dengan persentase 98,97%. Sedangkan berdasarkan riwayat penyakit pernafasan dikategorikan menjadi 2 kategori yaitu, pada kategori ya sebanyak 1 orang dengan persentase 1,03% dan kategori tidak sebanyak 96 orang dengan persentase 98,97%.

## 2. Hasil pemeriksaan *C-Reactive Protein* (CRP) responden

Tabel 4.4 Distribusi hasil pemeriksaan CRP

Hasil Pemeriksaan	Jumlah (N)	Persentase (%)
Negatif ( $\leq 6$ mg/L)	88	90,72%
Positif ( $\geq 6$ mg/L)	5	5,16%
Positif $\frac{1}{2}$ ( $\geq 12$ mg/L)	3	3,09%
Positif $\frac{1}{4}$ ( $\geq 24$ mg/L)	1	1,03%
Total	97	100%

Berdasarkan tabel 4.4 hasil pemeriksaan CRP dikategorikan menjadi 4 golongan yaitu, negatif sebanyak 88 orang dengan persentase 90,72%, positif kualitatif sebanyak 5 orang dengan persentase 5,16%, positif  $\frac{1}{2}$  sebanyak 3 orang dengan persentase 3,09% dan positif  $\frac{1}{4}$  sebanyak 1 orang dengan persentase 1,03%.

## 3. Hasil uji spearman's rho

Tabel 4.5 Hubungan kadar CRP dengan lama menetap dan hubungan kadar CRP dengan penggunaan APD.

Variabel	N	r	p	Ket
Lama menetap dan Hasil CRP	97	0,173	0,091	Tidak signifikan
Penggunaan APD dan Hasil CRP	97	0,066	0,522	Tidak signifikan

Berdasarkan tabel 4.5 menunjukkan hasil korelasi antara kadar CRP dengan lama menetap yang dianalisis menggunakan uji korelasi spearman dengan aplikasi SPSS, hasil tersebut menunjukkan nilai  $p= 0,091$  dengan  $p > 0,05$  hal ini membuktikan bahwa tidak terdapat hubungan antara kadar CRP dengan lama menetap. Nilai  $r= 0,173$  menunjukkan bahwa arah hubungan lama tinggal dengan kadar CRP adalah searah. Artinya, semakin

lama menetap, cenderung semakin tinggi kadar CRP, meskipun hubungannya sangat lemah.

Sedangkan untuk hasil korelasi antara kadar CRP dengan Penggunaan APD diperoleh nilai  $r = 0,66$  dengan nilai  $p = 0,522$  dengan  $p > 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara penggunaan masker dengan hasil CRP pada responden.

Berdasarkan tabel diatas, jika nilai sig  $< 0,05$  maka terdapat hubungan, sebaliknya jika nilai sig  $> 0,05$  maka tidak terdapat hubungan. Sedangkan untuk nilai korelasi jika berada pada 0,00-0,19 dapat dikatakan memiliki korelasi sangat lemah, kemudian jika berada pada nilai 0,20-0,39 dikatakan memiliki korelasi lemah, lalu jika berada pada nilai 0,40-0,59 memiliki korelasi sedang, jika berada pada nilai 0,60-0,79 memiliki korelasi yang kuat dan jika berada pada nilai 0,80-1,00 memiliki korelasi yang sangat kuat.

## **B. Pembahasan**

Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Juni 2025, yang dilakukan pengambilan sampel darah pada warga yang berdomisili di sekitar wilayah industri pabrik semen tepatnya di Desa Biring Ere Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep. Desa Biring Ere merupakan salah satu desa yang masuk kategori Ring 1 dalam pembagian wilayah dampak sosial dan lingkungan oleh PT Semen Tonasa. Ring 1 adalah wilayah yang langsung berbatasan dan berdampak paling signifikan oleh aktivitas operasional pabrik semen. Penelitian ini dilakukan pemeriksaan CRP di Laboratorium Klinik Prodifa

Pangkep dengan jumlah sampel keseluruhan sebanyak 97 sampel yang memenuhi kriteria inklusi.

Peneliti melakukan observasi pada calon responden dimana hal ini memberikan lembar kuesioner pada calon responden guna mengetahui karakteristik calon responden, dan pengambilan sampel dilakukan setelah objek penelitian memenuhi kriteria sampel. Pengambilan sampel responden yang telah diidentifikasi sesuai kriteria, diberikan lembar *Inform consent*, yang mengindikasikan responden setuju untuk menjadi objek penelitian. Apabila responden telah menyetujui maka akan dilakukan proses pengambilan darah (flebotomi), kemudian dibawa ke tempat penelitian menggunakan *Cool box*. Preparasi sampel dilakukan hingga berupa serum, kemudian dilakukan analisis kadar CRP secara kualitatif dan dilanjutkan ke semi kuantitatif jika hasil kualitatifnya positif.

CRP adalah protein fase akut yang di sintesis oleh hati sebagai respon terhadap proses inflamasi sistemik. CRP meningkat dalam sirkulasi darah saat tubuh mengalami infeksi, cedera jaringan, atau paparan zat iritan seperti polusi. Pemeriksaan CRP merupakan salah satu metode klinis yang digunakan untuk memantau tingkat peradangan dalam tubuh.

Pemeriksaan CRP yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode lateks aglutinasi, dimana metode ini merupakan salah satu teknik imunoserologi yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan antibodi atau antigen dalam sampel, metode ini berdasarkan prinsip reaksi antigen-antibodi yang ditunjukkan oleh terjadinya aglutinasi (penggumpalan) sebagai hasil dari

interaksi tersebut. Metode lateks aglutinasi dapat dilakukan secara kualitatif maupun semi kuantitatif. Pemeriksaan CRP kualitatif bertujuan untuk menentukan keberadaan CRP dalam serum secara visual. Sedangkan pemeriksaan CRP semi kuantitatif bertujuan untuk mengukur kadar CRP secara perkiraan konsentrasi, biasanya dinyatakan dalam skala seperti  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$ ,  $\frac{1}{32}$  dan  $\frac{1}{64}$ .

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa penggunaan APD oleh responden belum optimal. Sebanyak 51,55% responden hanya menggunakan APD kadang-kadang, dan 11,34% tidak pernah menggunakan APD. Hal ini menunjukkan kurangnya kesadaran akan pentingnya penggunaan alat pelindung dalam melindungi diri dari paparan partikel industri seperti debu, gas, dan bahan kimia yang dapat menyebabkan inflamasi. Dalam studi Pinugroho dan Kusumawati (2017) menyatakan bahwa penggunaan masker sebagai APD dapat mengurangi jumlah partikel debu yang terhirup, sehingga meminimalkan risiko gangguan fungsi paru. Meskipun lama paparan debu tidak selalu berhubungan signifikan dengan gangguan paru, penggunaan APD tetap penting untuk perlindungan.

Hasil distribusi pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengalami gejala batuk dan pilek dalam intensitas ringan hingga sedang, dimana sebanyak 41 responden (42,26%) menyatakan mengalami gejala batuk dan pilek kadang-kadang, sebanyak 6 responden (6,19%) mengalami batuk dan pilek dengan frekuensi sering dan 1 responden (1,03%) mengalami dengan frekuensi sangat sering, sementara itu 49 responden

(50,52%) menyatakan tidak pernah mengalami batuk atau pilek dalam periode pengamatan. Meskipun sebagian besar tidak mengalami batuk dan pilek namun terdapat hampir separuh responden yang menunjukkan gejala, meskipun tidak rutin. Ini dapat mengindikasikan adanya pengaruh dari lingkungan sekitar, seperti paparan debu, atau partikel halus dari aktivitas industri, yang dapat memicu iritasi saluran pernafasan atas.

Pada penelitian Sari dkk (2020) dalam jurnal kesehatan lingkungan, paparan partikel debu industri yang berlangsung dalam waktu lama dapat menyebabkan iritasi saluran napas dan memicu batuk serta pilek, bahkan jika dalam konsentrasi rendah. Respon tubuh terhadap polutan bisa bervariasi tergantung pada kekebalan individu dan durasi paparan.

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan data yang identik dengan gejala batuk dan pilek yaitu bersin-bersin dan hidung tersumbat, dimana sebanyak 41 responden (42,26) mengalami frekuensi kadang-kadang bersin dan hidung tersumbat, 6 responden (6,19%) mengalami frekuensi sering dan 1 responden (1,03%) mengalami frekuensi sangat sering. Sedangkan 49 responden (50,52%) tidak mengalami gejala ini sama sekali. Gejala bersin dan hidung tersumbat umumnya merupakan reaksi tubuh terhadap iritan saluran pernafasan bagian atas, yang dapat disebabkan oleh alergi, debu halus, atau polutan udara. Sebanyak hampir setengah responden mengalami gejala ini, meskipun dalam frekuensi ringan.

Hal ini sejalan dengan penelitian Fahria & Lesari (2019) yang menyatakan bahwa masyarakat yang tinggal dekat industri semen memiliki keluhan seperti

bersin, hidung tersumbat dan iritasi tenggorokan secara signifikan lebih tinggi dibanding dengan masyarakat yang jauh dari wilayah industri semen.

Berdasarkan data pada tabel 4.3 mengenai distribusi responden pada variabel kesulitan bernapas, sebanyak 7,22% responden mengaku pernah mengalami kesulitan bernapas, sementara 92,78% lainnya tidak pernah mengalaminya. Meskipun persentasenya tergolong kecil, keberadaan responden yang mengalami kesulitan bernapas saat melakukan aktivitas fisik tetap menjadi indikator yang penting untuk diperhatikan. Kesulitan bernapas dapat menjadi salah satu gejala awal dari gangguan sistem pernapasan akibat paparan polutan udara, terutama bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan industri seperti pabrik semen.

Pada variabel mengalami demam dan riwayat penyakit pernapasan, dapat diketahui bahwa sebagian besar responden tidak mengalami demam dan tidak memiliki riwayat penyakit pernapasan (98,97%). Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas responden berada dalam kondisi kesehatan yang cukup baik dan tidak memiliki gangguan kesehatan kronis yang dapat mempengaruhi sistem pernapasan secara langsung. Hanya 1,03% responden yang mengalami demam dan memiliki riwayat penyakit pernapasan, keberadaan riwayat penyakit sangat penting untuk diketahui karena dapat menjadi faktor predisposisi terhadap gangguan kesehatan akibat paparan lingkungan.

Berdasarkan tabel 4.4 hasil pemeriksaan CRP yang dilakukan terhadap 97 sampel serum warga di Desa Biring Ere kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep didapatkan hasil penelitian bahwa mayoritas responden (90,72%)

memiliki kadar CRP negatif. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas responden tidak mengalami proses inflamasi akut atau infeksi yang signifikan pada saat pemeriksaan dilakukan. Salah satu faktor yang dapat meminimalkan resiko terjadinya inflamasi akibat paparan polusi yaitu karena kualitas udara ambien di permukaan sekitar pabrik semen Tonasa masih berada dalam kategori baik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Anwar dkk (2019) yang menyatakan bahwa kualitas udara ambien CO dan TSP di lokasi pemukiman sekitar industri pabrik semen tonasa berada dalam kategori baik.

Sebanyak 5 responden (5,16%) menunjukkan hasil positif kualitatif, yang mengindikasikan adanya peningkatan kadar CRP tanpa pengukuran titer spesifik. Hal ini menandakan adanya proses inflamasi ringan hingga sedang pada sebagian kecil responden.

Selanjutnya terdapat 3 responden (3,09%) dengan hasil positif  $\frac{1}{2}$  dengan kadar CRP 12 mg/L yang berarti kadar CRP pada responden tersebut terdeteksi pada pengenceran  $\frac{1}{2}$ , menandakan adanya proses inflamasi yang lebih nyata dibandingkan dengan kelompok positif kualitatif. Sementara itu, hanya 1 responden (1,03%) yang menunjukkan hasil positif  $\frac{1}{4}$  dengan kadar CRP 24 mg/L yang menandakan kadar CRP masih terdeteksi pada pengenceran  $\frac{1}{4}$ , namun jumlah ini sangat kecil dibandingkan dengan total responden.

Peningkatan kadar CRP pada sebagian kecil responden menunjukkan kemungkinan adanya proses inflamasi dalam tubuh yang dipicu oleh faktor lingkungan. Walaupun mayoritas responden menunjukkan kadar CRP negatif, potensi paparan jangka panjang yang tidak terdeteksi saat pemeriksaan dapat

menyebabkan inflamasi kronik dalam jangka panjang. Oleh karena itu, kadar CRP dapat digunakan sebagai indikator awal atau biomarker risiko bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan industri.

Paparan partikel dalam jangka pendek dapat mengganggu kesehatan manusia seperti timbulnya iritasi pada mata, alergi, dan gangguan pernafasan. Sedangkan paparan jangka panjang dapat menyebabkan perkembangan penyakit jantung maupun paru-paru yang mengarah ke kematian dini. Efek debu terhadap kesehatan sangat tergantung pada komposisi kimia, konsentrasi debu dan ukuran partikel (Anwar dkk, 2019).

Dari data yang didapat diketahui bahwa sebagian besar responden yang memiliki kadar CRP tidak normal rata-rata berusia >30 tahun sejalan dengan penelitian Mustofiyah (2020) yang menyebutkan bahwa setelah usia 30 tahun sistem kekebalan tubuh akan melemah dan terjadi penurunan fungsi organ sehingga meningkatkan kerentanan tubuh terhadap penyakit yang menyebabkan terjadinya inflamasi.

Dari hasil distribusi, diketahui bahwa hanya 4,12% responden yang sangat sering menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti masker, sementara lebih dari 50% hanya kadang-kadang menggunakannya, dan 11,34% tidak pernah. Dari kelompok yang tidak pernah atau hanya kadang-kadang menggunakan APD, ditemukan lebih banyak kasus peningkatan kadar CRP. Hal ini sejalan dengan penelitian Altruisa dkk (2024) yang menyatakan bahwa responden yang rutin menggunakan APD seperti masker memiliki perlindungan lebih baik dari partikel debu berbahaya.

Berdasarkan tabel 4.5 mengenai hubungan hasil kadar CRP dengan lama menetap warga di sekitar wilayah industri yang dianalisis dengan menggunakan uji korelasi spearman dengan aplikasi SPSS menunjukkan hasil kadar CRP, diperoleh nilai  $r = 0,173$  dan nilai  $p = 0,091$ . Nilai  $p$  tersebut lebih besar dari  $0,05$  ( $p > 0,05$ ), yang berarti tidak terdapat hubungan yang signifikan antara lama menetap dengan kadar CRP. Nilai  $r$  yang positif menunjukkan arah hubungan searah, yaitu semakin lama seseorang menetap di sekitar wilayah industri maka kadar CRP cenderung meningkat, meskipun hubungan tersebut sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik. Hasil ini mengindikasikan bahwa durasi tinggal di sekitar wilayah industri belum tentu mempengaruhi peningkatan kadar CRP secara langsung. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh adanya faktor lain yang lebih berpengaruh, seperti tingkat paparan polusi udara sehari-hari, penggunaan alat pelindung diri, gaya hidup, kebiasaan merokok, atau status kesehatan individu.

Selanjutnya, hasil analisis hubungan antara penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan kadar CRP menunjukkan nilai  $r = 0,066$  dan nilai  $p = 0,522$ . Nilai  $p$  yang jauh lebih besar dari  $0,05$  menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara penggunaan APD dengan kadar CRP. Nilai  $r$  yang sangat kecil juga menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel hampir tidak ada. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan APD oleh responden belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar CRP dalam darah. Kemungkinan penyebabnya adalah ketidakkonsistenan dalam penggunaan APD, jenis APD yang digunakan tidak sesuai standar, atau lamanya paparan

yang tidak sebanding dengan tingkat perlindungan yang diberikan. Selain itu, kadar CRP juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain, seperti infeksi ringan, kondisi peradangan lain, atau faktor gaya hidup.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa baik lama menetap maupun penggunaan APD tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kadar CRP pada warga yang berdomisili di sekitar wilayah industri. Namun demikian, hasil ini tetap memberikan gambaran bahwa faktor lingkungan industri berpotensi mempengaruhi kesehatan masyarakat, sehingga upaya pencegahan dan pengendalian paparan tetap perlu dilakukan melalui peningkatan kesadaran penggunaan APD dan pengawasan kualitas hidup di lingkungan tersebut.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, ada keterbatasan yang mungkin mempengaruhi hasil diantaranya, pemeriksaan CRP dilakukan secara kualitatif dengan metode lateks aglutinasi, dimana metode ini hanya memberikan hasil dalam bentuk kategori negatif atau positif tanpa memberikan nilai pasti kadar CRP. Dengan demikian, sensitivitas deteksi terhadap perubahan kadar inflamasi dalam tubuh menjadi terbatas jika dibandingkan dengan metode kuantitatif seperti *immunoassay* atau hs-CRP.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap 97 sampel dapat disimpulkan bahwa:

1. Mayoritas responden sebanyak 88 orang (90,72%) memiliki hasil pemeriksaan CRP negatif, sedangkan sebanyak 5 orang (5,16%) menunjukkan hasil positif kualitatif dengan kadar CRP >6 mg/L, sebanyak 3 orang (3,09%) menunjukkan hasil positif  $\frac{1}{2}$  dengan kadar CRP 12 mg/L, dan 1 orang (1,03%) menunjukkan hasil positif  $\frac{1}{4}$  dengan kadar CRP 24mg/L.
2. Tidak terdapat hubungan terhadap kadar CRP dengan lama menetap warga yang berdomisili di sekitar wilayah industri.
3. Tidak terdapat hubungan terhadap kadar CRP dengan penggunaan alat pelindung diri (APD) pada warga yang berdomisili di sekitar wilayah industri.

#### **B. Saran**

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan parameter pemeriksaan lain seperti IL-6. Serta metode sebaiknya menggunakan metode kuantitatif seperti *immunoassay* atau hs-CRP.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjani, A. P., & Siregar, P. A. (2023). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Gangguan Pernapasan pada Pekerja Mebel di Kecamatan Medan Satria Kota Bekasi. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 22(1), 54–59.
- Agustina, A. (2021). Penyakit Akibat Kerja yang Berhubungan dengan Debu: Suatu Review Penelitian. *Jurnal Persada Husada Indonesia*, 8(30), 36–44.
- Ahmad, R., Akhter, Q. S., & Haque, M. (2021). Occupational cement dust exposure and inflammatory nemesis: Bangladesh relevance. *Journal of Inflammation Research*, 9(14), 2425–2444.
- Anwar, F. S., Mallongi, A., & Maidin, M. A. (2019). Kualitas Udara Ambien CO dan TSP di Permukiman Sekitar Kawasan Industri PT Semen Tonasa. *JKMM*, 2(1), 84-92.
- Aqida, D. F., Zikrul, S., Puteri, A. F., Syahrani, Z., Anjelina, M. H., Aprilia, U. W., Afifah, B. N., & Devitha, A. R. (2024). Analisis Prioritas Masalah Kesehatan di Desa Bara Batu Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. *Parta: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 14–23.
- Aryani, D., Dhianti, M. R., & Syafaat, M. (2020). Hubungan Kadar Procalcitonin Dan Jumlah Leukosit Pada Pasien Covid-19 Di RSUD Pasar Rebo. *Jurnal Medika Utama*, 03(04), 3014–3021.
- Bastian, B., Sari, I., & Pratama, F. P. (2022). Analysis of C-Reactive Protein (CRP) Levels in Venous and Capillary Blood Samples with Immunoturbidimetric Methods. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 5(1), 1–5.
- Chicamy, Y. A., Yaswir, R., & Husni, H. (2019). Perbandingan Profil Lipid pada Daerah Terpapar dan Tidak Terpapar Emisi PT Semen Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(2), 394-398.
- Englishiana, K., Sebayang, R., & Hutabarat, M. S. H. (2020). Perbedaan Jumlah Leukosit yang Dihomogenisasi Sekunder Sebanyak 2 dan 8 Kali setelah Didiamkan Selama 30 Menit. *Jurnal Laboratorium Prima*, 1(1), 1–10.
- Faturrahmi, F. (2018). Dampak Aktivitas PT. Semen Tonasa Terhadap Lingkungan Desa Biringere Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan. *Jurnal Environmental Science*, 1(1), 10-13.
- Fitria, M. S., Setianingrum, & Kartika, A. I. (2022). *Gambaran Kadar C-Reactive Protien Pada Pekerja Bengkel Mobil Di Desa Botorejo Kabupaten Demak*. 7(1), 824–827.
- Kalma, K. (2018). Studi Kadar C-Reactive Protein (CRP) Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*, 1(1), 62-68.
- Khairinisa, G., & Ningrum, N. R. (2020). Gambaran Leukosit, Limfosit &

- Granulosit Pada Mahasiswa Di Kondisi Pandemi Covid-19. *Pin-Litamas*, 2(1), 99–103.
- Kresnayanto, T. A., Irfani, F. N., & Shafriani, N. R. (2023). Literature Review : Hubungan Nilai Laju Endap Darah dengan Kadar C- Reaktif Protein pada Pasien Positif SARS COV 2 Dengan Gejala. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 14990–15000.
- Marrena, A. D., Nugroho, Y. E., & Farabi, M. F. (2023). Profil Kadar C-Reactive Protein (Crp), Rheumatoid Factor (Rf) Dan Limfosit Sebagai Indikator Respon Imunitas Pada Lansia. *Klinikal Sains : Jurnal Analisis Kesehatan*, 11(2), 166–175.
- Mengkidi, D. (2006). Gangguan fungsi paru dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada karyawan PT . Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan. *Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 5(2), 59-64.
- Muhusari, L. O. (2019). Gambaran Perilaku Pekerja Dalam Mengurangi Paparan Debu Di Gudang Semen Conch Kota Baubau. *Kampurui Jurnal Kesehatan Masyarakat (The Journal of Public Health)*, 1(1), 31–37.
- Pramonodjati, F., Prabandari, A. S., & Sudjono, F. A. E. ((2019). Pengaruh Rokok Terhadap Adanya C-Reactive Protein (CRP). *Jurnal Ilmiah Rekan Medis dan Informatika Kesehatan*, 9(2), 1-6.
- Rachmani, G. A. (2019). Kadar Debu Semen Terhirup Menggunakan Personal Dust Sampler Dan Gangguan Faal Paru Pada Operator Unit Finish Mill. *Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 8(1), 20–28.
- Saputro, T. A., Purwaningsih, N. V., Ainutajriani, A., & Watoyani, T. (2022). Correlation between Corona Viruses Disease (Covid-19) and C-Reactive Protein (CRP) in Patients at Haji Hospital Surabaya. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 5(1), 11–16.
- Sari, R. N., Astuty, W., & Suminar, L. (2025). Dampak Industri PT Semen Indonesia Pabrik Tuban Terhadap Kondisi Permukiman di Sekitarnya. *Jurnal Perencanaan Kota dan Permukiman*, 7(1), 149-161.
- Sembiring, B. D. (2021). C-Reaktif Protein. *Majalah Ilmiah METHODODA*, 11(1), 35–39.
- Shari, A. (2024). Hubungan kadar c-reaktif protein dengan laju endap darah sebagai penanda inflamasi pada pasien anak demam di Rumah Sakit Umum Hermina Kemayoran. *Indonesian Journal of Health Science*, 4(5), 555–560.
- Siswati, & Diyanah, K. C. (2017). Analisis Risiko Paparan Debu (Total Suspended Particulate) Di Unit Packer Pt. X. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), 100–110.
- 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.
- Sulasmi, S., Hasanbasri, M., & Rustamaji. (2022). Identifikasi Dampak Industri Semen yang Merugikan Masyarakat. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek (SNPBS) Ke-VII 2022*, 280–289.
- Syauqie, M., Rahman, A., & Sukmawati, G. (2017). Pengaruh Emisi Debu Semen Terhadap Status Tear Film Masyarakat Di Sekitar Pabrik Pt. Semen Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 6(3), 654-661.
- Tamaka, F. Q. L., Kaligis, S. H. M., & A ssa, Y. A. (2022). Peran Prokalsitonin sebagai Indikator terhadap Tingkat Keparahan Pasien COVID-19. *EBiomedik*, 10(1), 113–121.
- Tarigan, W. M., & Hikmah, A. M. (2022). Perbedaan Nilai Laju Endap Darah (Led) dengan Metode Westergreen Manual dan Automatic Convergys Esr 10s di Puskesmas Pasar Minggu. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(5), 669–675.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian

#### 1. Observasi dan persiapan sampel



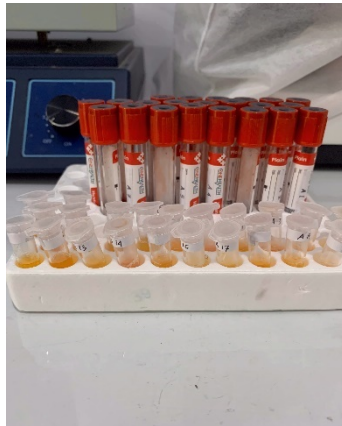
Pengisian kuesioner dan informed consent



Pengambilan sampel darah responden

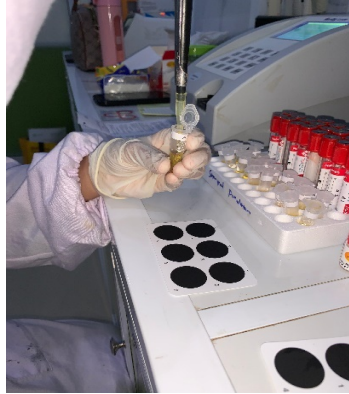


Sampel darah di sentrifus



Serum di pindahkan ke microtube

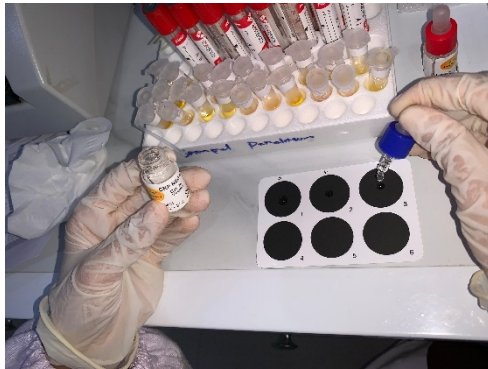
## 2. Prosedur pemeriksaan CRP kualitatif



Di pipet sampel serum sebanyak 50 $\mu$ l ke slide lingkaran pertama



Di pipet kontrol positif dan teteskan sebanyak satu tetes pada slide lingkaran kedua



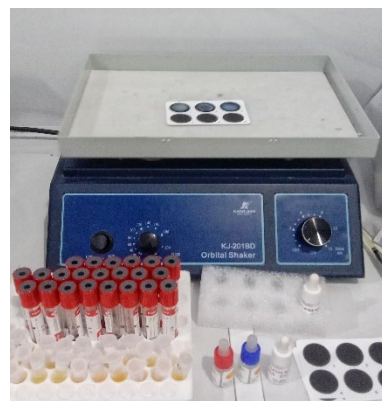
Di pipet kontrol negatif dan teteskan sebanyak satu tetes pada slide lingkaran ketiga



Dipipet reagen CRP dan teteskan pada masing-masing lingkaran sebanyak satu tetes



Diaduk setiap lingkaran slide menggunakan batang pengaduk



Di rotator selama 2 menit dengan kecepatan 100 rpm, dan dibaca hasilnya

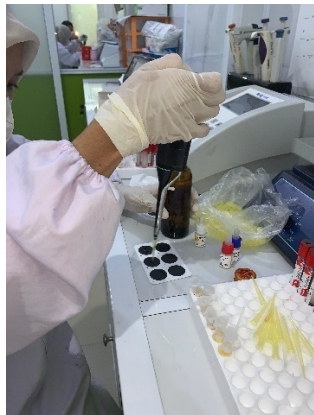
### 3. Prosedur pemeriksaan CRP semi kuantitatif



Dilakukan pengenceran, dipipet larutan NaCl 0,9% ke lingkaran slide 4, 5 dan 6 masing-masing sebanyak 50  $\mu$ l



Dipipet sampel sebanyak 50  $\mu$ l ke lingkaran slide 4



Dihomogenkan dengan cara pipeting, lalu di pipet kembali sebanyak 50  $\mu$ l ke lingkaran slide selanjutnya



Diteteskan reagen CRP pada setiap masing-masing lingkaran slide

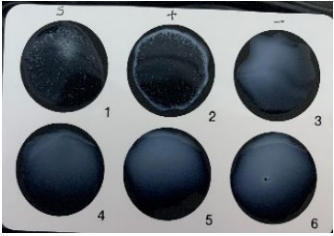
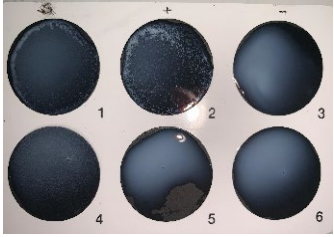
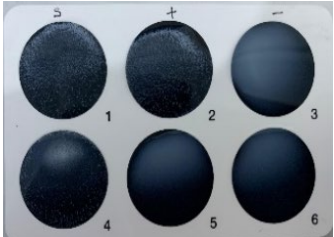
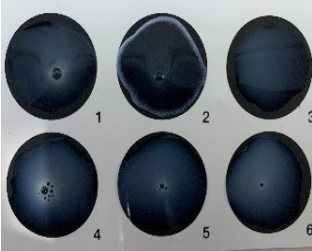
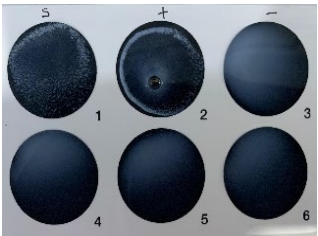


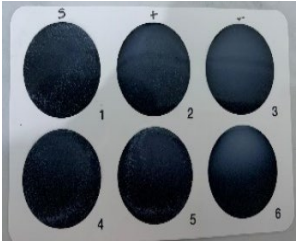
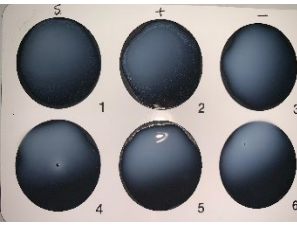
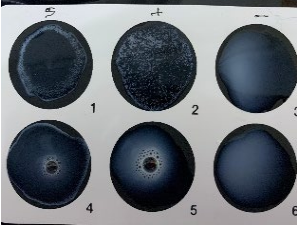
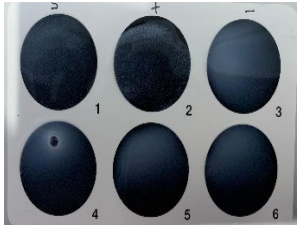
Diaduk masing-masing lingkaran slide menggunakan batang pengaduk



Dirotator selama dua menit dengan kecepatan 100 rpm

4. Hasil pemeriksaan CRP positif

Kode sampel	Gambar	Keterangan
26		Positif (>6 mg/L)
37		Positif ½ (12 mg/L)
50		Positif ½ (12 mg/L)
54		Positif (>6 mg/L)
66		Positif (>6 mg/L)

82		Positif $\frac{1}{4}$ (24 mg/L)
87		Positif (>6 mg/L)
89		Positif $\frac{1}{2}$ (12 mg/L)
93		Positif (>6 mg/L)

Lampiran 2 Master Data

TABULASI DATA PENELITIAN													
NO	INISIAL	USIA	J	BERAPA LAMA TINGGAL (TAHUN)	GEJALA YANG DIRASAKAN	MENGGUNAKAN MASKER	KESULITAN BERNAFAS	RIWAYAT PENYAKIT PERNAFA SAN	APAKAH ANDA MENGALAMI DEMAM	BERSIN <sup>1)</sup> DAN HIDUNG TERSUMBAT	RIWAYAT PENYAKIT LAINNYA	HASIL KUALITATIF	HASIL SEMI KUANTITATIF
1	KR	35	P	10	TP	KK	✓	x	x	S	x	Negatif	-
2	ID	40	P	40	S	TP	✓	x	x	S	x	Negatif	-
3	IW	30	P	30	KK	KK	x	x	x	KK	x	Negatif	-
4	SYR	23	L	23	TP	S	x	x	x	KK	x	Negatif	-
5	MR	29	P	29	TP	KK	x	x	x	KK	x	Negatif	-
6	JF	35	L	35	KK	KK	x	x	x	KK	x	Negatif	-
7	RL	36	L	10	TP	S	x	x	x	TP	x	Negatif	-
8	AY	25	L	25	KK	KK	x	x	x	KK	x	Negatif	-
9	MH	28	L	28	TP	KK	x	x	x	TP	x	Negatif	-
10	NS	40	P	25	KK	KK	x	x	x	KK	x	Negatif	-
11	NRN	35	P	35	KK	KK	x	x	x	KK	x	Negatif	-
12	SH	27	P	27	TP	S	x	x	x	TP	x	Negatif	-
13	IL	29	L	29	KK	KK	x	x	x	KK	x	Negatif	-
14	ST	36	P	36	TP	S	x	x	x	KK	x	Negatif	-
15	TR	34	P	34	TP	S	x	x	x	KK	x	Negatif	-
16	HDR	37	P	37	KK	S	x	x	x	KK	x	Negatif	-
17	ISW	21	P	21	TP	SS	x	x	x	TP	x	Negatif	-
18	NH	29	P	29	TP	KK	x	x	x	KK	x	Negatif	-
19	FTH	36	P	10	TP	S	x	x	x	TP	x	Negatif	-

20	N	31	31	P	31	KK	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
21	TM	37	L	L	37	TP	S	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
22	MJ	23	L	L	20	TP	KK	KK	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
23	RTN	40	P	P	40	TP	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
24	IH	25	L	L	25	TP	S	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
25	AD	22	L	L	22	TP	KK	KK	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
26	YI	32	L	L	32	S	KK	KK	x	x	x	x	S	x	Positif	-
27	RS	30	L	L	30	TP	KK	KK	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
28	DL	24	P	P	24	KK	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
29	LN	31	P	P	31	KK	TP	TP	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
30	BM	37	L	L	10	TP	KK	KK	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
31	SD	32	L	L	32	KK	TP	TP	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
32	DT	26	L	L	26	KK	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
33	MS	40	P	P	15	TP	TP	TP	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
34	MR	35	P	P	10	TP	KK	KK	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
35	RE	35	P	P	35	KK	TP	TP	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
36	SR	32	P	P	32	TP	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
37	SYF	28	L	L	28	TP	TP	TP	✓	x	x	x	TP	x	Positif	1/2
38	MA	21	P	P	21	KK	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
39	DLI	29	P	P	29	TP	S	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
40	FR	23	P	P	18	TP	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
41	AFR	26	L	L	26	TP	TP	TP	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
42	AS	40	L	L	40	S	TP	TP	x	x	x	x	S	x	Negatif	-
43	YLA	35	P	P	35	KK	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
44	WI	35	L	L	10	TP	S	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
45	RB	32	L	L	20	TP	S	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-

46	RHN	26	L	26	TP	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
47	PN	40	L	40	KK	KK	✓	x	x	x	KK	x	Negatif	-
48	SRN	40	P	22	TP	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
49	RM	32	P	32	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
50	RWN	29	L	29	TP	S	x	x	x	x	TP	x	Positif	1/2
51	IND	23	P	18	TP	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
52	MW	25	L	25	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
53	TRA	31	P	10	TP	KK	x	x	✓	x	S	x	Negatif	-
54	HY	33	L	33	SS	KK	✓	x	x	x	S	x	Positif	-
55	SK	40	P	40	S	TP	✓	x	x	x	S	x	Negatif	-
56	FT	22	P	15	KK	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
57	RML	36	P	36	KK	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
58	RSD	34	P	22	TP	SS	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
59	JA	27	P	20	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
60	ZH	34	P	34	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
61	SA	23	P	18	TP	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
62	NR	39	L	39	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
63	SYL	33	L	33	KK	TP	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
64	MAL	31	L	31	TP	KK	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
65	ASR	26	L	26	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
66	RST	39	P	15	TP	S	x	x	x	x	KK	x	Positif	-
67	BL	32	P	32	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
68	BHR	38	L	38	KK	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
69	ITN	33	P	33	KK	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
70	RWT	20	P	20	TP	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
71	HE	29	L	10	TP	KK	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-

72	UY	27	P	24	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
73	AB	31	L	31	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
74	SNH	35	P	35	KK	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
75	ANT	35	P	35	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
76	NN	39	P	20	TP	SS	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
77	FJ	28	L	28	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
78	JM	20	L	20	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
79	LF	37	L	37	KK	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
80	NHR	37	P	20	TP	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
81	IDH	30	P	30	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
82	SL	36	L	36	KK	S	x	x	x	x	KK	x	Positif	1/4
83	SYL	31	L	31	TP	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
84	FI	26	L	20	TP	SS	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
85	IK	23	L	23	TP	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
86	WN	28	L	28	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
87	YF	34	L	34	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Positif	-
88	MR	30	P	10	TP	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
89	HH	40	P	40	S	KK	✓	✓	✓	✓	KK	x	Positif	1/2
90	JM	33	P	33	KK	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
91	DI	36	P	20	TP	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
92	ML	39	P	29	KK	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
93	RW	37	L	37	S	TP	x	x	x	x	S	x	Positif	-
94	UF	22	P	22	TP	S	x	x	x	x	TP	x	Negatif	-
95	ASN	28	P	25	TP	S	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
96	HL	25	L	20	TP	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-
97	DS	30	L	30	TP	KK	x	x	x	x	KK	x	Negatif	-

Keterangan:

SS : Sangat Sering

S : Sering

KK : Kadang-Kadang

TP : Tidak Pernah

✓ : Ya

✗ : Tidak

Lampiran 3 Informed Consent

**INFORMED CONCENT**  
**(LEMBAR PERSETUJUAN MENJADI RESPONDEN)**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ibu [redacted]  
Umur : 31 tahun  
Alamat : Biringene kampung kalatae.


Setelah mendapatkan keterangan secukupnya dari peneliti serta mengetahui manfaat penelitian yang berjudul "*Analisis Kadar C-Reactive Protein (Crp) Pada Warga Yang Berdomisili Di Sekitar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep*" maka saya menyatakan (bersedia/ tidak bersedia)\* diikutsertakan dalam penelitian ini.

Makassar, 14 Juni 2025

Peneliti

  
(Kartika Yusnia)

Responden

  
(.....)

## Lampiran 4 Kuesioner Penelitian

Kode Sampel = 53

Hasil CRP = Negatif

### KUESIONER PENELITIAN

#### A. IDENTITAS RESPONDEN

Nama : Ibu T. T.

Umur : 31 Tahun

Alamat : Biringene Kampung Palatae

#### B. PERTANYAAN



1. Sudah berapa lama anda tinggal di sekitar pabrik ?  
10 tahun
2. Seberapa sering anda merasakan gejala batuk, pilek, atau sesak napas dalam sebulan terakhir ?
  - Sangat sering
  - Sering
  - Kadang-kadang
  - Tidak pernah
3. Apakah anda sering menggunakan masker saat beraktivitas diluar rumah ?
  - Sangat sering
  - Sering
  - Kadang-kadang
  - Tidak pernah
4. Apakah anda pernah mengalami kesulitan bernapas saat melakukan aktivitas fisik ? Berapa lama anda mengalaminya?
  - Ya
  - Tidak

\_\_\_\_\_
5. Apakah anda memiliki riwayat penyakit pemapasan ?
  - Ya
  - Tidak

\_\_\_\_\_

6. Apakah anda mengalami demam ?
- Ya
  - Tidak
7. Apakah anda sering mengalami bersin-bersin dan hidung tersumbat ?
- Sangat sering
  - Sering
  - Kadang-kadang
  - Tidak pernah
8. Apakah anda memiliki riwayat penyakit di bawah ini ?
- Tuberculosis
  - Kanker
  - Infeksi saluran kemih (ISK)

Lampiran 5 Izin Penelitian

	<b>LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM) UNIVERSITAS MEGAREZKY</b> SK. Menristekdikti RI. No.1194/KPT/I/2018 Terakreditasi BAN PT
<small>Kampus II : Jalan Antang Raya No. 43 Telp. 0411 - 492 401 - 496401 Fax. 496614 Website : <a href="http://universitasmegarezky.ac.id">http://universitasmegarezky.ac.id</a> Email: <a href="mailto:info@universitasmegarezky.ac.id">info@universitasmegarezky.ac.id</a></small>	
Makassar, 10 April 2025	
Nomor	: 07/07.091056/IV/2025
Lampiran	: -
Perihal	: <b>Rekomendasi Izin Penelitian</b>
<b>Kepada</b>	
Yth	: Bapak Gubernur Prov. SulSel Cq. Kepala UPT P2T BKPM-DPTSP
<b>Di -</b>	
<b>Makassar</b>	
Dengan hormat, Dalam rangka penyelesaian tugas akhir Mahasiswa Fakultas Teknologi Kesehatan Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis Universitas Megarezky Makassar, maka bersama ini kami mohon kiranya Bapak/Ibu berkenan menerima Mahasiswa (i) kami yang tersebut namanya di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Instansi / wilayah kerja yang Bapak/Ibu Pimpin.	
<b>Nama</b>	: <b>Kartika Yusnia</b>
<b>NIM</b>	: <b>B1D121061</b>
<b>Judul Skripsi/KTI</b>	: <b>" Analisis Kadar C-Reactive Protein (CRP) pada Warga yang Berdomisili di Sekitar Wilayah Industri di Kabupaten Pangkep"</b>
<b>Pembimbing</b>	: <b>1. Arlitha Dekayana, S.Si.,M.Kes</b> <b>2. Dr. Santi, S.Si.,M.Si</b>
<b>Tempat Penelitian</b>	: <b>Laboratorium Prodifa Pangkep</b>
Demikian surat permohonan penelitian ini, atas bantuan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.	
 <b>Kepala LPPM</b> <b>Ns. Sri Anwar Yana Sabar, M.Kep</b> <b>NIDN: 09151186 02</b>	
<b><u>Tembusan Kepada Yth:</u></b>	
1. Yang Bersangkutan	
2. Arsip	



**PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN**  
**DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU**

Jl. Bougenville No.5 Telp. (0411) 441077 Fax. (0411) 448936  
Website : <http://simap-new.sulselprov.go.id> Email : [ptsp@sulselprov.go.id](mailto:ptsp@sulselprov.go.id)  
Makassar 90231

Nomor : **8056/S.01/PTSP/2025** Kepada Yth.  
Lampiran : - Bupati Pangkep  
Perihal : **Izin penelitian**

di-  
Tempat

Berdasarkan surat Kepala LPPM Univ. Megarezky Makassar Nomor : 1097/07.091056/IV/2025 tanggal 10 April 2025 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

Nama : **KARTIKA YUSNIA**  
Nomor Pokok : **B1D121061**  
Program Studi : **Teknologi Laboratorium Medis**  
Pekerjaan/Lembaga : **Mahasiswa (D4)**  
Alamat : **Jl. Antang Raya No. 43, Makassar**

PROVINSI SULAWESI SELATAN

Bermaksud untuk melakukan penelitian di daerah/kantor saudara dalam rangka menyusun KARYA TULIS, dengan judul :

**" ANALISIS KADAR C-REACTIVE PROTEIN (CRP) PADA WARGA YANG BERDOMISILI DI SEKITAR WILAYAH INDUSTRI DI KABUPATEN PANGKEP "**

Yang akan dilaksanakan dari : Tgl. **24 April s/d 21 Juni 2025**

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, pada prinsipnya kami **menyetujui** kegiatan dimaksud dengan ketentuan yang tertera di belakang surat izin penelitian.

Demikian Surat Keterangan ini diberikan agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Diterbitkan di Makassar  
Pada Tanggal 24 April 2025

**KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU  
SATU PINTU PROVINSI SULAWESI SELATAN**



**ASRUL SANI, S.H., M.Si.**  
Pangkat : **PEMBINA TINGKAT I**  
Nip : **19750321 200312 1 008**

Tembusan Yth  
1. Kepala LPPM Univ. Megarezky Makassar di Makassar;  
2. *Pertinggal.*

## Lampiran 6 Kode Etik



### Kementerian Kesehatan

**Direktorat Jenderal  
Sumber Daya Manusia Kesehatan**  
Politeknik Kesehatan Makassar  
Jalan Wijaya Kusuma Raya No. 46 Banta-Bantaeng  
Makassar, Sulawesi Selatan 90222  
08115566606  
<https://portal.poltekkes-mks.ac.id>

**KETERANGAN LAYAK ETIK**  
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION  
"ETHICAL EXEMPTION"  
No.: 1047/M/KEPK-PTKMS/V/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :  
The research protocol proposed by

**Peneliti Utama** : **Kartika Yusnia**  
Principal in Investigator

**Nama Institusi** : **Universitas Megarezky Makassar**  
Name of the Institution

**Dengan Judul:**  
Title

**"Analisis Kadar C-Reactive Protein (CRP) Pada Warga Yang Berdomisili Di Sekitar Wilayah Industri Di Kabupaten Pangkep "**

*"Analysis of C-Reactive Protein (CRP) Levels in Residents Domiciled Around Industrial Areas in Pangkep Regency"*

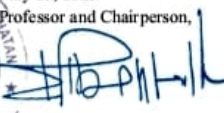
Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Layak Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 23 Mei 2025 sampai dengan tanggal 23 Mei 2026.

Declaration of ethics applies during the period May 23, 2025 until May 23, 2026.



May 23, 2025  
Professor and Chairperson,  
  
**Hi. Santi Sinala, S.Si, M.Si, Apt**  
Ketua KEPK Poltekkes Makassar

## Lampiran 7 *Plagiarism Scan Report*

### UNIMERZ LPPM

#### KARTIKA YUSNIA - Kartika Yusnia.docx

 TURNITIN\_FATELKES\_DIVTLM3

 LPPM

 LLDIKTI IX Turnitin Consortium Part III

#### Document Details

Submission ID

trn:okd::1:3297765499

Submission Date

Jul 18, 2025, 10:16 AM GMT+7

Download Date

Jul 18, 2025, 10:44 AM GMT+7

File Name

KARTIKA\_YUSNIA\_-\_Kartika\_Yusnia.docx

File Size

2.7 MB

87 Pages

11,233 Words

75,872 Characters

### 20% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.


#### Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

#### Top Sources

19%  Internet sources

7%  Publications

10%  Submitted works (Student Papers)