

**LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN**



**STERILISASI GAUN PELINDUNG BEKAS PAKAI DENGAN  
IRADIASI GAMMA**

Oleh :

Riris Lindiawati Puspitasari, M.Si.

Dr. Irawan Sugoro, M.Si.

Olivera Purnomo NIM 0104518034

**Program Studi Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Al Azhar Indonesia  
Juli 2022**

## Daftar Isi

Ringkasan	
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
Latar Belakang .....	1
Tujuan.....	2
Urgensi Penelitian .....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
Alat Pelindung Diri .....	3
Gaun Pelindung .....	3
Limbah Alat Pelindung Diri .....	4
Radiasi Gamma ( $\gamma$ ) .....	4
Validasi sterilisasi Iradiasi Gamma .....	5
Interaksi radiasi Gamma dengan Materi Biologi.....	5
Peta Jalan ( <i>Roadmap</i> ) .....	6
<b>BAB 3 METODE.....</b>	<b>8</b>
Waktu dan Lokasi penelitian .....	8
Langkah Kerja .....	8
1. Persiapan Alat dan Bahan.....	8
2. Pengumpulan Sampel .....	8
3. Penetapan SAL dan SIP .....	8
4. Penentuan <i>Bioburden</i> .....	9
5. Penentuan Dosis Verifikasi .....	9
6. Sterilisasi Radiasi Gamma.....	9
7. Sterilisasi Sampel .....	9
8. Uji Fungsional .....	9
Kontribusi Mitra .....	10
<b>BAB 4 HASIL SEMENTARA .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>15</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>17</b>
Ringkasan Laporan Kemajuan .....	17
Realisasi Anggaran.....	18

Rekapitulasi Data .....	19
Log book.....	21
Foto Kegiatan .....	22

## Ringkasan Penelitian

Pandemi *Corona Virus Diaseases* (COVID-19) telah melanda dunia pada tahun 2020. COVID-19 disebabkan oleh virus varian baru baru SARS-CoV-2 yang ditemukan pada Desember 2019. Penularan COVID-19 dapat melalui udara dan percikan cairan tubuh orang yang terinfeksi. Tingginya angka penularan mendorong petugas medis, garda terdepan dan masyarakat untuk menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang telah ditetapkan. APD pada umumnya diperuntukan sekali pakai, hal ini menyebabkan peningkatan limbah medis APD selama pandemi COVID-19. Teknologi iradiasi gamma dapat menjadi solusi sterilisasi APD bekas pakai. Radiasi pengion mampu menekan dan mengeliminasi mikroorganisme patogen dengan merusak materi DNA dan RNA. Penentuan dosis radiasi gamma ditentukan berdasarkan ISO 11137 mengenai sterilisasi alat kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *bioburden* (kontaminasi awal mikroorganisme) pada gaun pelindung bekas pakai, menentukan dosis sterilisasi iradiasi gamma dan uji fungsional setelah diradiasi. Metode penelitian dilakukan dengan mengumpulkan sampel dari klinik PTKMR-BRIN lalu dibawa ke laboratorium mikrobiologi dan laboratorium instrumentasi untuk diuji. Hasil sementara yang diperoleh nilai *bioburden* pada keseluruhan batch adalah 724 CFU/g. Berdasarkan *Sterility Assurance Level* (SAL)  $10^{-2}$  dan SAL  $10^{-6}$  didapatkan dosis verifikasi sebesar yang dibulatkan menjadi 15 kGy dan 25 kGy. Hasil uji sterilitas menunjukkan tidak ada perumbuhan mikroorganisme pada 100 sampel yang diiradiasi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dosis radiasi gamma untuk sterilisasi gaun pelindung bekas pakai pada tingkat SAL  $10^{-6}$  adalah 25 kGy.

Kata Kunci: COVID-19, sterilisasi, radiasi gamma, gaun pelindung, APD

## BAB 1 PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pandemi *Corona Virus Diaseases* (COVID-19) telah melanda dunia pada tahun 2020. COVID-19 disebabkan oleh infeksi varian virus baru SARS-CoV-2 yang ditemukan pada Desember 2019 di kota Wuhan, China. Badan Kesehatan Dunia (WHO) mencatat per Maret 2022 terdapat 483 juta kasus terkonfirmasi COVID-19 dan 6 juta kasus kematian yang dilaporkan di seluruh dunia. Penularan COVID-19 dapat melalui udara dan droplet (percikan) dari cairan mulut atau hidung seseorang yang terinfeksi [1]. Kasus pertama COVID-19 di Indonesia tercatat pada tanggal 2 Maret 2020, hingga sampai saat ini data COVID-19 per Maret 2022 mencatat 6 juta kasus terkonfirmasi COVID-19 dan 155.000 kasus kematian akibat COVID-19 di Indonesia.

WHO dan Badan Pengendalian dan Pencegahan Penyakit (CDC) Amerika menerbitkan pedoman perlindungan diri bagi tenaga kesehatan dan garda terdepan yang terlibat dalam penanganan filovirus dan coronavirus. Pedoman ini bertujuan untuk mencegah penularan virus kepada pekerja kesehatan dengan cara menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai standar untuk tim medis, petugas kesehatan dan masyarakat. APD yang penting digunakan tenaga kesehatan yaitu, sarung tangan, kaca mata, masker, celemek, gaun pelindung, pelindung sepatu, dan penutup rambut [2].

APD umumnya diperuntukan untuk sekali pakai. Hal ini menjadi tantangan baru bagi pengolahan limbah medis dan menekan biaya pengeluaran APD tenaga medis. Berdasarkan data WHO selama periode Maret 2020-November 2021 tercatat sekitar 1,5 milyar unit APD dengan total bobot 87.000 ton dari penanganan COVID-19 di seluruh dunia [3]. Di Indonesia limbah medis periode Maret-September 2020 mencapai 1.662,75 ton. Upaya pengolahan limbah medis masih dilakukan kajian komparatif mengenai sampah medis sebelum dan selama pandemi untuk mencegah penyakit dan pencemaran akibat limbah [4].

Salah satu teknologi sterilisasi APD bekas pakai adalah iradiasi gamma. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan radiasi gamma pada dosis 13 kGy dapat mensterilkan hazmat bekas pakai [5]. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan radiasi pengion 15 dan 25 kGy dapat mensterilkan masker N95 dan masker

kain yang mengandung virus SARS-1 [6]. Virus SARS-1 diketahui dapat nonaktif pada dosis sekitar 10 kGy. Pedoman ISO 11137 menyatakan dosis sterilisasi 25 kGy dapat ditetapkan sebagai dosis sterilisasi untuk perangkat medis tanpa dilakukan uji *bioburden* [7].

### **Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan *bioburden* gaun pelindung bekas pakai, dosis iradiasi gamma berdasarkan petunjuk ISO 11137 dan menganalisis fungsional gaun setelah diradiasi.

### **Urgensi Penelitian**

Penelitian sterilisasi gamma pada APD telah dilakukan pada baju hazmat dan masker, namun pada gaun pelindung belum ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan menghitung *bioburden* pada gaun pelindung bekas pakai untuk menentukan dosis sterilisasi gamma dan fungsional gaun.

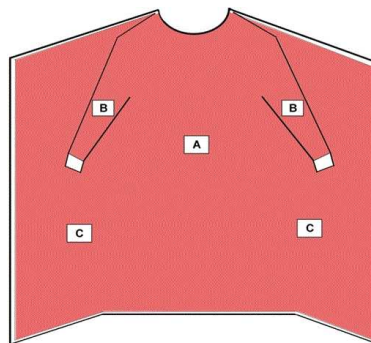
## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri merupakan kelengkapan kerja untuk mencegah terjadinya kecelakaan di lingkungan kerja. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 8 Tahun 2010 Tentang Alat Pelindung Diri memaparkan APD sebagai metode pengendali bahaya paling akhir dari pencegahan infeksi dan bahaya kerja. Bahaya dapat timbul dari paparan atau kontak dengan sesuatu yang bersifat kimia, biologis, mekanik, elektrik dan lainnya. APD berupa alat yang mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh pengguna dari potensi bahaya dan kecelakaan. Alat pelindung diri yang banyak digunakan di bidang kesehatan yaitu, sarung tangan, kaca mata, masker, celemek, gaun pelindung, penutup sepatu dan penutup rambut [8].

### Gaun Pelindung

Gaun pelindung adalah salah satu alat pelindung diri yang digunakan tenaga profesional medis untuk melindungi lengan pada area tubuh terbuka selama kegiatan perawatan. Penggunaan gaun ditambahkan untuk mencegah perpindahan mikroorganisme dari pakaian, darah, cairan tubuh dan sekret orang yang terinfeksi. Metode sterilisasi gaun yang diakui FDA diperlukan Tingkat Jaminan Sterilitas (SAL)  $10^{-6}$ . Karakteristik gaun adalah panjang sampai betis dan menutupi sebagian besar tubuh, dimana seluruh jahitan harus memiliki kemampuan menghalangi cairan masuk pada bagian gaun. Bagian A, B dan C kinerja sebagai penghalang (Gambar 1) [9].



Gambar 1 Model APD Gaun pelindung

Sumber: <https://www.fda.gov/medical-devices/>

Gaun pelindung dibagi menjadi dua berdasarkan penggunaannya, yaitu gaun pelindung sekali pakai dan gaun yang dipakai ulang. Gaun sekali pakai dirancang untuk dibuang setelah satu kali pemakaian. Gaun ini terbuat dari bahan serat sintetis seperti polipropilena (PP), poliester dan polietilena (PE) yang dikombinasikan dengan film plastik. Gaun yang dipakai ulang adalah gaun yang dapat digunakan kembali setelah dicuci atau dibersihkan. Siklus pencucian maksimal hingga 50 kali, selama gaun tidak rusak. Bahan gaun ini terbuat dari bahan poliester 100%, katun 100% atau campuran keduanya [10].

### **Limbah Alat Pelindung Diri**

Limbah medis dihasilkan dari klinik, rumah sakit, panti jompo dan lokasi vaksinasi. Sebagian besar APD produk dari plastik yang dapat berada dalam waktu lama di lingkungan [3]. Limbah medis merupakan sisa dari upaya medis yang mengandung patogen dan kontaminasi kimia. Limbah APD dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) karena mengandung komponen infeksius. Upaya penanganan limbah B3 dan sampah rumah tangga dalam mengatasi Pandemi COVID-19 di Indonesia tercantum dalam Surat Edaran No. SE.2/MENLHK/PSLB3/PLB.3/3/2020 tentang Pengelolaan Limbah Infeksius (Limbah B3) dan Sampah Rumah Tangga Dari Penanganan COVID-19. Pengelolaan limbah B3 mengharuskan fasilitas kesehatan menyimpan limbah dalam wadah tertutup selama dua hari setelah dihasilkan. Limbah kemudian dibakar dalam insinerator pada suhu minimal 800 derajat celsius. Residu hasil pembakaran dikemas dan diberi simbol "Beracun" untuk diserahkan kepada lembaga pengelola limbah B3 [11].

### **Radiasi Gamma ( $\gamma$ )**

Sinar gamma termasuk gelombang elektromagnetik. Sumber radiasi gamma salah satunya berasal dari radioisotop Cobalt-60 (Co-60) yang dapat memancarkan dua energi foton sebesar 1.17 MeV dan 1.33 MeV [13]. Radiasi gamma memiliki beberapa keunggulan memiliki daya tembus yang tinggi dibandingkan sinar Alfa ( $\alpha$ ) dan Beta ( $\beta$ ), tidak dipengaruhi temperatur dan tekanan, efektivitas steril lebih terjamin dan tidak memicu pemantulan energi. Sterilisasi gamma banyak digunakan untuk mensterilkan cangkang manusia, kosmetik, obat-obatan dan alat kesehatan seperti jarum suntik, sarung



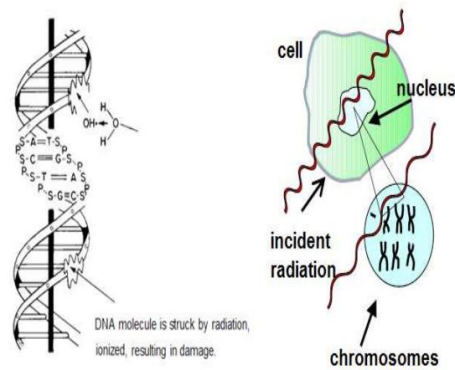
tangan, gaun pelindung dan lainnya [14]. Paparan radiasi gamma terhadap suatu benda memicu tabrakan partikel foton terhadap molekul benda yang disinari, sehingga terjadi ionisasi sebagai radikal bebas. Proses ionisasi yang berinteraksi dengan sel menyebabkan perubahan fisik dan fungsi dari molekul yang disinari [15].

### **Validasi Sterilisasi Iradiasi Gamma**

Sterilisasi radiasi gamma diatur oleh dua standar *European Standards* (EN) 552 (1994) dan *International Organization for Standardization* (ISO) 11137 (1995). Kedua standar ini diselaraskan menjadi ISO 11137 yang terdiri atas tiga bagian terpisah. Petunjuk ISO 11137 menentukan besaran dosis radiasi dapat dihitung dari jumlah kontaminasi awal mikroorganisme (*bioburden*) melalui uji pada produk yang belum disterilisasi. Semakin rendah nilai *bioburden*, maka semakin rendah dosis radiasi. Dosis 25 kGy umumnya diperbolehkan sebagai dosis sterilisasi alat kesehatan tanpa perhitungan *bioburden* [7]. Studi lain menyebutkan radiasi pengion memicu terjadinya perubahan ikatan kimia menjadi lebih baik atau lebih buruk. Bahan yang disinari dapat mengalami kehilangan kekuatan tarik, berat molekul dan rapuh. Oleh karena itu, perhitungan *bioburden* disarankan untuk mengetahui dosis sterilisasi yang tepat dan meminimalikan degradasi bahan yang disterilkan [16].

### **Interaksi Radiasi Gamma dengan Materi Biologi**

Sinar gamma mengandung partikel foton dengan energi tinggi yang memicu tabrakan dengan suatu molekul dan melepaskan elektron bebas sehingga membentuk pasangan ion (ionisasi). Reaksi ionisasi menyebabkan perubahan sifat fisik dan fungsi molekul sel. Paparan radiasi terhadap materi biologis menginduksi dua interaksi yaitu efek secara langsung dan tidak langsung (Gambar 2) [17].

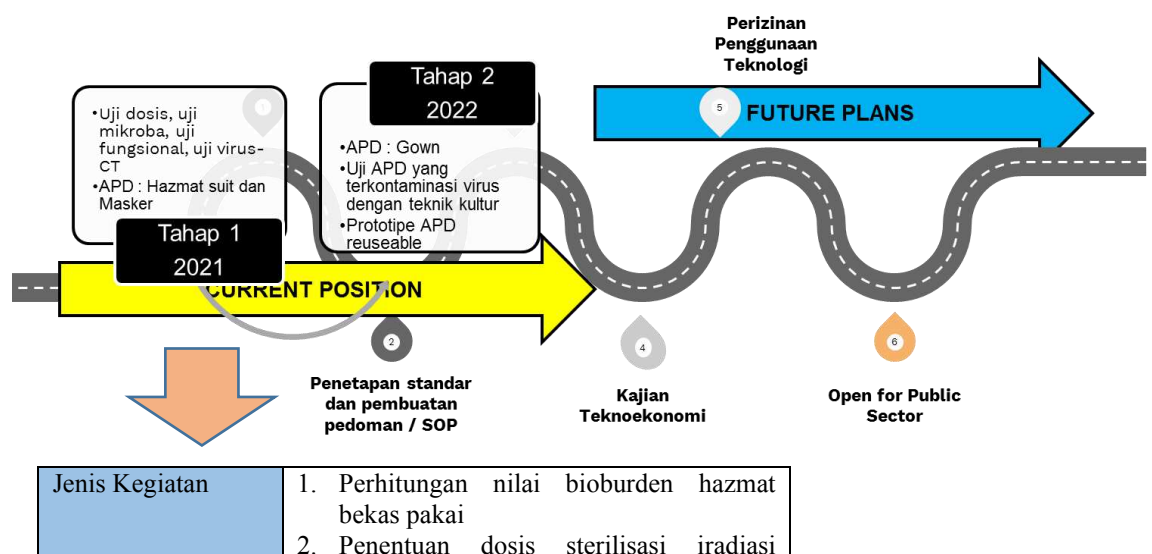


Gambar 2 Interaksi radiasi gamma dengan molekul DNA [15].

Efek langsung disebabkan oleh paparan radiasi mengenai molekul DNA secara langsung [17]. Hal ini menyebabkan ion dari radikal bebas merusak struktur sel dengan menginduksi pemutusan DNA, khususnya pada *double-strand DNA break* (DSB) [16]. Efek tidak langsung disebabkan oleh radikal bebas OH yang dihasilkan dari interaksi radiasi dengan molekul air. Radikal OH bersifat racun bagi DNA dan memicu perubahan bagian gula dan menghilangkan gugus amina pada bagian DNA [13].

### Peta Jalan (Roadmap)

Penelitian ini merupakan lanjutan dari topik riset Sterilisasi APD Bekas Pakai dengan Iradiasi Gamma sebagai solusi menekan kebutuhan APD dalam bidang Industri dan kesehatan. Riset dijalankan dengan tema yang sama, namun dengan topik yang berbeda, serta melibatkan tim dan mahasiswa. Berikut peta penelitian yang sejalan dengan riset yang diusulkan.



	gamma
Sumber dana	Kerjasama UAI, Kemendikbudristek, BRIN LPDP
Tahun	2021
Luaran	Jurnal terakreditasi

Studi pendahuluan yang berkaitan dengan sterilisasi APD bekas pakai telah dilakukan pada tahun 2021. Penelitian diawal dengan uji perhitungan *bioburden* dan penentuan dosis sterilisasi radiasi gamma pada baju hazmat bekas pakai dari klinik PTKMR-BRIN. Hasil yang didapatkan adalah hanya ditemukan satu sampel yang terdeteksi pertumbuhan mikroorganisme pada sampel. Penelitian ini diusulkan sebagai studi awal menghitung nilai *bioburden* pada gaun pelindung bekas pakai untuk menentukan dosis sterilisasi dan melihat hasil fungsional gaun setelah sterilisasi.

## BAB 3 METODE

### Waktu dan Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Maret 2022. Lokasi pengambilan sampel di klinik Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR). Uji dan analisis dilakukan di Laboratorium mikrobiologi dan laboratorium instrumentasi Kawasan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Pasar Jumat. Proses penelitian dilakukan oleh tim dengan fasilitas pendukung dari peneliti mitra.

Proses uji fungsional mengalami keterlambatan terkait pembatasan penggunaan alat-alat laboratorium instrumentasi. Alat-alat yang dibutuhkan bergantian dengan staff BRIN dan mahasiswa yang melakukan penelitian di laboratoorium yang sama. Uji fungsional SEM memiliki masa tunggu sekitar 1-2 bulan setelah sampel diserahkan kepada pihak mitra.

### Langkah Kerja

#### 1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah neraca analitik [Sartorius], Erlenmeyer, pipet tetes, sudip, oven, cawan petri, lampu spiritus, *Laminar Air Flow* (LAF), autoclave, gunting, dan gantungan baju. Alat yang digunakan untuk uji fungsional adalah alat *Universal Testing Machine* (UTM), alat *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Bahan-bahan yang digunakan adalah gaun pelindung bekas pakai, akuades, media *Nutrient Agar* (NA), media *Potatoes Dextrose Agar* (PDA), NaCl, *Nutrient both* (NB), alkohol, masker dan sarung tangan.

#### 2. Pengumpulan Sampel

Sampel gaun pelindung bekas diperoleh dari Klinik PTKMR-BRIN. Gaun bekas merk *Me Gown Surgical Gown* sebanyak 150 buah dikumpulkan dari bekas penggunaan tenaga medis yang bekerja pada klinik tersebut. Gaun pelindung dimasukkan ke dalam *polybag* untuk selanjutnya dibawa ke laboratorium mikrobiologi-BRIN.

#### 3. Penetapan SAL dan SIP

*Sterility Assurance Level* (SAL) atau tingkat jaminan sterilitas adalah probabilitas mikroorganisme yang bertahan hidup setelah disterilisasi. *Sample Item Portion* (SIP) adalah bagian dari perangkat medis yang digunakan dalam prosedur penentuan dosis (ISO, 2013).

SAL ditentukan berdasarkan tabel ISO 11137 dan SIP<1 diambil dari bagian dada, lengan, ketiak, paha dan panggul untuk mewakili keseluruhan gaun.

#### **4. Penentuan *Bioburden***

Tingkat cemaran mikroorganisme awal (*bioburden*) dilakukan dengan memotong bagian SIP<1 dengan ukuran 2x4 cm, kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik. Potongan sampel ditempelkan pada permukaan media selama 1 menit. Metode yang digunakan adalah *Total Plate Count* (TPC) menggunakan media NA dan PDA. Sampel kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama satu hari pada sampel media NA untuk perhitungan bakteri dan selama dua hari pada sampel media PDA untuk perhitungan fungi. Nilai bioburden seluruh bagian dijumlah dan dihitung menggunakan persamaan (Fitriana *et al.*, 2021):

Bioburden (CFU) = (Jumlah koloni (CFU) x berat gaun (g))/(Berat sampel gaun (g))

#### **5. Penentuan Dosis Verifikasi**

Rata-rata dari *bioburden* gaun pelindung bekas pakai yang diperoleh digunakan untuk melihat tabel SAL pada ISO 11137.

#### **6. Sterilisasi Radiasi Gamma**

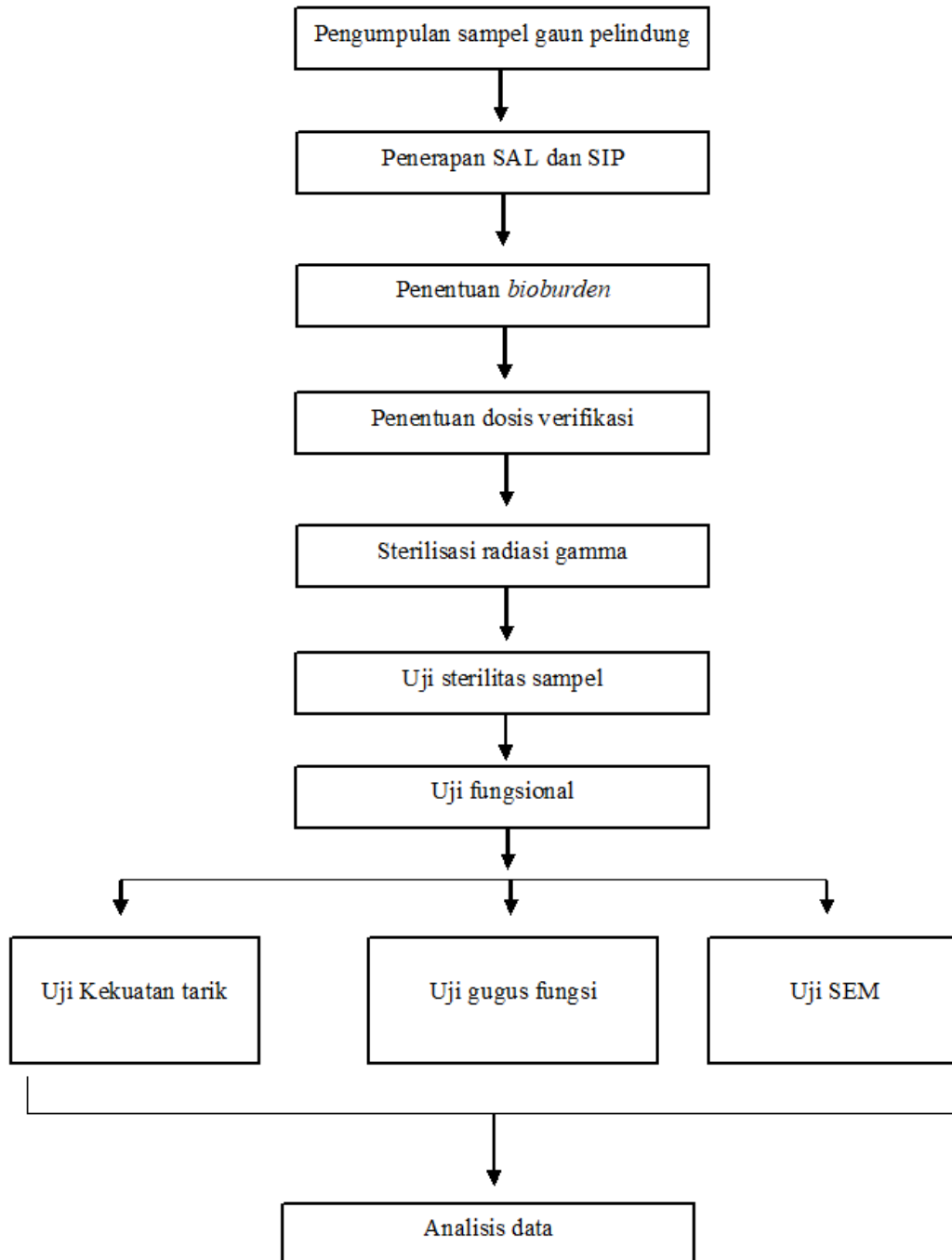
Sebanyak 100 sampel gaun pelindung bekas pakai dimasukkan ke dalam kardus dan diiradiasi pada dosis verifikasi yang diperoleh. Iradiasi dilakukan dengan menggunakan iradiator Gamma Cell-220 Upgraded (laju dosis 3.867,1 Gy/jam). Sebanyak 50 sampel sebagai perlakuan kontrol tanpa diiradiasi.

#### **7. Sterilisasi Sampel**

Sampel yang telah diiradiasi kemudian diuji sterilitasnya menggunakan media NA dan PDA untuk mengetahui jumlah sampel yang tidak steril.

#### **8. Uji Fungsional**

Uji fungsional dilakukan untuk mengukur uji kekuatan tarik menggunakan alat UTM, uji gugus fungsi menggunakan FTIR, Uji SEM.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

### Kontribusi Mitra

Mitra terlibat dalam penelitian dari mulai penyusunan isi proposal. Peneliti mitra memiliki pengalaman di bidang mikrobiologi dan bidang polimer. Instansi mitra memberikan dukungan fasilitas peralatan dan jasa analisis pada laboratorium terkait. Peneliti mitra juga mendampingi selama kegiatan penelitian berjalan.

### Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Bulan						
		3	4	5	6	7	8	9
1.	Pengumpulan sampel							
2.	Persiapan alat dan bahan							
3.	Penetapan SAL dan SIP							
4.	Perhitungan bioburden							
5.	Penentuan dosis verifikasi							
6.	Pengamatan sterilitas							
7.	Pengujian fungsional							
8.	Pelaporan Kemajuan							
9.	Pelaporan Akhir							

### Daftar Personalia (Khusus skema JRG, dicantumkan TPP dan TPM)

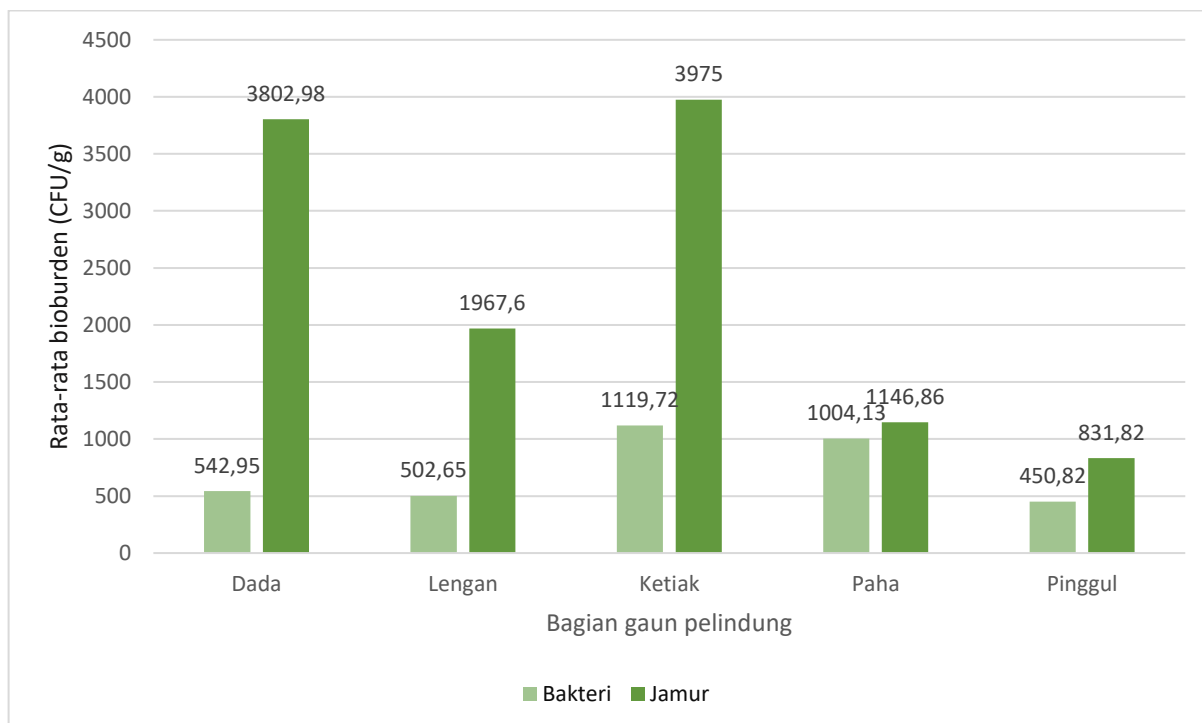
No.	Nama Lengkap dan Gelar	NIDN/ NIDK/ NIP	Jabatan Fungsional	Jabatan Struktural	Bidang Keahlian	Alokasi Waktu ...Jam/ Minggu	Tugas dalam Tim
1.	Riris Lindiawati P, M.Si	NIDN 03070 57905	Lektor	-	Biologi	4	Menyusun proposal, mengkoordinasi kegiatan, penulisan laporan, publikasi
2.	Syafitri Jumianto, M.Si	NIDN 03241 07406	Assisten Ahli	Sekretaris Prodi Biologi	Fisika Radiasi	4	Menyusun proposal, koordinasi pemberian radiasi, menyusun

							laporan, publikasi
3.	Dr. Irawan Sugoro, M.Si	19761 018 20001 2 1 001	Peneliti Madya	-	Mikrobiologi	4	Menyusun proposal, koordinasi analisa, publikasi
4.	Bimo Saputro, S.T.	199310 13 201801 1 004	Pranuk Ahli	-	Dosimetri	2	Dosimetri dan radiasi
5.	Akhmad Rasyd Syahputra, M.Si	198707 02 201012 1 002	Peneliti Pertama	-	Polimer	2	Menyusun proposal dan analisa
6.	Devita Tetriana, M.Si	197707 15 200212 2 004	Peneliti Muda	-	Biomolekular	2	Menyusun proposal dan analisa
7.	Olivera Purnomo	NIM 01045 18034	Mahasiswa	-		4	Preparasi, menganalisa kultur, menulis laporan



## BAB 4 HASIL SEMENTARA

Jumlah *bioburden* bakteri dan fungi pada bagian gaun pelindung bekas pakai menunjukkan hasil yang berbeda-beda (Tabel 1). Rata-rata *bioburden* bakteri adalah 724 CFU/g dan bioburden fungi 2344 CFU/g. Berdasarkan ISO 11137 rata rata yang diambil adalah nilai rata-rata yang tidak lebih besar dua kali lipat dari rata-rata keseluruhan bioburden. Maka, rata-rata bioburden gaun pelindung bekas pakai adalah 724 CFU/g.



Tabel 1 Rata-rata bioburden pada bagian gaun pelindung

Bedasarkan Tabel penentuan dosis verifikasi pada SAL  $10^{-2}$  adalah 10,6 kGy dan pada SAL  $10^{-6}$  adalah 24,4 kGy. Iradiator yang digunakan pada mitra harus berkelipatan lima, maka dosis dibulatkan menjadi 15 kGy dan 15 kGy. Menurut ISO 11137, 100 sampel yang telah diradiasi pada dosis verifikasi hanya boleh maksimum 2 sampel yang tidak steril (terdapat pertumbuhan mikroorganisme). Alat kesehatan yang digunakan kembali harus memiliki tingkat jaminan sterilitas pada SAL  $10^{-6}$  yang memiliki arti setiap 1 juta produk yang disterilisasi hanya boleh maksimum 2 produk tidak steril. Maka didapatkan dua dosis yaitu dosis verifikasi pada SAL  $10^{-2}$  sebesar 15 kGy dan dosis sterilisasi SAL  $10^{-6}$  sebesar 25 kGy.

Sampel gaun yang telah disterilisasi diuji kembali sterilitasnya. Hasil pengujian sterilitas terhadap 100 sampel menunjukkan bahwa gaun bekas pakai tidak ditemukan pertumbuhan mikroorganisme. Dosis verifikasi yang telah diperoleh diharapkan dapat menginaktivasi SARS-CoV-2. Hal lain yang harus diperhatikan adalah efek radiasi terhadap materi gaun pelindung dilihat dari uji fungsionalnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO, “WHO Coronavirus (COVID-19) dashboard: situation by region, country, territory & area,” 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://covid19.who.int/table>
- [2] WHO, “Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 ( COVID-19 ),” *World Heal. Organ.*, no. April, hal. 1–28, 2020, [Daring]. Tersedia pada: [https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-\(covid-19\)-and-considerations-during-severe-shortages](https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-(covid-19)-and-considerations-during-severe-shortages)
- [3] Z. Wang, C. Guy, K. T. Ng, dan C. An, “A new challenge for the management and disposal of personal protective equipment waste during the covid-19 pandemic,” *Sustain.*, vol. 13, no. 13, hal. 3–6, 2021, doi: 10.3390/su13137034.
- [4] A. Haryono, “Urgensi Pengelolaan Limbah Medis di Masa Pandemi Covid-19,” 2021. [Daring]. Tersedia pada: <http://lipi.go.id/siaranpress/urgensi-pengelolaan-limbah-medis-di-masa-pandemi-covid-19/22339>
- [5] R. Fitriana *et al.*, “Penentuan Dosis Iradiasi Gamma untuk Sterilisasi Baju Hazmat Bekas Pakai,” vol. 17, no. 1, hal. 35–40, 2021.
- [6] A. Kumar, B. Bhattacharjee, D. Sangeetha, V. Subramanian, dan B. Venkatraman, “Evaluation of filtration effectiveness of various types of facemasks following with different sterilization methods,” *J. Ind. Text.*, hal. 152808372110287, 2021, doi: 10.1177/15280837211028794.
- [7] ISO, “ISO 11137-2:2013 Sterilization of health care products — Radiation — Part 2 : Establishing the sterilization dose,” *Order A J. Theory Ordered Sets Its Appl.*, vol. 1, no. 1, hal. 1059787–1059787, 2013.
- [8] M. Putranto dan F. U. Najicha, “Dampak Limbah COVID-19 Terhadap Lingkungan Hidup (Dalam Perspektif Hukum Lingkungan),” *Media Bina Ilm.*, vol. 15, no. 12, hal. 5849–5856, 2021.
- [9] FDA, “Personal Protective Equipment for Infection Control,” *FDA.Gov*, 2021. <https://www.fda.gov/medical-devices/personal-protective-equipment-infection-control/medical-gowns> (diakses 2 Februari 2022).
- [10] H. F. Ramadhan dan I. Sari, “Tinjauan Kepatuhan Perekam Medis Terhadap Penggunaan Apd Dalam Masa Pandemi Covid-19 Di Rs X Bandung,” *J. Media Bina Ilm.*, vol. 16, no.

- 10, hal. 7625–7630, 2022, [Daring]. Tersedia pada:  
<http://binapatria.id/index.php/MBI/article/view/14/14>
- [11] Y. Hesti, “Upaya Penanganan Limbah B3 Dan Sampah Rumah Tangga Dalam Mengatasi Pandemi Corona Sesuai Dengan Surat Edaran No.Se.2/Menlhk/Pslb3/Plb.3/3/2020tentang Pengelolaan Limbah Infeksius (Limbah B3) Dan Sampah Rumah Tangga Dari Penanganan Corona Virus Disease (Co,” *J. Pro Justitia*, vol. 1, no. 2, hal. 2745–8539, 2020, [Daring]. Tersedia pada:  
<http://www.jurnal.umitra.ac.id/index.php/JPJ/article/view/442>
- [12] Z. Wang, C. An, X. Chen, K. Lee, B. Zhang, dan Q. Feng, “Disposable masks release microplastics to the aqueous environment with exacerbation by natural weathering,” *J. Hazard. Mater.*, vol. 417, no. March, hal. 126036, 2021, doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.126036.
- [13] da S. Aquino dan K. Aparecida, *Sterilization by Gamma Irradiation*, 1 ed. London: IntechOpen, 2012. doi: 10.5772/2054.
- [14] C. R. Harrell, V. Djonov, C. Fellabaum, dan V. Volarevic, “Risks of using sterilization by gamma radiation: The other side of the coin,” *Int. J. Med. Sci.*, vol. 15, no. 3, hal. 274–279, 2018, doi: 10.7150/ijms.22644.
- [15] M. Akrom dan E. Hidayanto, “Kajian Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Terhadap Susut Bobot Pada Buah Jambu Biji Merah Selama Masa Penyimpanan,” *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 10, no. 1, hal. 86–91, 2014, doi: 10.15294/jpfi.v10i1.3055.
- [16] D. Darwis, Y. Warastuti, dan L. Hardiningsih, “Penentuan Dosis Sterilisasi Membran Selulosa Mikroba dengan Iradiasi Berkas Elektron Berdasarkan ISO 11137,” *J. Ilm. Apl. Isot. dan Radiasi*, vol. 5, no. 2, hal. 165–176, 2013.
- [17] G. Borrego-Soto, R. Ortiz-López, dan A. Rojas-Martínez, “Ionizing radiation-induced DNA injury and damage detection in patients with breast cancer,” *Genet. Mol. Biol.*, vol. 38, no. 4, hal. 420–432, 2015, doi: 10.1590/S1415-475738420150019.

**Lampiran:****Ringkasan Laporan Kemajuan****Tabel Ringkasan Laporan Kemajuan**

Nama Peneliti : Riris Lindiawati Puspitasari, Irawan Sugoro, Olivera Purnomo  
Judul : Sterilisasi Gaun Pelindung Bekas Pakai Dengan Iradiasi Gamma

No	Kegiatan	Waktu		Hasil	Kendala, Rencana Perubahan (Jika Ada)	Keterangan
		Rencana	Pelaksanaan			
1	Pengumpulan sampel	Januari- Maret	Januari- Maret	Tercapai	-	Tidak ada kendala
2	Persiapan alat dan bahan	Maret	Maret	Tercapai	-	Tidak ada kendala
3	Penetapan SAL dan SIP	Maret	Maret	Tercapai	-	Tidak ada kendala
4	Perhitungan bioburden	Maret- April	Maret-April	Tercapai	-	Tidak ada kendala
5	Penentuan dosis verifikasi	Maret- April	Maret-April	Tercapai	-	Tidak ada kendala
6	Pengamatan sterilitas	Maret- April	Maret-April	Tercapai	-	Tidak ada kendala
7	Pengujian fungsional	Mei-Juli	Mei-Juli	Masih dilakukan	Pembatasan akses alat uji	Menunggu
8	Pelaporan Kemajuan	Juli	Juli	sudah	-	Laporan kemajuan
9	Analisa Data	Agustus- September	-	Belum	-	-
10	Pelaporan Akhir	November	-	Belum	-	-
11	Publikasi	September	-	Belum	-	-

### Realisasi Anggaran

No	Item	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
Honor					
1	Tidak ada				
2	dst				
Jumlah					
Belanja Bahan					
1	Cawan petri	50	buah	Rp 22.500	Rp 1.125.000
2	Tabung sentrifus 50 ml	1	pack	Rp 236.544	Rp 236.544
3	Mikrotub 1.5 ml	1	pack	Rp 84.000	Rp 84.000
4	Tisue	8	pack	Rp 25.000	Rp 200.000
5	Sarung tangan medis	1	pack	Rp 199.696	Rp 199.696
6	NaCl	1	gram	Rp 980.100	Rp 980.100
7	Nutrient Broth	1	gram	Rp 873.180	Rp 873.180
8	Nutrient Agar	1	gram	Rp 1.237.500	Rp 1.237.500
9	Potatoes Dextrose Agar	1	gram	Rp 1.188.000	Rp 1.188.000
10	Alkohol 5L	1	botol	Rp 154.700	Rp 154.700
11	Masker KN95	2	pack	Rp 109.600	Rp 219.200
Jumlah					Rp 6.497.920
Belanja Perjalanan					
1	Tidak ada				
2	dst				
Jumlah					
Belanja Barang Non Operasional					
1	Tidak ada				
2	dst				
Jumlah					

**Realisasi anggaran riset hingga Juli 2022 (50%) yaitu Rp. 6.497.920**

LAMPIRAN

Rekapitulasi Data

Data untuk perhitungan *bioburden* gaun pelindung bekas pakai

No.	SAMPEL HAZMAT	BAGIAN	BERAT PLASTIK KOSONG (g)	BERAT PLASTIK + (2) SAMPEL (g)	(A) BERAT DIKURANGI SATU SAMPEL (g)	(B) BERAT SAMPEL (g)	BERAT SAMPEL PCA (g)	BERAT SAMPEL PDA (g)	BAKTERI I	JAMUR	BERAT GOWN (g)	KETERANGAN	Bakteri (CFU/g)	Jamur (CFU/g)
1	Gaun I (ULANGAN 1)	Dada	1,3348	1,65	1,47	0,1352	0,18	0,1352	0	1	82,28		0	608,579817
2		LENGAN	1,3588	1,57	1,43	0,0712	0,14	0,0712	3	0		172,6153846	0	
3		Ketiak	1,3365	1,7	1,46	0,1235	0,24	0,1235	54	32		3043,232877	21319,51417	
4		Paha	1,3447	1,54	1,39	0,0453	0,15	0,0453	5	0		295,971223	0	
5		Pinggul	1,3544	1,54	1,4	0,0456	0,14	0,0456	4	0		235,0857143	0	
6	Gaun I (ULANGAN 2)	Dada	1,3359	1,75	1,48	0,1441	0,27	0,1441	4	4	81,6		220,5405405	2265,093685
7		LENGAN	1,3524	1,51	1,47	0,1176	0,04	0,1176	7	8		388,5714286	5551,020408	
8		Ketiak	1,3297	1,6	1,46	0,1303	0,14	0,1303	11	2		614,7945205	1252,494244	
9		Paha	1,3506	1,57	1,43	0,0794	0,14	0,0794	4	4		228,2517483	4110,831234	
10	Pinggul	1,357	1,6	1,48	0,123	0,12	0,123	7	3	385,9459459	1990,243902			
11	Gaun I (ULANGAN 3)	Dada	1,2552	1,48	1,39	0,1348	0,09	0,1348	4	1	83,8		241,1510791	621,6617211
12		LENGAN	1,2947	1,57	1,47	0,1753	0,1	0,1753	6	3		342,0408163	1434,112949	
13		Ketiak	1,307	1,56	1,4	0,093	0,16	0,093	27	0		1616,142857	0	
14		Paha	1,3139	1,64	1,46	0,1461	0,18	0,1461	11	0		631,369863	0	
15		Pinggul	1,3233	1,58	1,42	0,0967	0,16	0,0967	11	2		649,1549296	1733,19545	
16	Gaun I (ULANGAN 4)	Dada	1,3136	1,55	1,4	0,0864	0,15	0,0864	7	8	85,18		425,9	7887,037037
17		LENGAN	1,3128	1,55	1,35	0,0372	0,2	0,0372	4	3		252,3851852	0	
18		Ketiak	1,2954	1,54	1,39	0,0946	0,15	0,0946	0	1		0	0	
19		Paha	1,3139	1,58	1,44	0,1261	0,14	0,1261	27	1		1597,125	0	
20		Pinggul	1,307	1,64	1,47	0,163	0,17	0,163	11	3		637,4013605	0	
21	Gaun I (ULANGAN 5)	Dada	1,3304	1,65	1,49	0,1596	0,16	0,1596	9	21	81,8		494,0939597	10763,15789
22		LENGAN	1,317	1,62	1,47	0,153	0,15	0,153	21	0		1168,571429	0	
23		Ketiak	1,3347	1,63	1,48	0,1453	0,15	0,1453	23	0		1271,216216	0	
24		Paha	1,307	1,63	1,42	0,113	0,21	0,113	47	3		2707,464789	2171,681416	
25		Pinggul	1,3076	1,6	1,46	0,1524	0,14	0,1524	6	1		336,1643836	536,7454068	
26	Gaun I (ULANGAN 6)	Dada	1,3274	1,63	1,45	0,1226	0,18	0,1226	33	1	82,43		1875,993103	672,3491028
27		LENGAN	1,3103	1,58	1,43	0,1197	0,15	0,1197	12	7		691,7202797	4820,467836	
28		Ketiak	1,2979	1,58	1,43	0,1321	0,15	0,1321	3	2		172,9300699	1247,993944	
29		Paha	1,3223	1,61	1,46	0,1377	0,15	0,1377	10	1		564,5890411	598,6201888	
30		Pinggul	1,3172	1,64	1,43	0,1128	0,21	0,1128	8	1		461,1468531	730,7624113	
Rata-Rata <i>bioburden</i> gaun pelindung bekas pakai													724,0523533	2343,852096

Rekapitulasi	<i>Bioburden</i> Bakteri				
Ulangan	Dada	Lengan	Ketiak	Paha	Pinggul
1	0,00	172,62	3043,23	295,97	235,09
2	220,54	388,57	614,79	228,25	385,95
3	241,15	342,04	1616,14	631,37	649,15
4	425,90	252,39	0,00	1597,13	637,40
5	494,09	1168,57	1271,22	2707,46	336,16
6	1875,99	691,72	172,93	564,59	461,15
Rata-Rata	542,95	502,65	1119,72	1004,13	450,82

Rekapitulasi	<i>Bioburden</i> Jamur				
Ulangan	Dada	Lengan	Ketiak	Paha	Pinggul
1	608,58	0,00	21319,51	0,00	0,00
2	2265,09	5551,02	1252,49	4110,83	1990,24
3	621,66	1434,11	0,00	0,00	1733,20
4	7887,04	0,00	0,00	0,00	0,00
5	10763,16	0,00	0,00	2171,68	536,75
6	672,35	4820,47	1247,99	598,62	730,76
Rata-Rata	3802,98	1967,60	3970,00	1146,86	831,82

Tabel ISO 11137 untuk penentuan dosis verifikasi

© ISO 2013 - All rights reserved

ISO 11137-2:2013(E)

Table 5 (continued)

Average bioburden	Sterility assurance level SAL					Average bioburden	Sterility assurance level SAL				
	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>		10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
110	8,1	11,1	14,3	17,8	21,3	700	10,5	13,7	17,1	20,6	24,3
120	8,2	11,2	14,5	17,9	21,5	750	10,6	13,8	17,2	20,7	24,4
130	8,3	11,3	14,6	18,0	21,6	800	10,7	13,9	17,3	20,8	24,5
140	8,4	11,4	14,7	18,1	21,7	850	10,8	14,0	17,4	20,9	24,6
150	8,5	11,5	14,8	18,2	21,8	900	10,8	14,1	17,5	21,0	24,7
160	8,5	11,6	14,9	18,3	21,9	950	10,9	14,1	17,5	21,1	24,8
170	8,6	11,7	15,0	18,4	22,0	1 000	11,0	14,2	17,6	21,2	24,9
180	8,7	11,8	15,1	18,5	22,1	1 050	11,0	14,3	17,7	21,3	24,9



# Log book (scan)

Boat Plastik Down

4/1/22

Conan: 47.5381 g

No.

1	1.3354	1.3348	
2	1.3365	26. 1.3304	41. 1.2254
3	1.3588	27. 1.3228	42. 1.3229
4	1.3447	28. 1.3172	43. 1.3236
5	1.3550	29. 1.3103	44. 1.3190
6	1.3506	30. 1.2973	45. 1.3160
7	1.3570	31. 1.3274	46. 1.3093
8	1.3524	32. 1.3273	47. 1.3065
9	1.3359	33. 1.3042	48. 1.2949
10	1.3297	34. 1.2977	49. 1.2814
11	1.3233	35. 1.2735	50. 1.2952
12	1.3019	36. 1.2552	
13	1.2552	37. 1.2443	
14	1.2947	38. 1.2507	
15	1.3070	39. 1.3344	
16	1.2554	40. 1.3338	
17	1.3136		
18	1.3139		
19	1.3070		
20	1.3154		
21	1.3180		
22	1.3170		
23	1.3070		
24	1.3076		
25	1.3347		

merk: Concorde  
Boat down: 86,94 gr  
plastik: 4,66 gr

Dipindai dengan CamScanner

Perhitungan bioborden H+1 dan H+2

18/09/22

kecilan Pak

Letak	a	b	c	d	e	F
Dada	1,65	1,75	1,98	1,55	1,65	1,46
Lengan	21,00	1,51	1,57	1,55	1,62	1,50
Ketiak	21,170	1,60	1,56	1,54	1,03	1,50
Paha	1,54	1,57	1,58	1,58	1,63	1,61
Bokong	1,54	1,60	1,58	1,64	1,60	1,64

	a	b	c	d	e	F
Dada	1,39	1,61	1,96	1,49	1,42	1,46
Dada	1,47	1,98	1,39	1,40	1,49	1,45
Lengan	1,43	1,47	1,47	1,35	1,47	1,43
Ketiak	1,46	1,46	1,4	1,39	1,48	1,43
Bokong	1,4	1,48	1,42	1,47	1,46	1,43

Dipindai dengan CamScanner

Tanggal : / /

Topik penelitian : .....

	FTIR	DSC	UTM	SEM
Mosker				
Siang				
D				✓
15				✓
25				✓
Malam				
ND				
D	✓	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓	✓
25	✓	✓	✓	✓
Mesin				
Batas				
D				✓
Down				
Down	✓	✓	✓	✓
D				
15				

Dilanjutkan ke halaman ..... Buku .....

Nama Peneliti : ..... Nama Teknik : .....

Tanda tangan : ..... Tanda tangan : .....

Tanggal : ..... Tanggal : .....

Dipindai dengan CamScanner

## Foto Kegiatan

