

# APLIKASI IRADIASI

**Farah Nurlidar**

farah.nurlidar@brin.go.id  
08119116681

**Pusat Riset Teknologi Proses Radiasi,  
Organisasi Riset Tenaga Nuklir  
Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Indonesia**

**Jakarta, 12 September 2025**

# BIODATA



**Nama : Dr. Eng. Farah Nurlidar, M.Si**

**Jabatan : Peneliti Ahli Madya**

**Pendidikan : S3-Materials Science, NAIST, Jepang**

**Pusat Riset Teknologi Proses Radiasi, ORTN, BRIN**

# TUJUAN PEMBELAJARAN & MANFAAT



**BRIN**  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

## Hasil Belajar

**Peserta mampu menjelaskan aplikasi iradiasi di bidang pertanian, kesehatan, dan industri**

## Manfaat

**Peserta mempunyai pengetahuan dan mampu mengimplementasikan aplikasi iradiasi sesuai tugas dan fungsi kerjanya**

# POKOK BAHASAN

## **BAB I**

- **Aplikasi Iradiasi di Bidang Pertanian**

## **BAB II**

- **Aplikasi Iradiasi di Bidang Kesehatan**

## **BAB III**

- **Aplikasi Iradiasi di Bidang Industri & Lingkungan**

# Aplikasi Radiasi di Bidang Pertanian

## Pengawetan bahan

### pangan:

- Memperpanjang umur simpan
- Disinfestasi serangga
- Karantina buah dan sayur
- Menghambat pertunasan
- Menghambat pematangan
- Dekontaminasi mikroba

## Pemuliaan tanaman:

- Memperoleh varietas unggul
- Meningkatkan sifat agronomi
- Pengembangan Tanaman Transgenik
- Peningkatan keanekaragaman genetik

## Fungsi lain:

- Sterilisasi benih
- Meningkatkan pertumbuhan tanaman

## Pengendalian hama

### serangga:

- Teknik serangga mandul (TSM)

## Pembuatan plant growth

### promotor:

- Oligopolisakarida: alginat, kitosan, karagenan

# Pengawetan Bahan Pangan



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

Mengurangi patogen

Memperpanjang Umur masa simpan

Disinfestasi serangga

Menghambat pertunasan

Karantina buah dan sayur

**Iradiasi pada bahan pangan:**

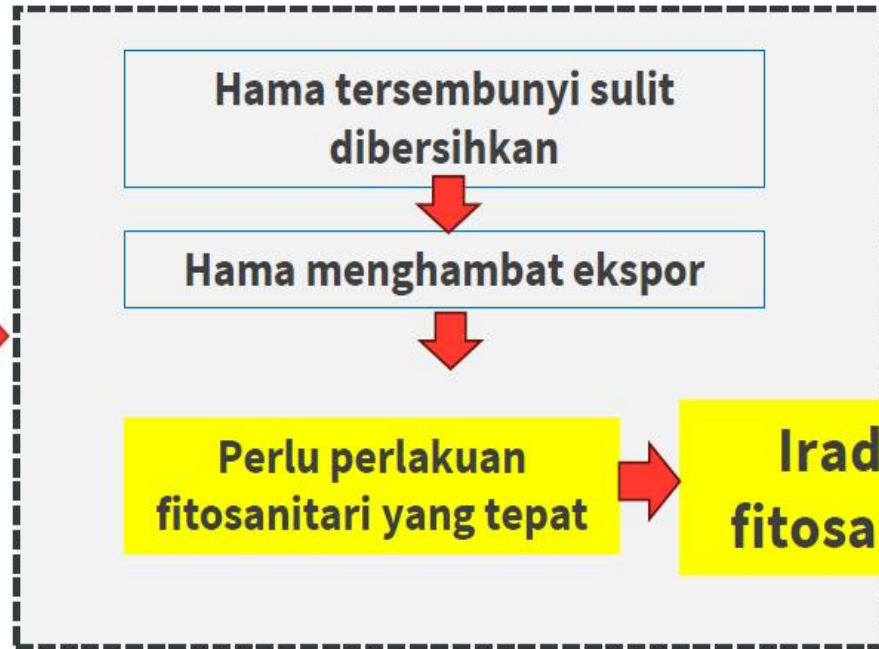
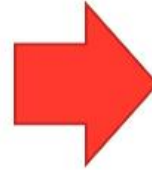
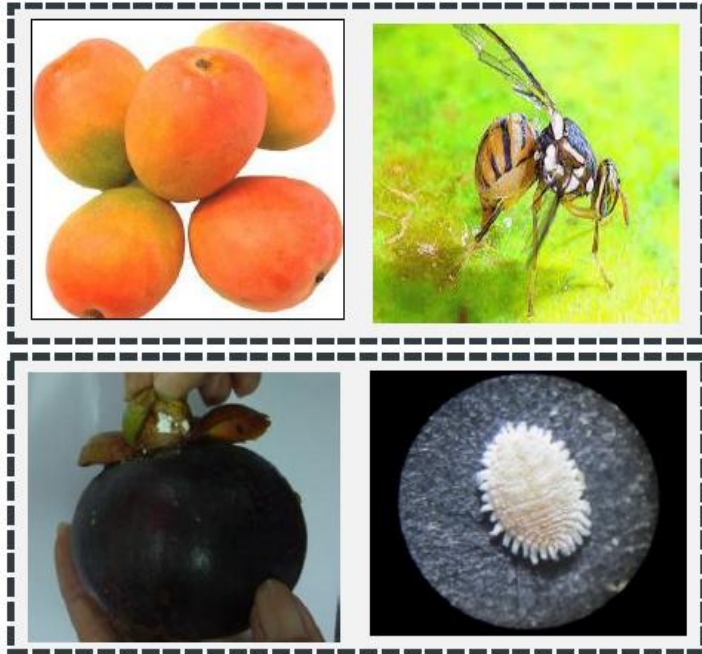
- Memperpanjang umur simpan
- Disinfestasi serangga
- Karantina buah dan sayur
- Menghambat pertunasan
- Menghambat pematangan
- Dekontaminasi mikroba



# Fitosanitari Pangan



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL



## Fungsi Fitosanitari Pangan:

- ❑ Memastikan Kualitas dan Keamanan Pangan: jaminan bahwa produk pangan telah memenuhi standar keamanan dan bebas dari hama
- ❑ Memperlancar Perdagangan Internasional: syarat wajib untuk izin masuk komoditas pertanian
- ❑ Standarisasi Internasional: Standar Internasional untuk Tindakan Fitosanitari (ISPM)

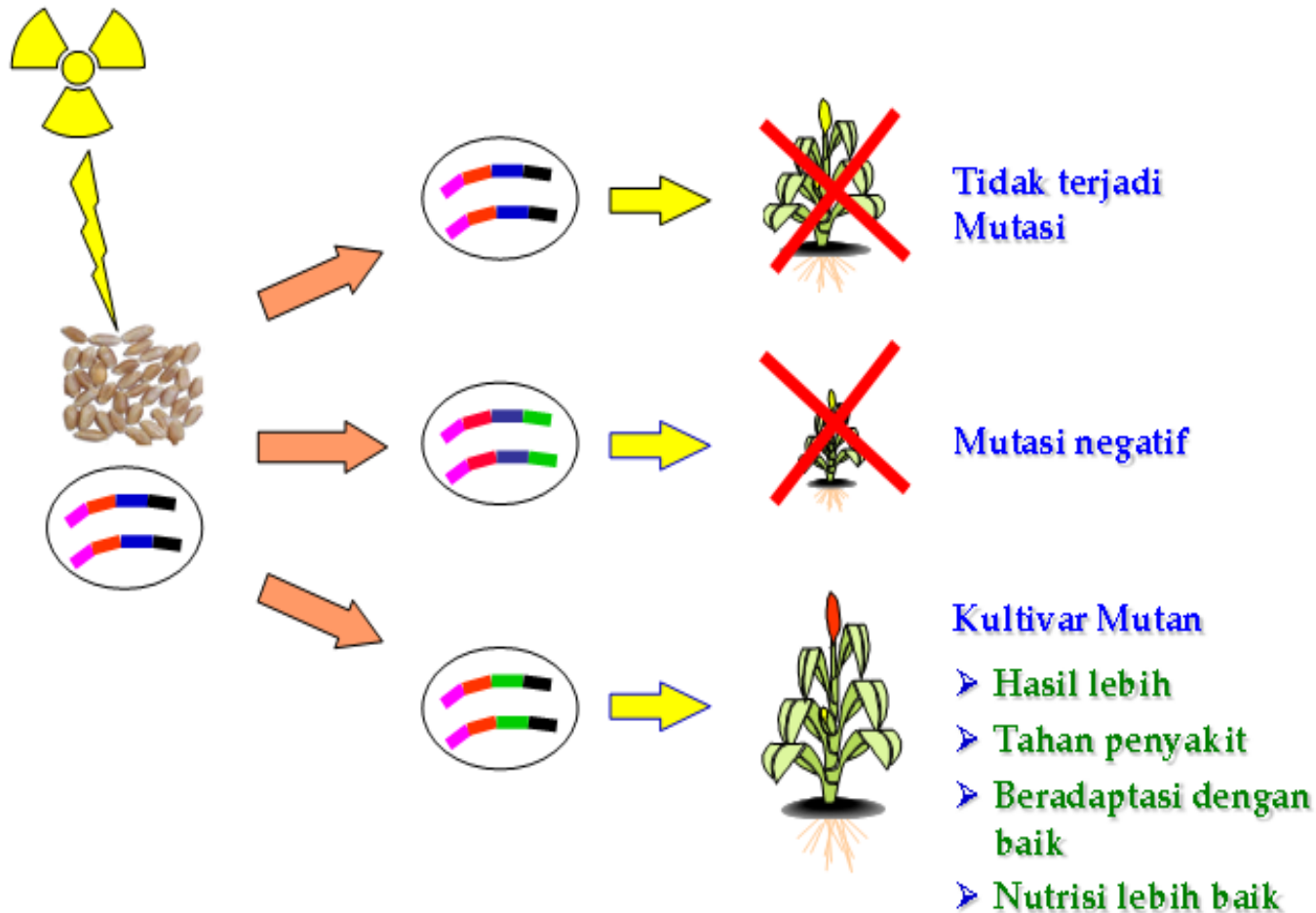
# Peraturan Badan POM No. 3/2018: Pangan Iradiasi



BRIN

Komoditas	Tujuan Iradiasi	Dosis Maksimum
Umbi lapis dan umbi akar	Menghambat pertunasan	0,15 kGy
Sayur dan buah segar	Menunda pematangan, membasmi serangga, karantina	1,0 kGy
Sayur olahan dan buah olahan	Memperpanjang masa simpan	7,0 kGy
Sayur kering, bumbu rempah kering	Mengurangi jumlah mikroba patogen	10,0 kGy
Sereal dan produk hasil penggilingannya, kacang-kacang, buah kering	<ul style="list-style-type: none"><li>- Membasmi serangga</li><li>- Mengurangi jumlah mikroba</li></ul>	1,0 kGy 5,0 kGy
Mangga	Memperpanjang umur simpan	0,75 kGy
Manggis	Membasmi serangga dan karantina	1,0 kGy
Ikan, pangan laut ( <i>seafood</i> segar maupun beku)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mengurangi jumlah mikroba patogen</li><li>- Memperpanjang umur simpan</li></ul>	5,0 kGy 3,0 kGy
Pangan olahan siap saji (rendang, semur, dll.)	Sterilisasi komersial dan membasmi mikroba patogen	60 kGy

# Iradiasi untuk Pemuliaan Tanaman



ANTARA > Humaniora > Batan hasilkan 44 varietas tanaman unggul

## Batan hasilkan 44 varietas tanaman unggul

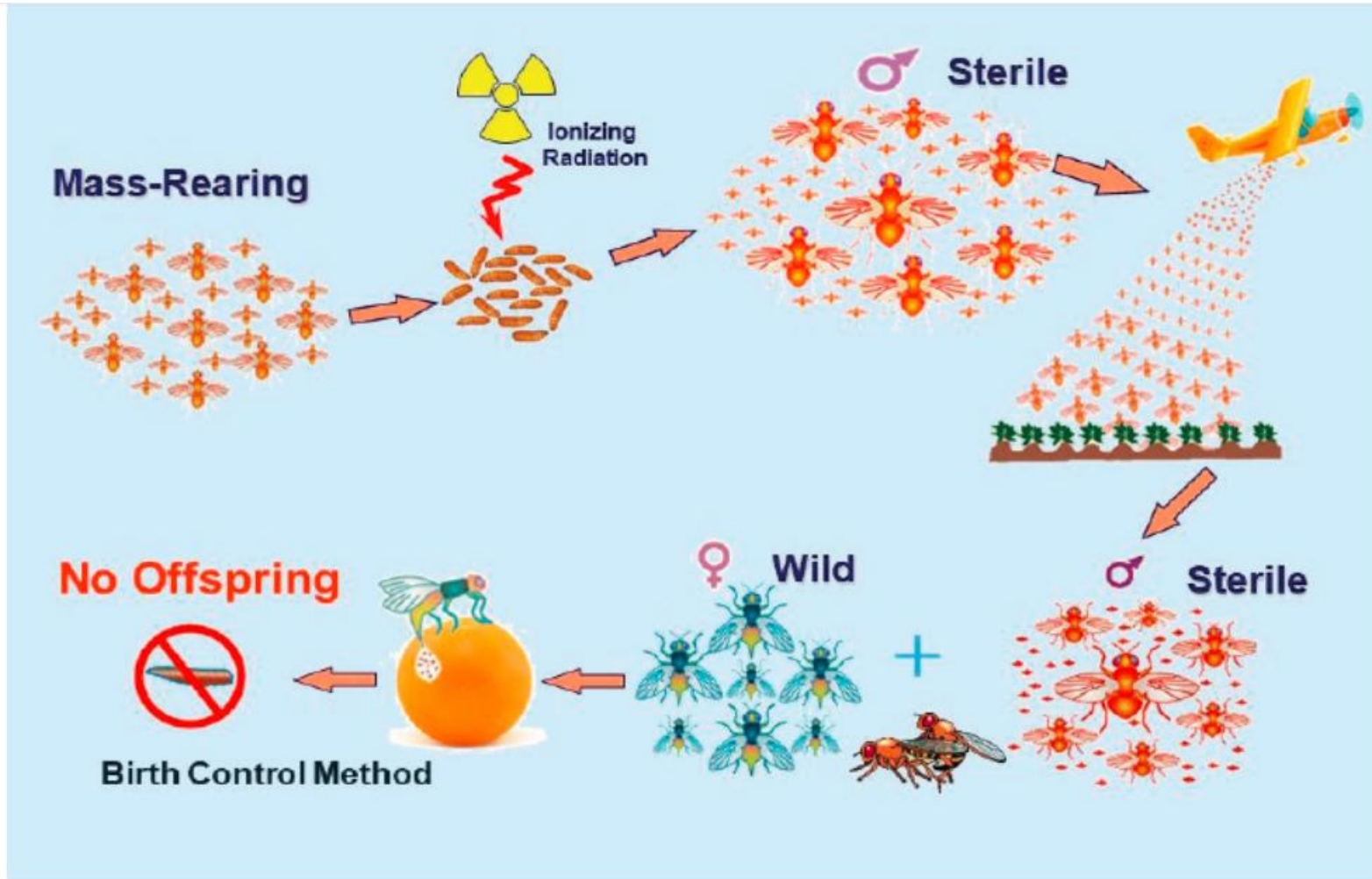
Rabu, 2 Desember 2020 15:06 WIB waktu baca 2 menit



# Teknik Serangga Mandul (TSM)



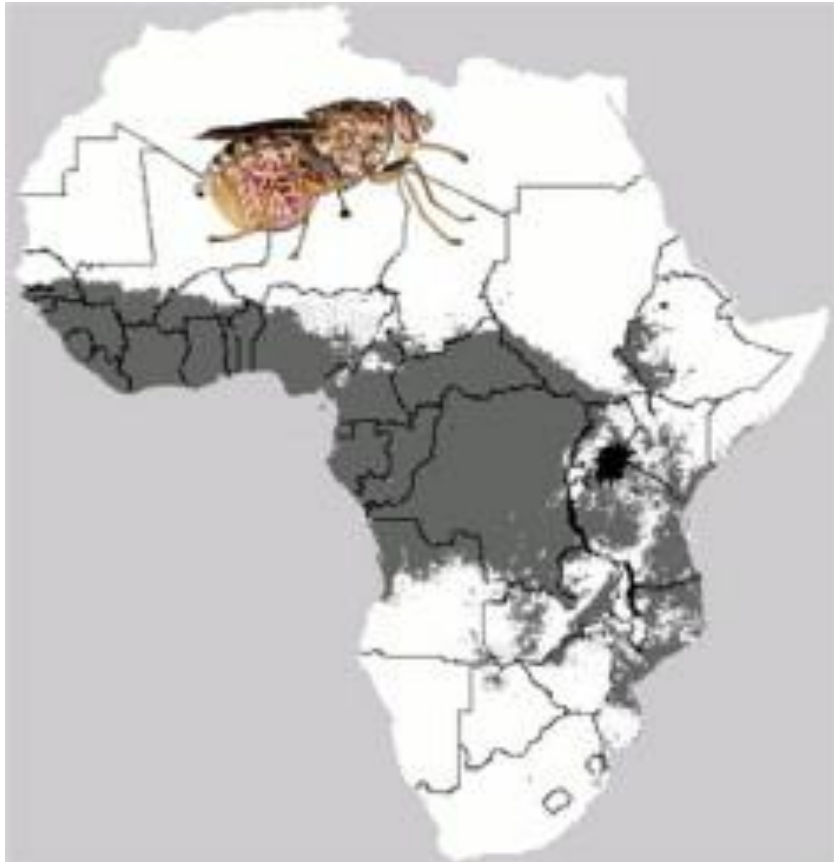
BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL



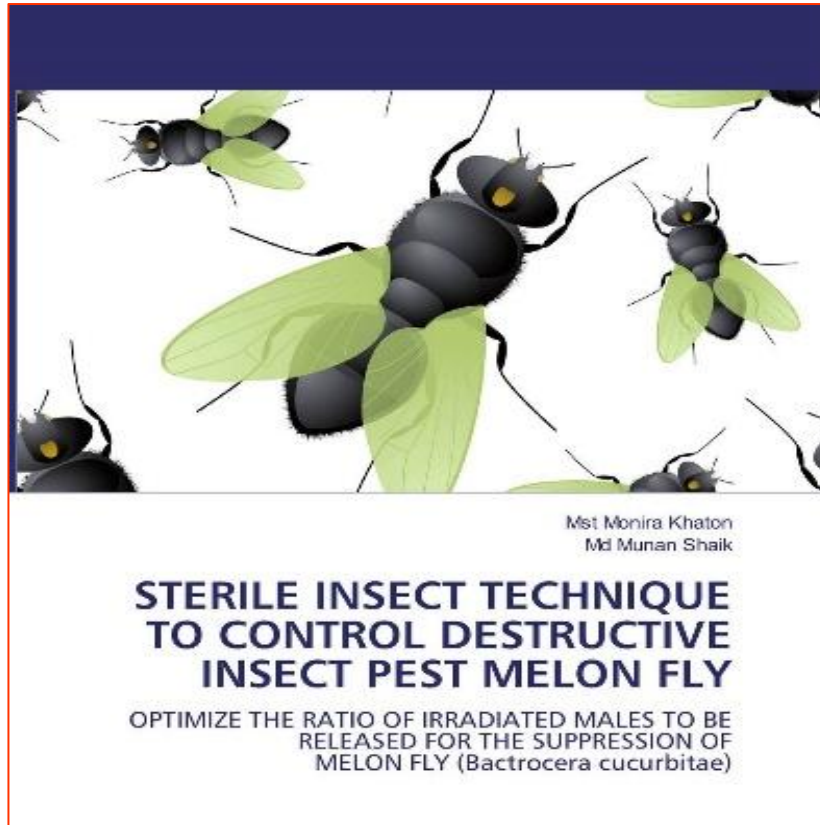
- ❖ Serangga Jantan mandul
- ❖ Tidak membawa zat radioaktif
- ❖ Bertugas hanya untuk kawin
- ❖ Tidak dihasilkan keturunan
- ❖ Populasi menurun

SOURCE: Rui Cardoso Pereira, IAEA, presentation to the committee on January 28, 2021.

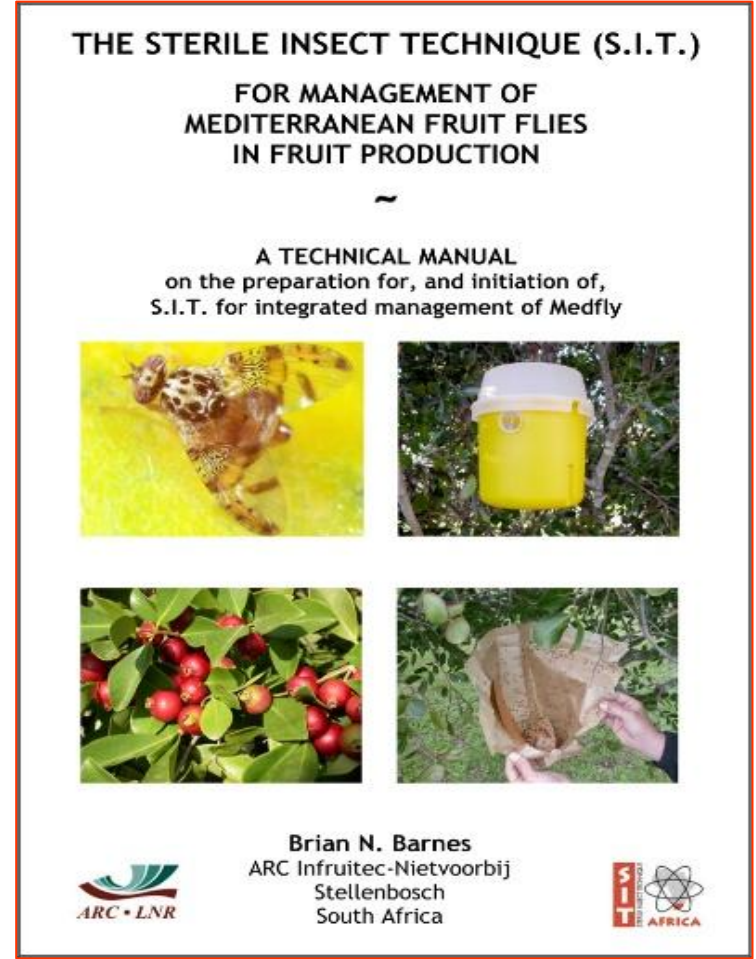
# Teknik Serangga Mandul (TSM)



Tse-tse Fly



Melon Fly

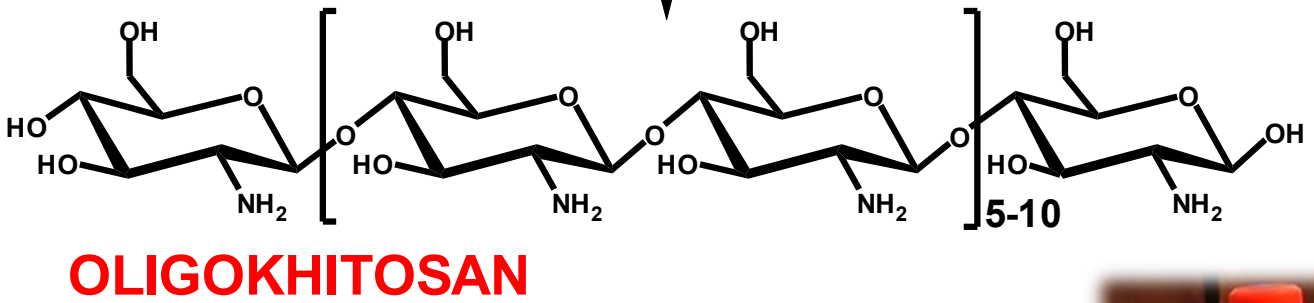
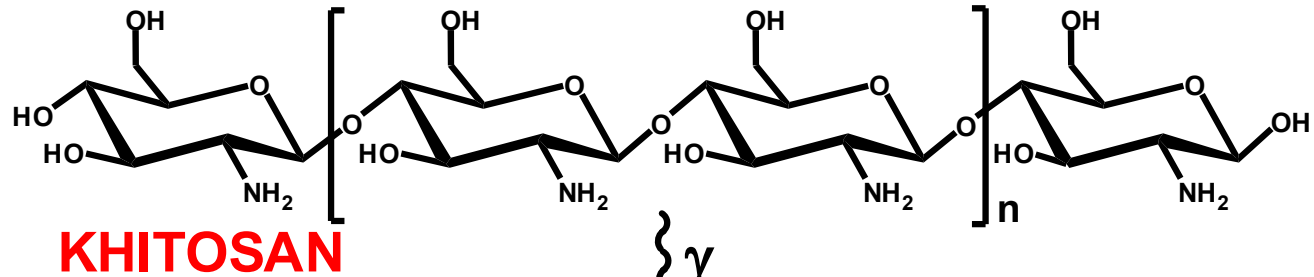


Mediterranean Fruit Fly

# Pembuatan *Plant Growth Promotor*



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL



Kandungan zat aktif:

- Giberellin: GA3, GA5, GA7
- Auxin: Indole acetic acid
- Sitokinin: Kinetin, zeatin



Oligosakarida



Fitohormon

# Aplikasi Radiasi di Bidang Kesehatan



- ❖ Sterilisasi radiasi
- ❖ Pengembangan biomaterial
- ❖ Terapi radiasi untuk kanker dll.
- ❖ Radiasi untuk diagnostik/imaging
- ❖ Pengendalian vektor penyakit
- ❖ Pengembangan vaksin



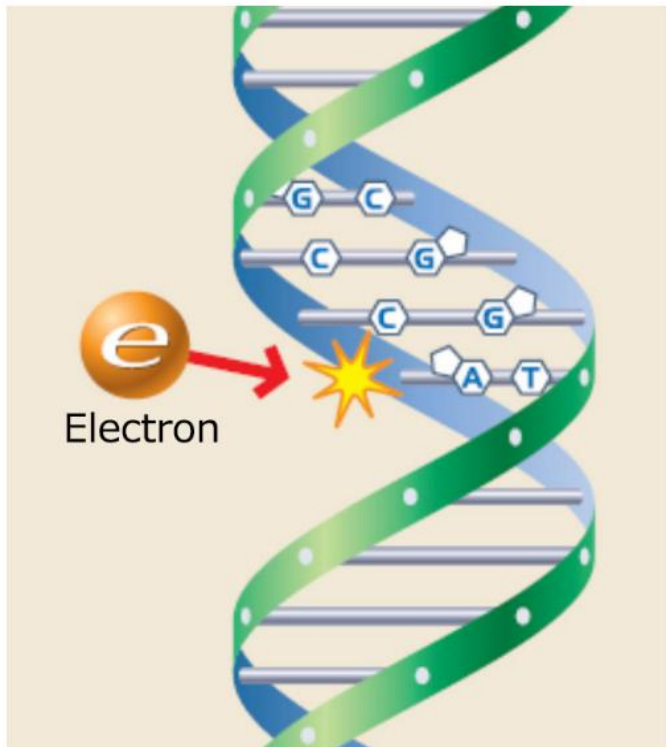
# Sterilisasi Radiasi



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

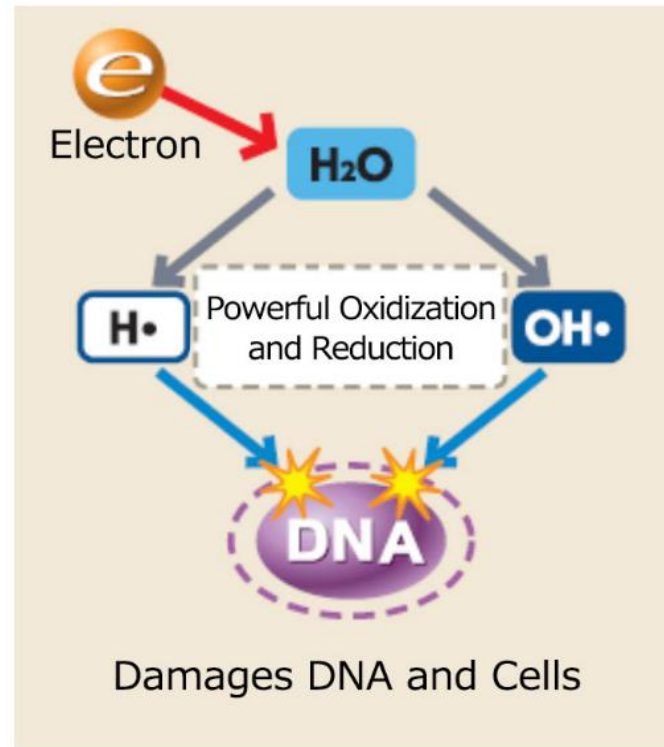
## Efek langsung:

energi radiasi pengion menumbuk langsung molekul sel utama seperti DNA atau RNA



## Efek tidak langsung:

Radikal-radikal hasil radiolisis air berinteraksi dengan molekul sel utama seperti DNA atau RNA



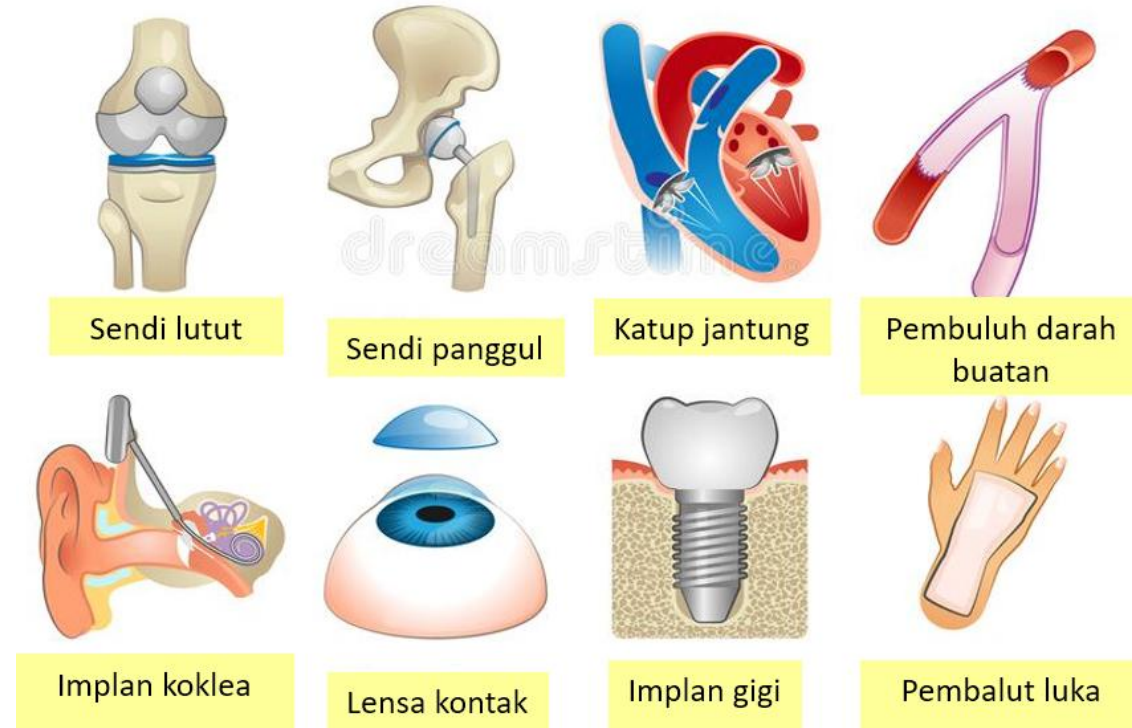
# Keunggulan Sterilisasi Radiasi



Jenis Sterilisasi	Kelebihan	Kekurangan
<b>Radiasi Pengion</b> (sinar gamma, sinar X, dan berkas elektron)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tidak ada kenaikan suhu yang signifikan</li><li>- Teknologi mudah</li><li>- Tidak meninggalkan residu kimia</li><li>- Waktu sterilisasi singkat (menit, jam)</li><li>- Dapat dilakukan dalam box/kemasan akhir</li><li>- Tidak perlu perlakuan pre &amp; paska sterilisasi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Supply sumber radioaktif terbatas</li><li>- Perlu penanganan khusus terhadap sumber radioaktif</li><li>- Isu geopolitik</li></ul>
<b>Sterilisasi panas dan/atau uap bertekanan</b> (oven atau autoklaf)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Efektif membunuh mikroba</li><li>- Tidak meninggalkan residu kimia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Konsumsi Listrik tinggi</li><li>- Tidak bisa untuk material yang tidak tahan panas</li><li>- Membutuhkan kemasan khusus yang tahan panas</li><li>- Perlu perlakuan pengeringan paska sterilisasi</li></ul>
<b>Sterilisasi kimia</b> (etilen oksida, hydrogen peroksida, dll.)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Efektif membunuh mikroba</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Meninggalkan residu kimia</li><li>- Membutuhkan kemasan khusus</li><li>- Waktu sterilisasi relatif lama ~ 1- 7 hari</li><li>- Perlu perlakuan degassing paska sterilisasi</li></ul>

# Pengembangan Biomaterial

- ❑ **Biomaterial:** bahan yang dirancang untuk berinteraksi dengan sistem biologis dengan tujuan medis, baik untuk mengobati, meningkatkan, atau menggantikan fungsi jaringan
- ❑ **Syarat Biomaterial:** steril, biokompatibel, tidak toksik
- ❑ **Contoh:**
  - Hidrogel: untuk penghantaran obat, pembalut luka, penurun demam, dll.
  - Membran: *guided bone regeneration*, pembalut luka
  - Implan: implant tulang (allograf, xenograft, autograf)



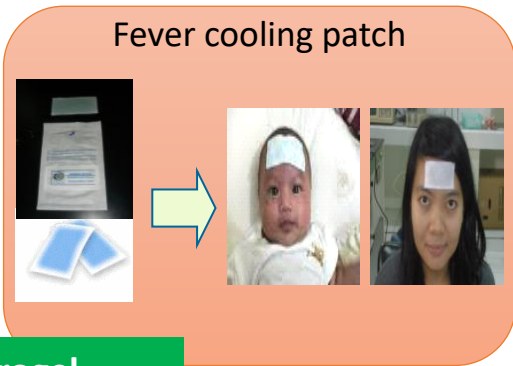
[www.pravhakar.com.np/2022/07/common-biomaterials-question.html](http://www.pravhakar.com.np/2022/07/common-biomaterials-question.html)

# Biomaterial produksi BRIN

- Membran amnion
- tulang allograft and xenograft
- Membran perikardium
- Hidrogel pembalut luka
- Hidrogel penurun demam
- Membran selulosa untuk GBR
- Kornea mata buatan



Membran amnion



Hidrogel



Kornea buatan



Membran perikardium



Graf tulang



Graf tulang

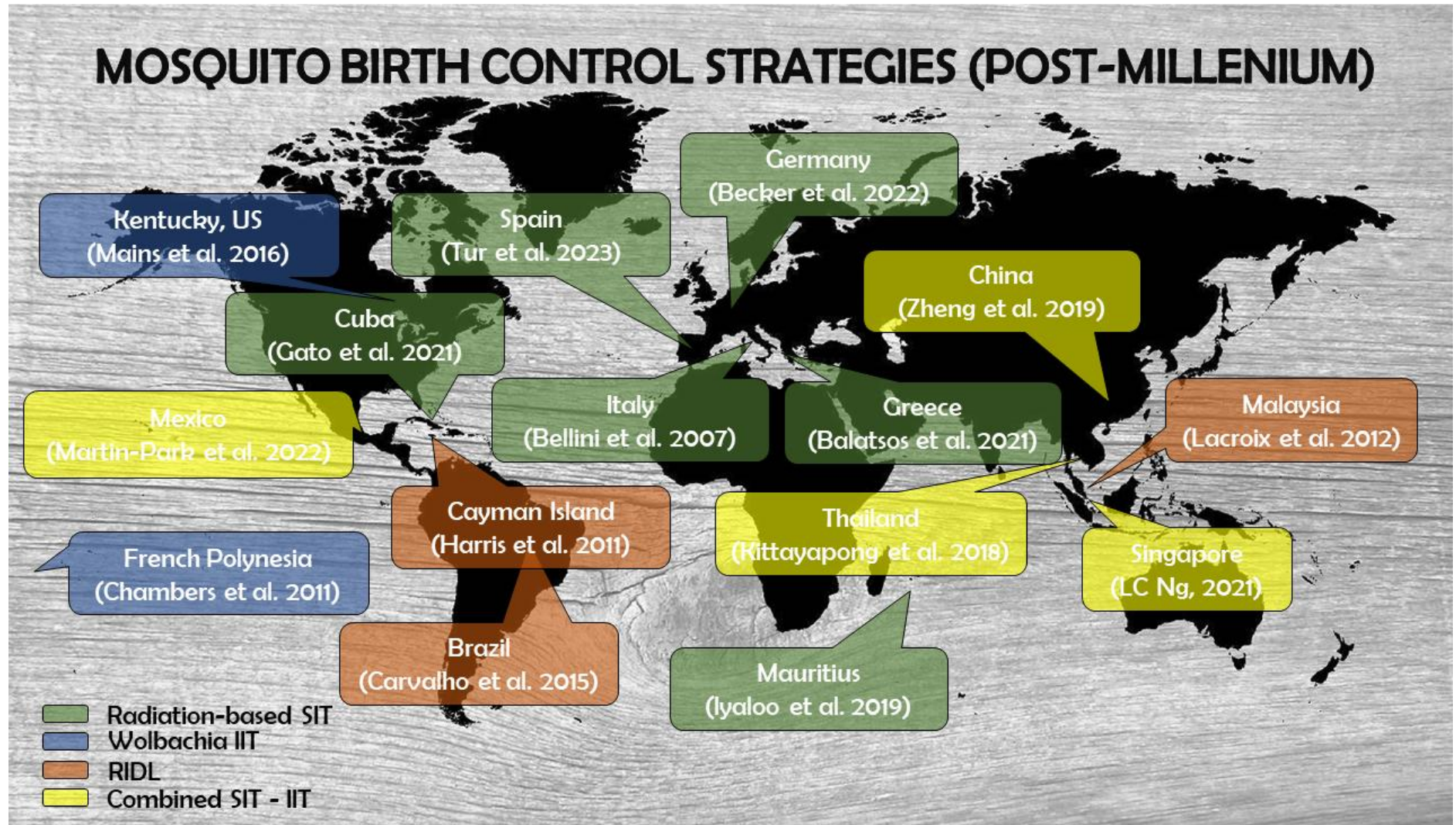
# Teknik serangga mandul (TSM) untuk pengendalian nyamuk



*Aedes aegypti*



*Aedes albopictus*



# Aplikasi Radiasi di Bidang Industri dan Lingkungan



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

Uji tak rusak



Preservasi



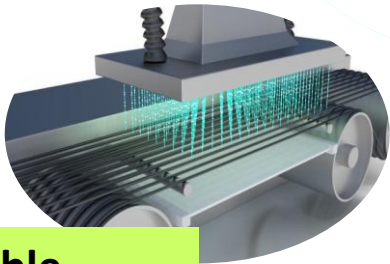
Modifikasi  
Sampah plastik



Pembuatan  
produk



Cable  
crosslinking



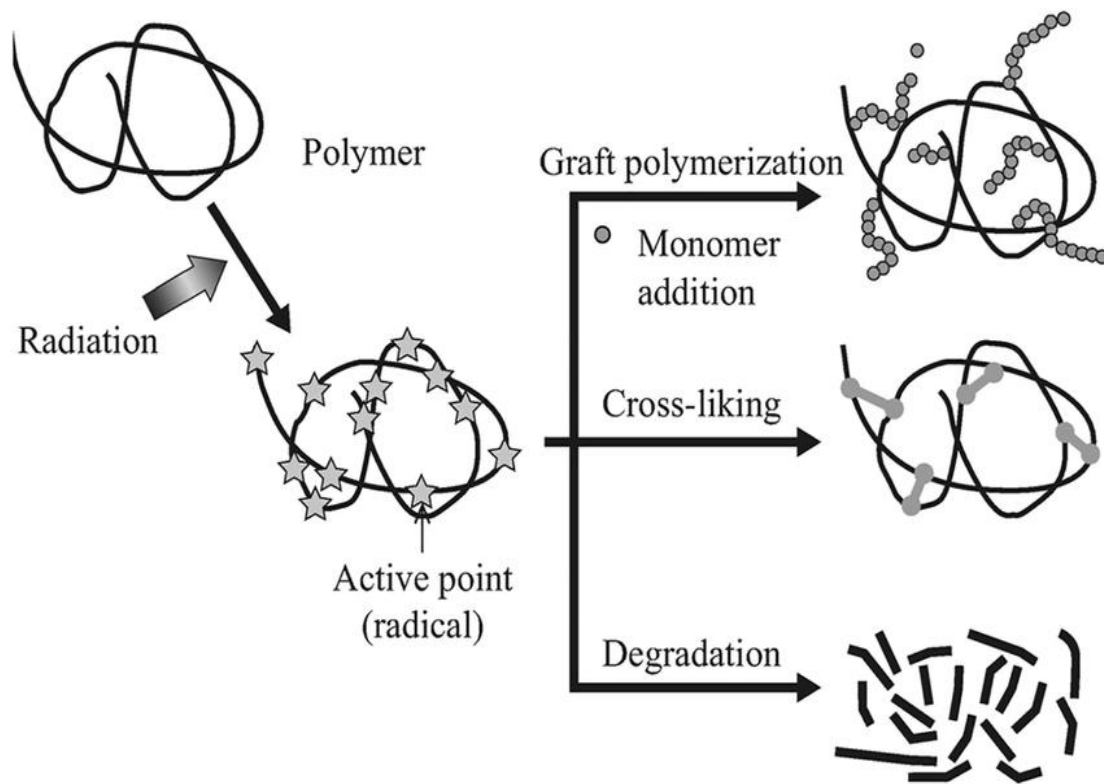
Degradasi  
polutan



- ❖ Uji tak rusak untuk deteksi kebocoran
- ❖ Modifikasi sampah plastik
- ❖ Pembuatan produk industri: sarung tangan, kabel, dll.
- ❖ Degradasi polutan udara dan air
- ❖ Preservasi benda bersejarah

# Prinsip Radiasi untuk Industri Material

radiasi pengion menyebabkan perubahan sifat pada material yang diiradiasi



Mekanisme	Efek	Contoh Aplikasi
<i>Chain scission/</i> pemutusan rantai	Degradasi, oksidasi	Pembuatan kompatibiliser dari limbah plastik,
<i>Crosslinking/</i> ikatan silang	Pembentukan ikatan silang, kekuatan meningkat	Produksi ban, kabel, sarung tangan
Graft polimerisasi	Perubahan sifat polimer	Membran sel bakar, adsorben logam berat

# Pembuatan Kompatibiliser dari Limbah Plastik untuk Industri Kayu Komposit



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL



❖ Prinsip: degradasi oksidasi limbah plastik menggunakan iradiasi



**VIRO** **BRIN**

**PERJANJIAN KERJA SAMA**  
Antara  
**ORGANISASI SNIET FORUM NUKLEUS**  
**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL**  
**BMN**  
**PT POLYMERIS PERMATA**

**TENTANG**  
**PROSES SPESIALISASI PEMBUATAN WOOD PLASTIC COMPOSITE (WPC) DAN FIBER SINTETIS BERBASIS MODIFIKASI KOMPATIBILISER BERBASIS REACTIVE MODIFICATION (RM)**

Nomor: 018/RS/SPESIALISASI/2024  
SUBJUK: 00000000

**PERJANJIAN KERJASAMAAN ANTARA PT POLYMERIS PERMATA, SNIET FORUM NUKLEUS, BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL, DAN PT POLYMERIS PERMATA**

**DATA DAN INFORMASI RISET PROSES SPESIALISASI PEMBUATAN WOOD PLASTIC COMPOSITE (WPC) DAN FIBER SINTETIS BERBASIS MODIFIKASI KOMPATIBILISER BERBASIS REACTIVE MODIFICATION (RM)**

Nomor: 018/RS/SPESIALISASI/2024  
SUBJUK: 00000000

Pembuat: Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Penyusun: PT Polymeris Permata, SNIET Forum Nukleus, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), dan PT Polymeris Permata

Tanggal: 29 Mei 2024

Halaman 1 dari 3

The signing of the Cooperation Agreement and NDA between BRIN and PT Viro has been conducted desk to desk on 29 May 2024.



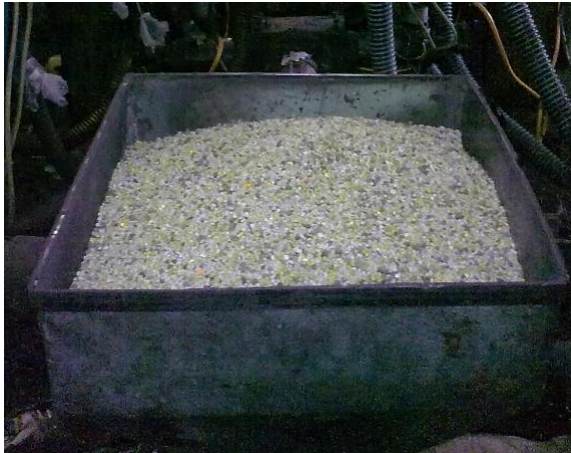
Artificial Rattan

# Pembuatan Plastik Biodegradable



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

- Bahan baku: Limbah tapioka/*starch* + vinyl monomer



*Patent registered*



Kolaborasi: PT. Tirta Marta and PT. Sarana Tunggal Optima

# Vulkanisasi Radiasi *Natural Rubber Latex*



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

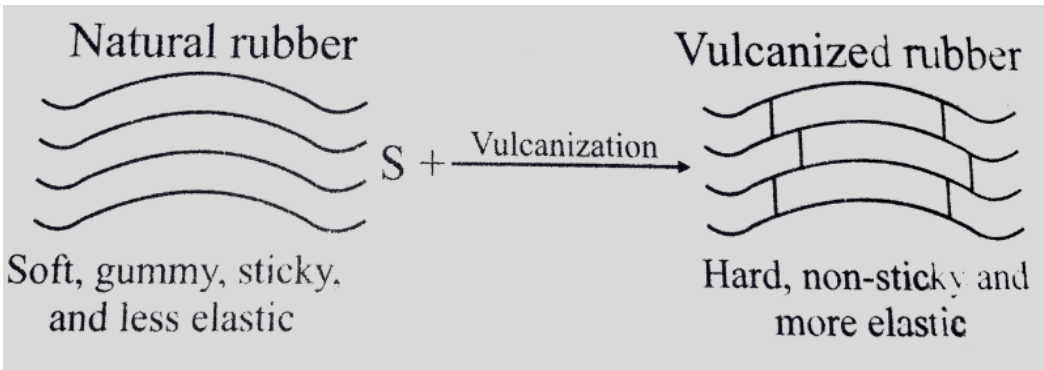
Natural Rubber Latex



Vulcanisate of Irradiated NRL



Natural Rubber Product



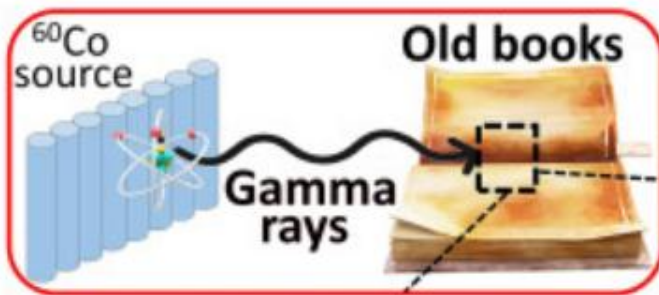
- ❖ Prinsip: pembentukan ikatan silang oleh radiasi
- ❖ Vulkanisasi radiasi tidak memerlukan sulfur untuk mengikat silang lateks
- ❖ bebas dari polutan nitrosamin dan SOx yang bersifat karsinogenik

# Iradiasi untuk Preservasi Benda Bersejarah



BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

➤ Iradiasi benda bersejarah untuk dekontaminasi mikroba → memperpanjang umur simpan, mencegah kerusakan



Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation

IAEA  
International Atomic Energy Agency

### Disinfection of Cultural Heritage Objects at a Gamma Irradiation Facility

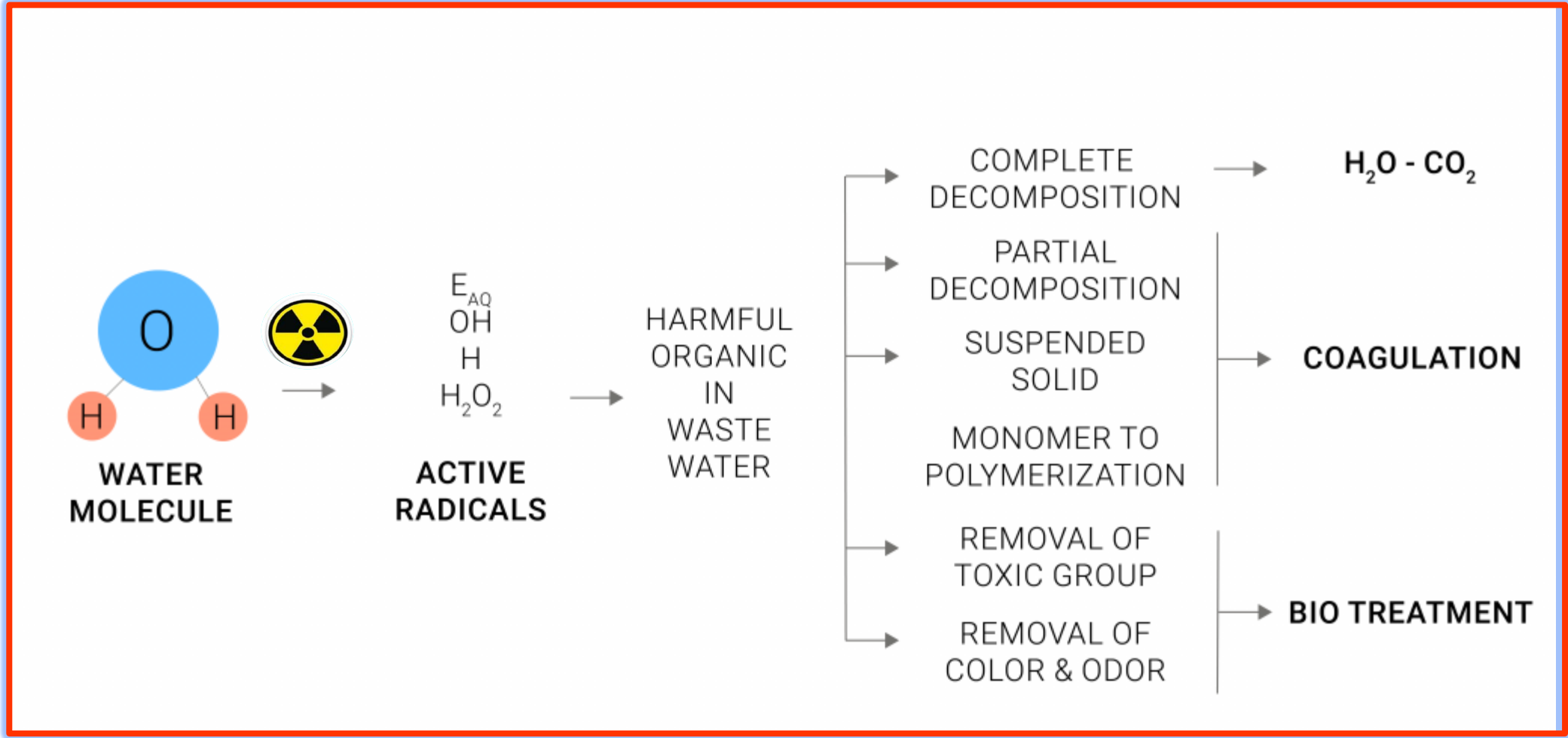
Restorers use ionizing radiation to remove bacteria, insects and mould from historical artefacts.

- The artefact is packed or not in a container.
- The container is carried to the radiation room.
- Inside the room is a radioactive source, such as cobalt-60, stored in a pool of water.
- The source is extracted from the water to irradiate the artefact. The artefact can be rotated on its axis to achieve uniform irradiation.
- The source is returned to the water pool and the object is taken back outside. The artefact is disinfected and decontaminated.

IAEA

NuclearExplained

# Iradiasi untuk Degradasi Limbah Organik



# Aplikasi MBE pada pengolahan air di Korea

- Pengolahan air limbah pabrik pewarna di Kota Teju, Korea
- MBE 1 MeV, 500 kW
- Kapasitas pengolahan: 10.000 m<sup>3</sup>/hari



# APLIKASI MBE PADA GAS BUANG INDUSTRI



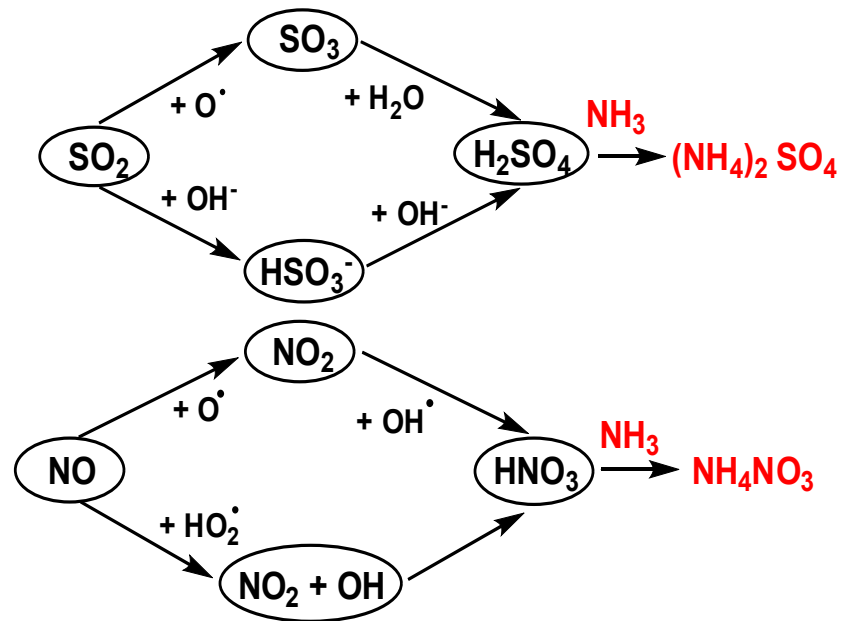
BRIN  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

Pembangkit Listrik Batubara 100 MW di Chengdu-CHINA

Kapasitas pengolahan: 300.000 m<sup>3</sup>/jam

SO<sub>2</sub> removal: 80%

NO<sub>x</sub> removal 20%



IAEA Tecdoc-1473, page 14

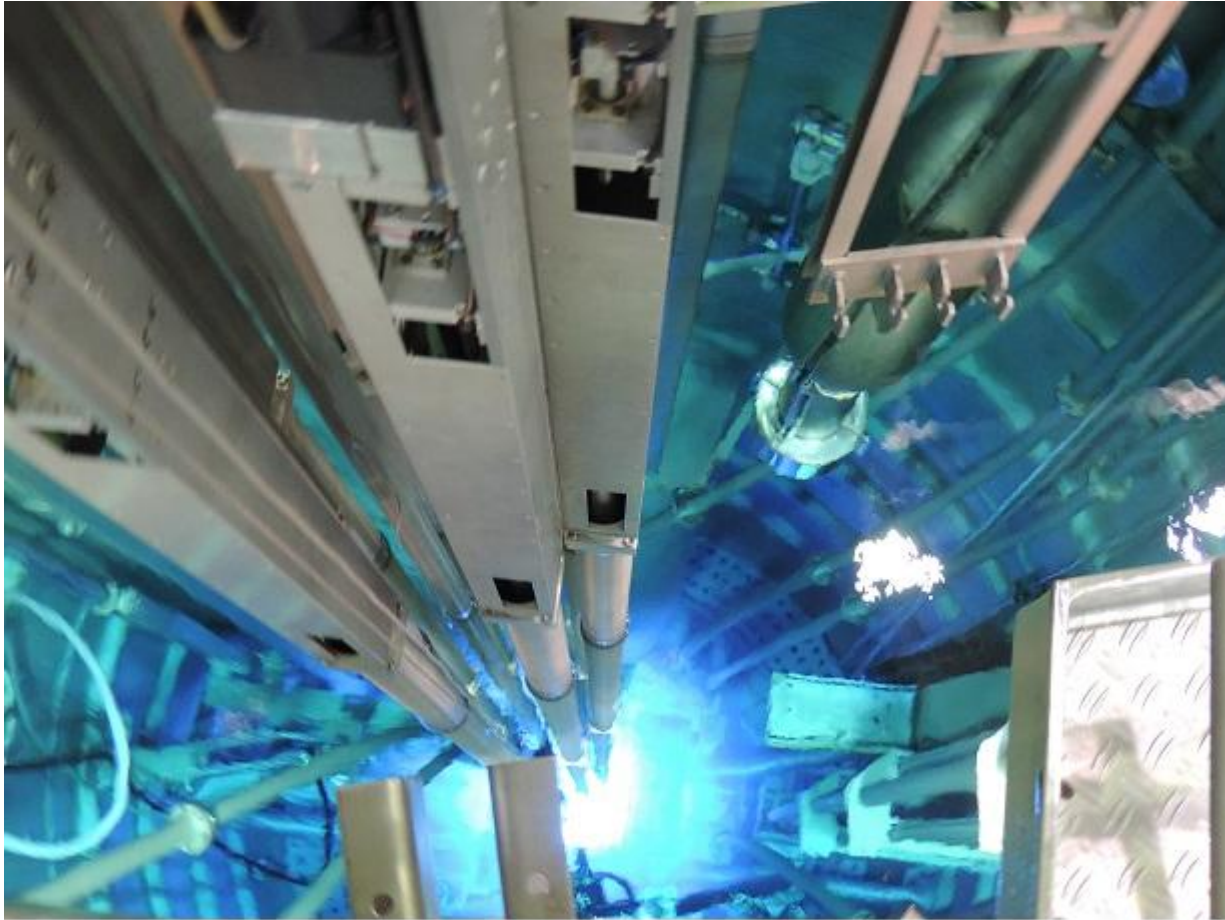
*Flue gas cleaning plant in Chengdu, China.*

# Kesimpulan

- ❑ **Radiasi Pengion (sinar gamma, sinar X, berkas elektron)** telah banyak diaplikasi di berbagai bidang: Pertanian dan pangan, kesehatan dan obat, serta industri dan lingkungan → **Bebas bahan kimia, *environmental friendly***
- ❑ **Aplikasi pada industri pertanian dan pangan:** pengawetan pangan, fitosanitari, pemuliaan tanaman, pengendalian hama serangga
- ❑ **Aplikasi pada bidang kesehatan:** sterilisasi alat kesehatan, pembuatan biomaterial, terapi radiasi, diagnostik/imaging, pembuatan vaksin, dll.
- ❑ **Aplikasi pada bidang industri:** pembuatan produk industri (sarung tangan, ban, dll.), degradasi polutan, preservasi benda bersejarah, uji tak rusak, dll.



**BRIN**  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL



**TERIMA KASIH**

