



**Peningkatan Produktivitas Tanaman
Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan
Melakukan Induksi Bunga Betina
Menggunakan Penyemprotan RNAi pada
Pohon untuk Menurunkan Ekspresi Gen
APETALA, *PISTILLATA*, dan *GA3OX***

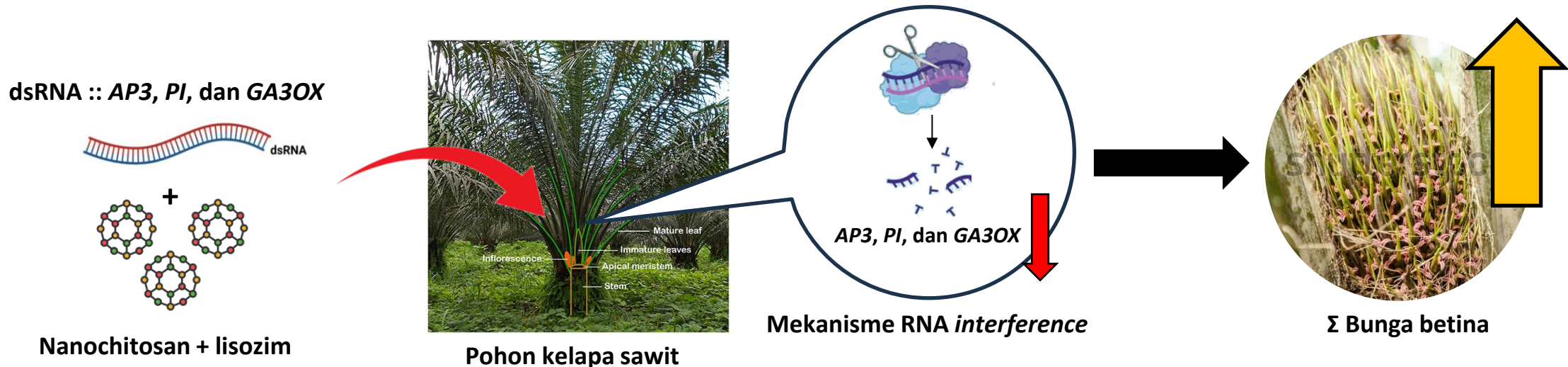
Project Leader : Dr. Pramesti Istiandari

Team Project : **Dr. Karlia Meitha**
 Dr. Iriawaty
 Dr. Ahmad Faizal

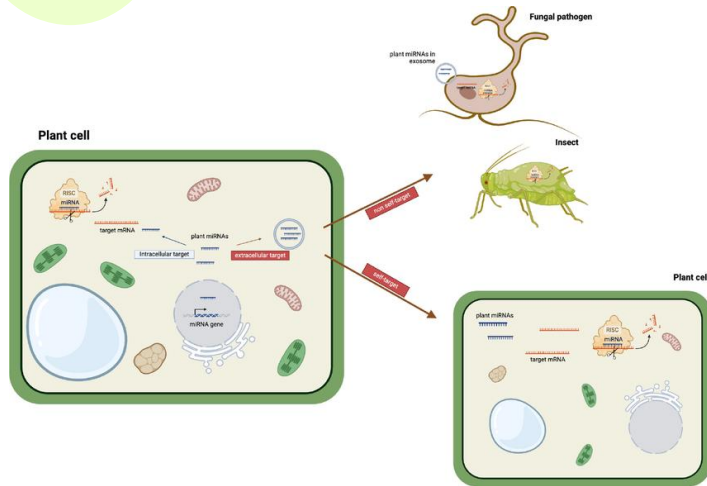


TUJUAN RISET

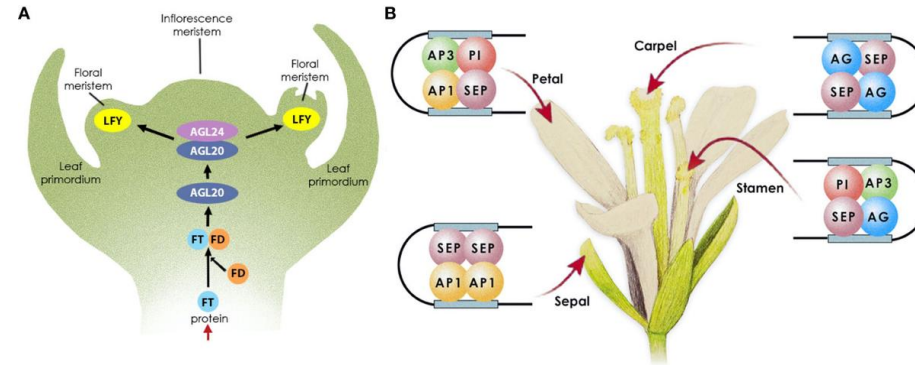
Mengoptimalkan rasio bunga betina pada kelapa sawit melalui teknologi RNAi yang dikombinasikan dengan nanopartikel untuk menekan ekspresi gen *AP3*, *PI*, dan *GA3OX*, guna meningkatkan produktivitas buah serta hasil minyak kelapa sawit secara berkelanjutan.



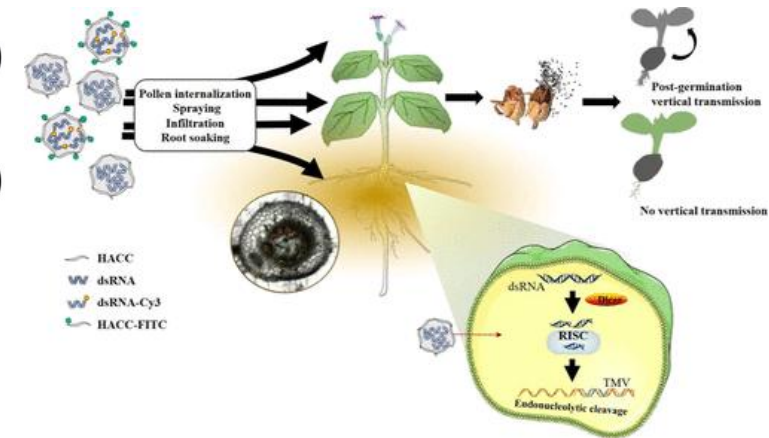
JUSTIFIKASI RISET



- **RNAi berhasil meningkatkan resistensi tanaman kakao** (*Theobroma cacao*) terhadap *Phytophthora palmivora*, dengan mengidentifikasi miRNA yang menarget gen pertahanan tanaman dan gen efektor patogen (Septiani et al., 2024).
- **RNAi dapat mengendalikan penyakit busuk pangkal batang** (*Ganoderma boninense*) pada kelapa sawit, dengan menunjukkan penurunan berat kering jamur dan ekspresi gen target secara signifikan (Muhammad et al., 2024).



- Gen *APETALA3* (AP3) dan *PISTILLATA* (PI) berperan dalam diferensiasi bunga jantan pada berbagai spesies tanaman. **Penekanan ekspresi AP3 dan PI terbukti mengubah organ jantan menjadi bunga betina** (Sharma & Kramer, 2013; Sobral & Costa, 2017).
- Pemberian hormon giberelin (GA) menginduksi bunga jantan pada beberapa tumbuhan, termasuk kelapa sawit (Kartika et al., 2022), sehingga **menekan ekspresi gen biosintesisnya (GA3OX)** berpotensi **menginduksi bunga betina**.

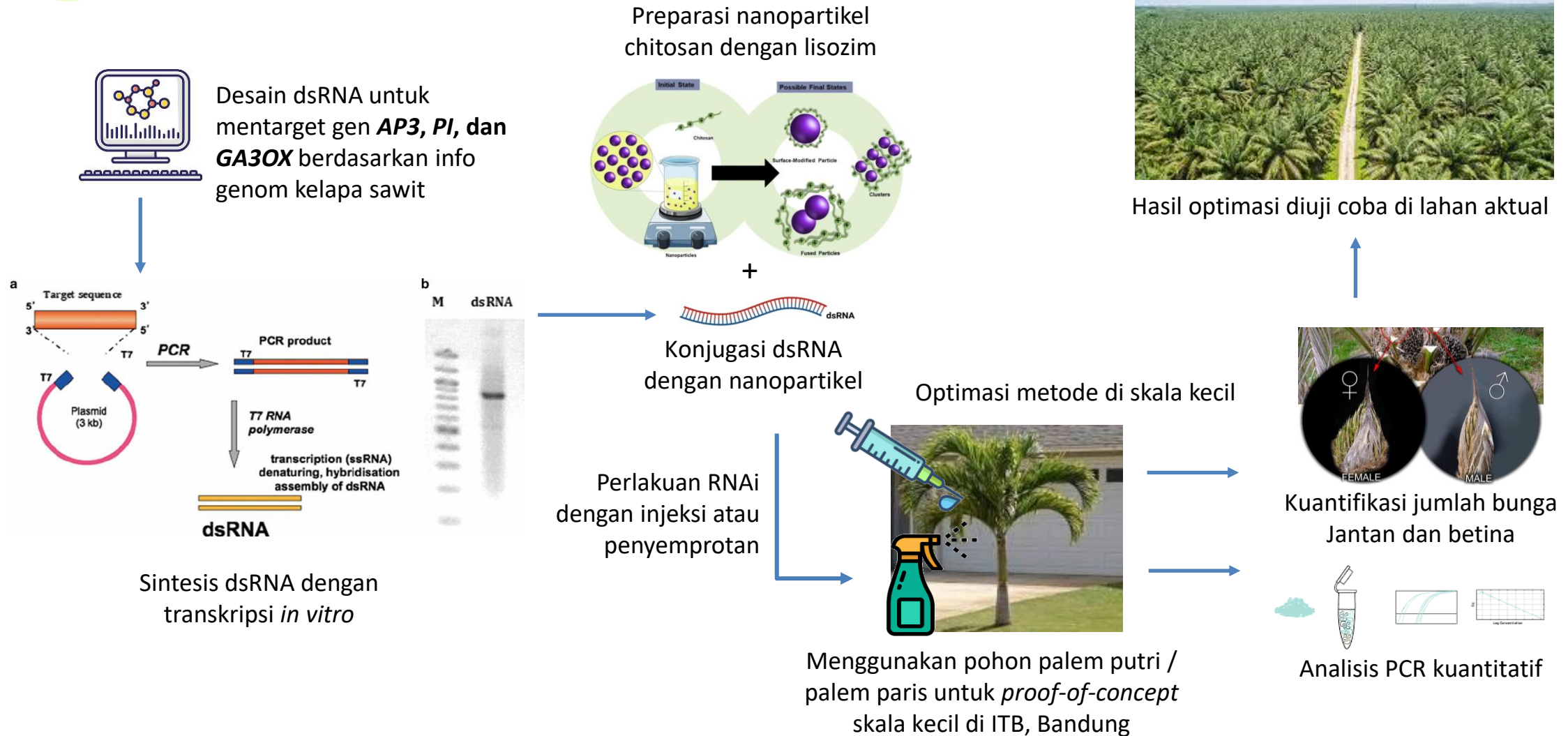


- Kompleks **dsRNA dengan nanopartikel chitosan berhasil dikirimkan ke dalam serbuk sari** untuk menurunkan tingkat infeksi *tobacco mosaic virus* dalam benih (Xu et. al., 2023).
- **Nanopartikel yang dilapisi lisozim** dapat mengantarkan berbagai jenis RNA dengan efektif, termasuk siRNA dan mRNA, ke berbagai jaringan tanaman, termasuk akar, daun, bunga, dan serbuk sari pada tanaman dikotil dan monokotil (Yong et al., 2025).

BIG PICTURE RISET

Tahun	2025	2026	2027
Luaran	• Prototipe • Publikasi • Model/Metode skala kecil	• Produksi • Implementasi lapangan • Model/Metode skala besar	• Scalability produk • Paten/HAKI
Biaya	Rp 300.000.000	Rp 450.000.000	Rp 1.000.000.000

METODOLOGI RISET



GANTT CHART RISET

Aktivitas	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Desain dan sintesis dsRNA									
Preparasi nanopartikel dan produksi konjugat									
Perlakuan RNAi pada pohon palem model									
Analisis PCR kuantitatif									
Pengamatan dan kuantifikasi jumlah bunga									
Optimasi metode									
Laporan dan persiapan uji lapangan ke lahan BGA									

LUARAN RISET

- 1 **Prototipe** produk larutan konjugat dsRNA dan nanopartikel untuk target gen ***AP3, PI, dan GA3OX***
- 2 **Metode** pemberian dsRNA yang efektif untuk pohon palem

RENCANA ANGGARAN RISET

No	Rincian	Satuan	Quantity	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Honorarium				
	Project Leader	Orang	1	20,000,000	Rp20,000,000
	Anggota Project	Orang	4	12,500,000	Rp50,000,000
2	Biaya Bahan				
	dsRNA synthesis kit	Kit	5	5,000,000	Rp25,000,000
	T7 RNA Polymerase	Vial (100 U)	3	3,500,000	Rp10,500,000
	Primer sintesis (AP3 & PI)	Pasang	10	2,500,000	Rp25,000,000
	Reagen PCR (dNTP, buffer, Taq Pol)	Set	2	4,000,000	Rp8,000,000
	Agarosa gel	Gram	20	200,000	Rp4,000,000
	Pewarna gel elektroforesis	Vial (10 mL)	2	2,000,000	Rp4,000,000
	Nanopartikel kitosan	Gram	100	300,000	Rp30,000,000
	Larutan buffer & enzim RNase-free	Set	3	3,000,000	Rp9,000,000
	Lisozim	Vial	3	2,000,000	Rp6,000,000
	qRT-PCR Kit	Set	2	3,500,000	Rp7,000,000
	Bibit Palem Putri/Palem Paris	Pot	20	250,000	Rp5,000,000
	Pupuk dan nutrisi	Kg	20	150,000	Rp3,000,000
	Peralatan semprot	Unit	2	2,500,000	Rp5,000,000
3	Jasa				
	Sekuensing	Set	5	2,000,000	Rp10,000,000
	Sintesis dsRNA	Set	5	4,000,000	Rp20,000,000
	Analisis data	Set	1	5,000,000	Rp5,000,000
4	Perjalanan Dinas				
	Biaya transportasi ke ITB	Trip	3	2,500,000	Rp7,500,000
	Biaya transportasi ke Kalimantan	Trip	2	20,000,000	Rp40,000,000
5	Tim Pengamatan				
	Pengamat lapangan	Orang	2	3,000,000	Rp6,000,000
Total Anggaran					Rp300,000,000

DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

1 Finansial

Asumsi:

- **Investasi Penelitian:** Rp 300.000.000
- **Peningkatan Produksi Minyak Sawit:** +10% dari baseline (konservatif, berdasarkan dampak RNAi pada regulasi perbungaan)
- **Produktivitas Minyak Sawit Sebelum Intervensi:** 3,31 ton/ha/tahun
- **Harga Minyak Sawit:** USD 1.000 per ton (rata-rata harga minyak sawit dunia)
- **Kurs USD ke IDR:** Rp 15.000/USD
- **Skala Implementasi:** 1.000 hektar (perkebunan skala menengah)
- **Biaya Produksi Minyak Sawit:** Rp 5.000.000/ton

Analisis Benefit:

- Profit/Saving: Rp 13,3 Miliar / Tahun
- Payback period 2 tahun
- Ratio Benefit/Cost = 44,3

1. Potensi Gross Profit: Rp 4,96 Miliar/tahun

Tanpa Intervensi RNAi

- Produksi: 3,31 ton/ha x 1.000 ha = 3.310 ton/tahun
- Pendapatan: 3.310 ton x USD 1.000/ton x Rp 15.000/USD = Rp 49,65 Miliar

Dengan Intervensi RNAi (Peningkatan 10%)

- Produksi: 3,31 ton/ha x 1,1 x 1.000 ha = 3.641 ton/tahun
- Pendapatan: 3.641 ton x USD 1.000/ton x Rp 15.000/USD = Rp 54,61 Miliar

2. Potensi Cost Avoidance: Rp 10 Miliar

- Biaya Perluasan Lahan: Rp 100 juta/ha (jika harus membuka lahan baru untuk meningkatkan produksi)
- Lahan yang Dihindari: 10% dari total produksi → 1.000 ha x 10% = 100 ha
- Penghematan dari Tidak Perlu Membuka Lahan Baru = 100 ha x Rp 100 juta/ha = Rp 10 Miliar

3. Potensi Potensial profit: Rp 3,3 Miliar/tahun (Net)

Tambahan Pendapatan Bersih = (Potensi Gross Profit - Biaya Produksi Tambahan)

- Biaya Produksi Minyak Sawit Sebelum RNAi = 3.310 ton x Rp 5 juta/ton = Rp 16,55 Miliar
- Biaya Produksi Minyak Sawit Setelah RNAi = 3.641 ton x Rp 5 juta/ton = Rp 18,21 Miliar
- Biaya Tambahan Produksi = Rp 18,21 Miliar - Rp 16,55 Miliar = Rp 1,66 Miliar

Net Profit Tambahan = Rp 4,96 Miliar - Rp 1,66 Miliar
= Rp 3,3 Miliar/tahun

Total Keuntungan untuk Perusahaan = (Gross Profit + Cost Avoidance - Investasi Penelitian)
= (Rp 4,96 Miliar + Rp 10 Miliar - Rp 300 juta)
= Rp 14,66 Miliar pada tahun pertama

DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

2

Non-Finansial

Analisa Dampak:

1. Analisa Risiko

- **Efektivitas Teknologi:** Risiko RNAi tidak bekerja optimal pada kelapa sawit, mengurangi potensi peningkatan bunga betina.
- **Stabilitas dsRNA:** Kemungkinan degradasi RNA sebelum mencapai target sel, sehingga efektivitas perlakuan berkurang.
- **Penerimaan Industri:** Perusahaan perkebunan mungkin ragu mengadopsi teknologi baru tanpa studi jangka panjang.

2. Analisa Lingkungan

- **Ramah Lingkungan:** RNAi lebih spesifik dan tidak meninggalkan residu kimia seperti pestisida atau hormon sintetis.
- **Dampak Ekosistem:** Potensi perubahan komposisi bunga dapat mempengaruhi penyerbuk alami, tetapi perlu penelitian lebih lanjut.
- **Pengurangan Deforestasi:** Peningkatan produktivitas tanpa perluasan lahan membantu konservasi hutan.

3. Analisa Legal

- **Regulasi Bioteknologi:** Perlu kepatuhan terhadap peraturan nasional dan internasional terkait modifikasi ekspresi gen pada tanaman.
- **Hak Kekayaan Intelektual:** Potensi perlindungan paten terhadap metode aplikasi RNAi ini.
- **Perizinan dan Keamanan:** Uji coba lapangan harus memenuhi standar keamanan pangan dan lingkungan sebelum komersialisasi

Analisa Resiko dan Mitigasi:

1. Efektivitas Teknologi Tidak Optimal

- **Penyebab:** RNAi mungkin tidak menekan gen AP3 dan PI secara efektif; variasi genetik mempengaruhi respons.
- **Mitigasi:** Optimasi desain dsRNA, uji pada berbagai varietas, pemantauan ekspresi gen (RT-qPCR).

2. Stabilitas dsRNA di Lapangan

- **Penyebab:** Degradasi oleh enzim, faktor lingkungan (hujan, UV) menurunkan efektivitas.
- **Mitigasi:** Konjugasi dengan nanopolymer yang lain, optimasi metode pemberian dsRNA

3. Resistensi & Adaptasi Tanaman

- **Penyebab:** Tanaman mengembangkan mekanisme kompensasi, perubahan morfologi bunga tak diinginkan.
- **Mitigasi:** Pemantauan jangka panjang, modifikasi strategi RNAi jika perlu, evaluasi dampak fisiologi.

4. Penolakan Industri & Regulasi Ketat

- **Penyebab:** Ketidakpastian regulasi, skeptisisme industri terhadap teknologi baru.
- **Mitigasi:** Studi keamanan ekologi, pendekatan ke regulator/stakeholder, publikasi di jurnal bereputasi.



Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

