

Mendeteksi Infeksi Ganoderma pada Tanaman Kelapa Sawit Sejak Dini Melalui Pengembangan Marka Molekular Berbasis Perubahan Ekspresi Gen Tanaman Inang

Oleh:

- Dr. Aprilia Sufi Subiastuti, S.Si
- Rina Sri Kasiamdari, S.Si., P.hD
- Dr. Wiko Arif Wibowo, S.Si

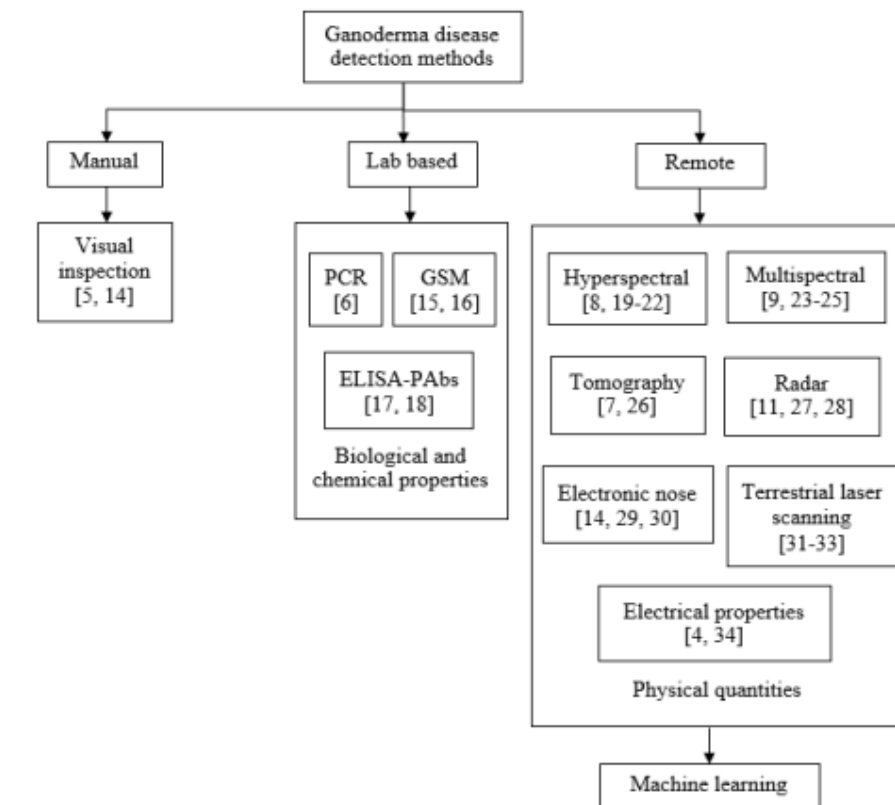
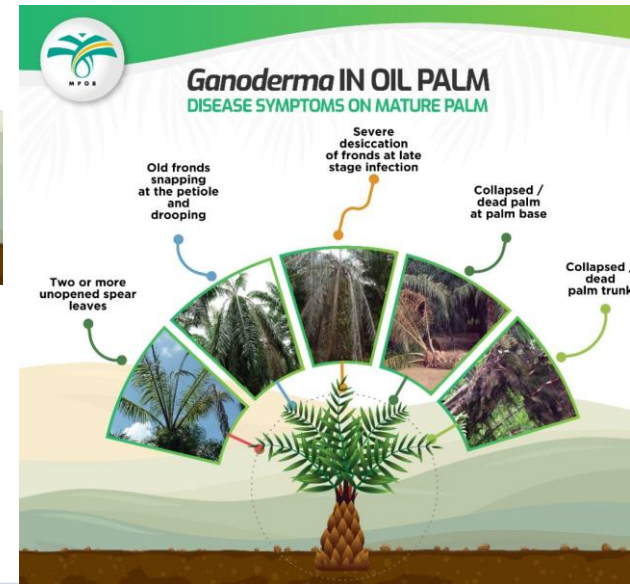
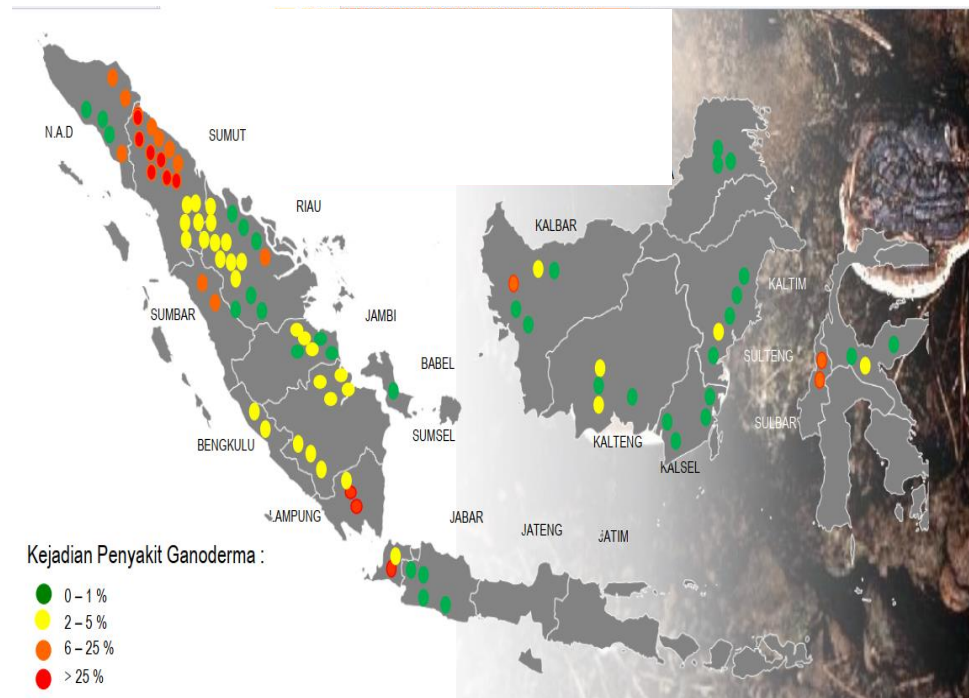




TUJUAN PROJECT

1. Mengetahui perubahan ekspresi differensial gen pada batang tanaman kelapa sawit yang terinfeksi *Ganoderma*
2. Mengembangkan biomarka untuk *early detection Ganoderma* berdasarkan perubahan ekspresi gen tanaman kelapa sawit
3. Memvalidasi efektifitas marka molecular dalam deteksi infeksi *Ganoderma boninense* pada fase awal infeksi
4. Mengembangkan desain machine learning untuk deteksi potensi dan status infeksi *Ganoderma boninense* berbasis perubahan ekspresi gen

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



- Dapat menyebabkan kematian kelapa sawit hingga 80%
- Estimasi kerugian akibat infeksi Ganoderma mencapai 3.8 T/tahun
- Dahulu hanya menyerang tanaman tua, namun sekarang dapat juga menginfeksi tanaman muda

(Hendarjanti, 2020)

- Infeksi Ganoderma pada stage awal sulit untuk dideteksi karena tidak ada gejala yang dapat diamati (Paterson *et al.*, 2007)
- Kegagalan mitigasi infeksi Ganoderma pada fase awal menyebabkan kematian kelapa sawit. Tanaman akan mati 1-3 tahun setelah gejala infeksi muncul (Kandan *et al.*, 2010; Corley *et al.*, 2008).
- Perlu metode untuk deteksi infeksi sedini mungkin/ saat gejala infeksi belum muncul

Berbagai teknologi dikembangkan untuk deteksi infeksi *Ganoderma boninense* namun belum dapat memprediksi infeksi Ganoderma sebelum kemunculan gejala secara tepat

Metode tersebut antara lain:

- metode kolorimetri Ganoderma-selective medium (GSM), antibody poliklonal (PAbs), ELISA, molecular menggunakan PCR, perangkat hidung elektronik (e-nose), microfocus X-ray fluorescence (μ XRF), tomografi *image*, *support machine vectors*, dan perangkat pemindai laser terrestrial (TLS)

(Utomo & Niepold, 2000; Azmi *et al.*, 2020).

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

INOVASI:

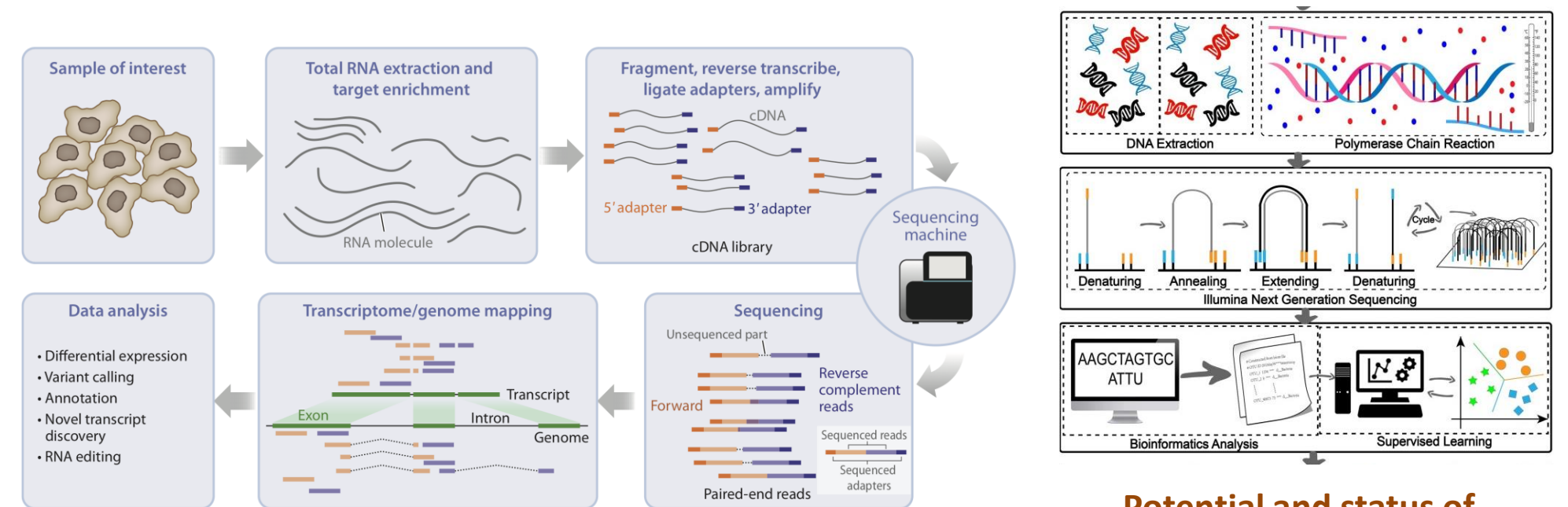
KONTRUKSI MARKA MOLEKULAR BERDASARKAN PERUBAHAN EKSPRESI GEN PADA INANG

RNA sequencing telah dilakukan untuk mengetahui perbedaan ekspresi gen differensial pada akar, batang, dan daun tanaman kelapa sawit terinfeksi *Ganoderma boninense* → namun belum dilakukan secara komprehensif (tidak dalam berbagai periode infeksi).

(Ho et al., 2018; Chai et al., 2019; Othman et al., 2019; Zuhar et al., 2021)

Analisis RT PCR telah dilakukan untuk mengkonfirmasi gen yang konsisten mengalami perubahan ekspresi ketika terjadi infeksi *Ganoderma* → pada berbagai periode infeksi namun hanya pada akar.

(Othman et al., 2018; Faizah et al. 2020; Permatasari et al., 2023;).



Potential and status of *Ganoderma* infection

Keseluruhan data DEG belum ada yang dikembangkan menjadi marka molekular



- Melengkapi data ekspresi gen differensial (DEG) pada akar, batang, dan daun kelapa sawit terinfeksi *Ganoderma boninense* pada berbagai periode infeksi
- Mengembangkan marka molekular berdasarkan DEG terpilih
- Mengembangkan desain *machine learning system* untuk memprediksi potensi infeksi *Ganoderma boninense* pada kelapa sawit berbasis perbedaan ekspresi gen

BIG PICTURE RISET/PROJECT

TAHUN 1	TAHUN 2	TAHUN 3
RNA Sequencing Kelapa Sawit terinfeksi Ganoderma pada beberapa periode infeksi	Validasi efektifitas marka molekular skala laboratorium menggunakan in vitro assay Implementasi produk: Marka molekular diujikan pada skala laboratorium	Skalabilitas Aplikasi Integrasi data ekspresi gen differensial menjadi algoritma <i>machine learning</i> untuk memprediksi potensi infeksi <i>Ganoderma</i> di masa depan
Luaran: Publikasi Differential gene expression of Oil Palm infected by <i>Ganoderma boninense</i> at various stage of infection	Luaran: Publikasi <i>Effectivity of Molecular Marker based on host plant gene expression in early detection of Ganoderma boninense infection</i>	Luaran : HKI Desain <i>machine learning system</i> berbasis ekspresi gen untuk memprediksi infeksi <i>Ganoderma boninense</i> pada kelapa sawit
Biaya: Rp 265.500.000,-	Biaya: Rp 384,529,20000	



GANTT CHART PELAKSANAAN

TAHUN 1

KEGIATAN	Bulan Ke-						
	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov
Persiapan Penelitian							
<i>In vitro</i> assay infeksi <i>Ganoderma boninense</i>							
Pengukuran tingkat infeksi <i>Ganoderma</i>							
RNA sequencing sampel akar, batang, daun Kelapa Sawit sebelum infeksi <i>Ganoderma</i>							
RNA sequencing sampel akar, batang, daun Kelapa Sawit sebelum terinfeksi <i>Ganoderma</i> (15, 30, 45, 60, 75 HSI)							
Analisis data							
Penulisan Draft Publikasi							
Monitoring dan evaluasi							
Pekan inovasi BGA							

GANTT CHART PELAKSANAAN

TAHUN 2

[illegible]

RAB RISET/PROJECT

TOTAL BIAYA TAHUN 1
Rp 226.500.000,-

ITEM	BIAYA TAHUN 1				%
	Satuan	Vol	Biaya	Total	
HONORARIUM				63,420,000	24
Ketua	O/H	154	95,000	14,630,000	
Anggota	O/H	280	82,000	22,960,000	
Asisten	O/J	770	29,000	22,330,000	
Administrasi	O/B	7	500,000	3,500,000	
BAHAN DAN JASA				160,162,800	60
Pengadaan bibit atau clone kelapa sawit	pcs	100	9,500	950,000	
<i>In vitro assay</i> infeksi <i>Ganoderma boninense</i>	sampel	72		-	
- Medium MS	unit	4	1,700,000	6,800,000	
- Medium PDB	unit	4	1,405,700	5,622,800	
- Cawan Petri	pak	80	25,000	2,000,000	
- NPK	sak	2	440,000	880,000	
<i>Fee</i> Laboratorium	bulan	6	120,000	720,000	
RNA sequencing sampel akar, batang, daun Kelapa Sawit sebelum infeksi <i>Ganoderma</i>	sampel	15	9,546,000	143,190,000	
PERJALANAN				26,417,200	10
Tiket Pesawat PP YK-Kalbar	4	O/K	4,400,000	17,600,000	
Lumpsum	4	O/K	482,300	1,929,200	
Penginapan	2	O/K	1,000,000	2,000,000	
Transpot lokal	4	O/K	1,222,000	4,888,000	
LAIN LAIN				15,500,000	6
Biaya Publikasi	1	naskah	10,000,000	10,000,000	
Lisensi <i>Software</i> Bioinformatik	1	<i>Software</i> / thn	5,500,000	5,500,000	

RAB RISET/PROJECT

TOTAL BIAYA TAHUN 2
Rp 384,529,200,-

ITEM	BIAYA TAHUN 2				%
	Satuan	Vol	Biaya	Total	
HONORARIUM				95,070,000	25
Ketua	O/H	276	95,000	26,220,000	
Anggota	O/H	480	82,000	39,360,000	
Asisten	O/J	810	29,000	23,490,000	
Administrasi	O/B	12	500,000	6,000,000	
BAHAN DAN JASA				217,124,800	56
<i>In vitro</i> assay infeksi <i>Ganoderma boninense</i> (90,120,150, 180 HSI)	sampel	60			
- Medium MS	unit	4	1,700,000	6,800,000	
- Medium PDB	unit	4	1,405,700	5,622,800	
- Cawan Petri	pak	80	25,000	2,000,000	
- NPK	sak	2	440,000	880,000	
<i>Fee</i> Laboratorium	bulan	12	120,000	1,440,000	
RNA sequencing sampel akar, batang, daun Kelapa Sawit sebelum infeksi <i>Ganoderma</i>	sampel	12	9,546,000	114,552,000	
Validasi efektivitas marka molekular	sampel	54			
Nitrogen cair	L	5	450,000	2,250,000	
PCR Primer	unit	54	150,000	8,100,000	
Kit PCR	pcs	5	4,290,000	21,450,000	
Mikrotube 0,2 ml	pak	6	675,000	4,050,000	
Mikrotube 1,5 ml	pak	6	775,000	4,650,000	
Pipet tips	pak	6	550,000	3,300,000	
Kit Isolasi DNA Tanaman (50 reaksi)	unit	4	5,550,000	22,200,000	
DNA Staining	unit	3	3,885,000	11,655,000	
Agarose	botol	3	2,725,000	8,175,000	
PERJALANAN				56,834,400	15
Tiket Pesawat PP YK-Kalbar	8	O/K	4,400,000	35,200,000	
Lumpsum	8	O/K	482,300	3,858,400	
Penginapan	8	O/K	1,000,000	8,000,000	
Transpot lokal	8	O/K	1,222,000	9,776,000	
LAIN LAIN				15,500,000	4
Biaya Publikasi	1	naskah	10,000,000	10,000,000	
Lisensi <i>Software</i> Bioinformatik	1	<i>Software</i> / thn	5,500,000	5,500,000	

DAMPAK RISET/PROJECT



NON-FINANSIAL

Analisis Resiko

Analisis resiko

- Mencegah penurunan produksi TBS akibat infeksi Ganoderma sp
- Mengidentifikasi tanaman/ kelompok populasi yang beresiko terinfeksi Ganoderma sehingga dapat ditangani dengan cepat

Analisis lingkungan

- Mengurangi dampak penurunan kesuburan tanah akibat infeksi Ganoderma sp
- Menurunkan penggunaan fungisida

DAMPAK RISET/PROJECT



FINANSIAL

Potensial Profit

Kejadian Ganoderma 7%:

- Rerata kematian /ha = 10 pokok
--> dalam luasan 10,000 ha =
100.000 pokok mati

Produksi TBS/pokok/tahun = 200 kg

- 200 kg x Rp 1500 = Rp 300.000
- Kerugian dalam 1 ha = Rp
300.000 x 10 = Rp 3.000.000

Produksi TBS/pokok/ generasi (dalam 25 tahun) per ha

- Rp 3.000.000 x 25 tahun = Rp
75.000.000,-

Penurunan infeksi Ganoderma sebanyak 3 pokok/tahun/ha (30%) --> maka pengurangan kerugian sebanyak:

- 200 kg x Rp 1500 x 3 = Rp 900.000
- Dalam 25 tahun = Rp 22.500.000
- Dalam 10.000 ha = Rp 9.000.000.000

**POTENSI PROFIT= 9 MILYAR/
TAHUN/10.000 HA**

DAFTAR PUSTAKA

- Faizah, R., R.A Putranto, S Wening, D Sukma, V.R Raharti, A Budiani, and S Sudarsono. 2020. Differential expression of root specific genes of oil palm seedlings at early stage of *Ganoderma boninense* infection. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 418:012044
- Ho, C.L., Y.C Tan, K.A Yeoh, W.K Lee, A.K Ghazali, W.Y Yee, & C.C Hoh. 2019. Leaf transcriptome of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) infected by *Ganoderma boninense*. *Trees*, 33(3), 943–950.
- Othman, N.Q., S. Sulaiman, Y.P Lee, & J.S tan. 2019. Transcriptomic data of mature oil palm basal trunk tissue infected with *Ganoderma boninense*. *Journal Data in Brief*. 25:104288
- Permatasari, G.W., M Puspita, I Kresnawaty, A.S Mulyani, D.D Eris, H Widiastuti, K Triyana, & Priyono. 2023. Validation of Early Infection Markers for Ganoderma in Oil Palm at Three Endemic Ganoderma Locations. *Journal Penelitian Kelapa Sawit*. 31(1):1-12
- Purnamasari, M.I., D Agustina, C Prihatna, A. Suwanto. 2018. A Rapid Inoculation Method for Infection of Ganoderma in Oil Palm. *International Journal of Oil Palm*. 1(1): 1-9
- Tee, S., Y Tan, F Abdullah, M Ong-Abdullah, & C Ho. Transcriptome of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) roots treated with *Ganoderma boninense*. *Tree Genetics & Genomes* 9(2).
- Zuhar, L.M., A.Z. Mahidah, S.A Ahmad, Z Zainal, A.S Idris, and N.A Shaharuddin. 2021. Identification of Oil Palm's Consistently Upregulated Genes during Early Infections of *Ganoderma boninense* via RNA-Seq Technology and Real-Time Quantitative PCR. *Plants*. 10(10): 2026



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK
YOU**

—