



Peningkatan Efisiensi Serapan Hara Kelapa Sawit Melalui Pengembangan Genetic Engineered *Trichoderma harzianum* MJD 1 Berbasis CRISPR/CAS9

Oleh:

- Ali Wafa., S.P., M.Si
(PS Proteksi Tanaman Universitas Jember)
- Ir. Hari Purnomo, M.Si Ph.D DIC
(PS Agroteknologi Universitas Jember)
- Hardian Susilo Addy, S.P., M.P., Ph.D
(PS Magister Bioteknologi Universitas Jember)





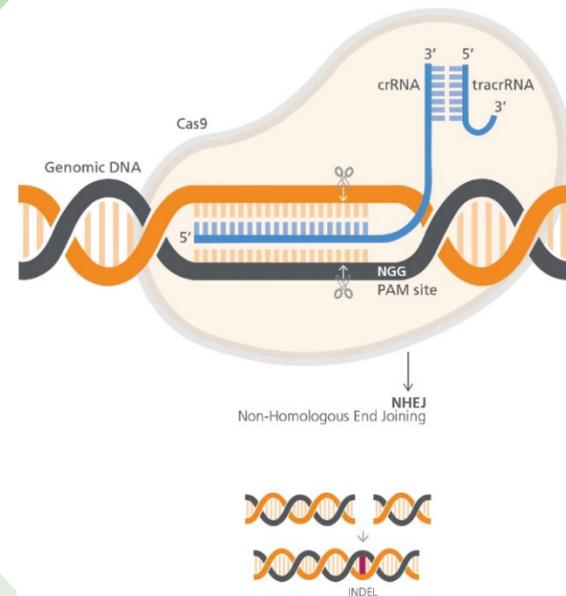
TUJUAN PROJECT

Hasil panen sawit sangat bergantung pada pasokan hara dan kapasitas *intake* tanaman. Pasokan dan kapasitas intake hara juga dapat menjadi trigger munculnya problem selanjutnya seperti hama dan penyakit [1].

Disisi lain, perlu adanya mikroba biostimulan dan biodegradable seperti *Trichoderma harzianum* untuk membantu tanaman menyerap pupuk NPK kimia yang diberikan [2].

T. harzianum alami atau *wild tipe* memiliki kemampuan yang rendah dalam mendegradasi unsur NPK kimia [3]. Rendahnya kemampuan ini dapat ditingkatkan melalui teknologi CRISPR/CAS9.

Teknologi CRISPR/CAS9 memungkinkan untuk dilakukannya peningkatan kemampuan dasar suatu makhluk hidup atau menghentikan potensi jeleknya. Teknologi ini hanya terfokus pada genome alami suatu makhluk hidup tanpa menyisipkan gen makhluk hidup lainnya [4].



TUJUAN PROJECT

Trichoderma harzianum MJD1 CBS 226.95 yang telah dikembangkan tim mulai 2023, memiliki ketahanan hidup pada media NPK yang lebih tinggi, dengan efisiensi penggunaan NPK pada tanaman tomat **40% lebih hemat dari *wildtype* dan 60% dari tanpa perlakuan** (Hasil belum di publikasikan dan berdasarkan analisis hara tanaman)

Di sisi lain, distrupsi atau pengalihan jenis pupuk dari pupuk kimia ke pupuk lain seperti organic/non kimia secara besar-besaran dan mendadak akan mengakibatkan tanaman menjadi stress dan dapat mengacaukan produksi sawit beberapa selang waktu [5].

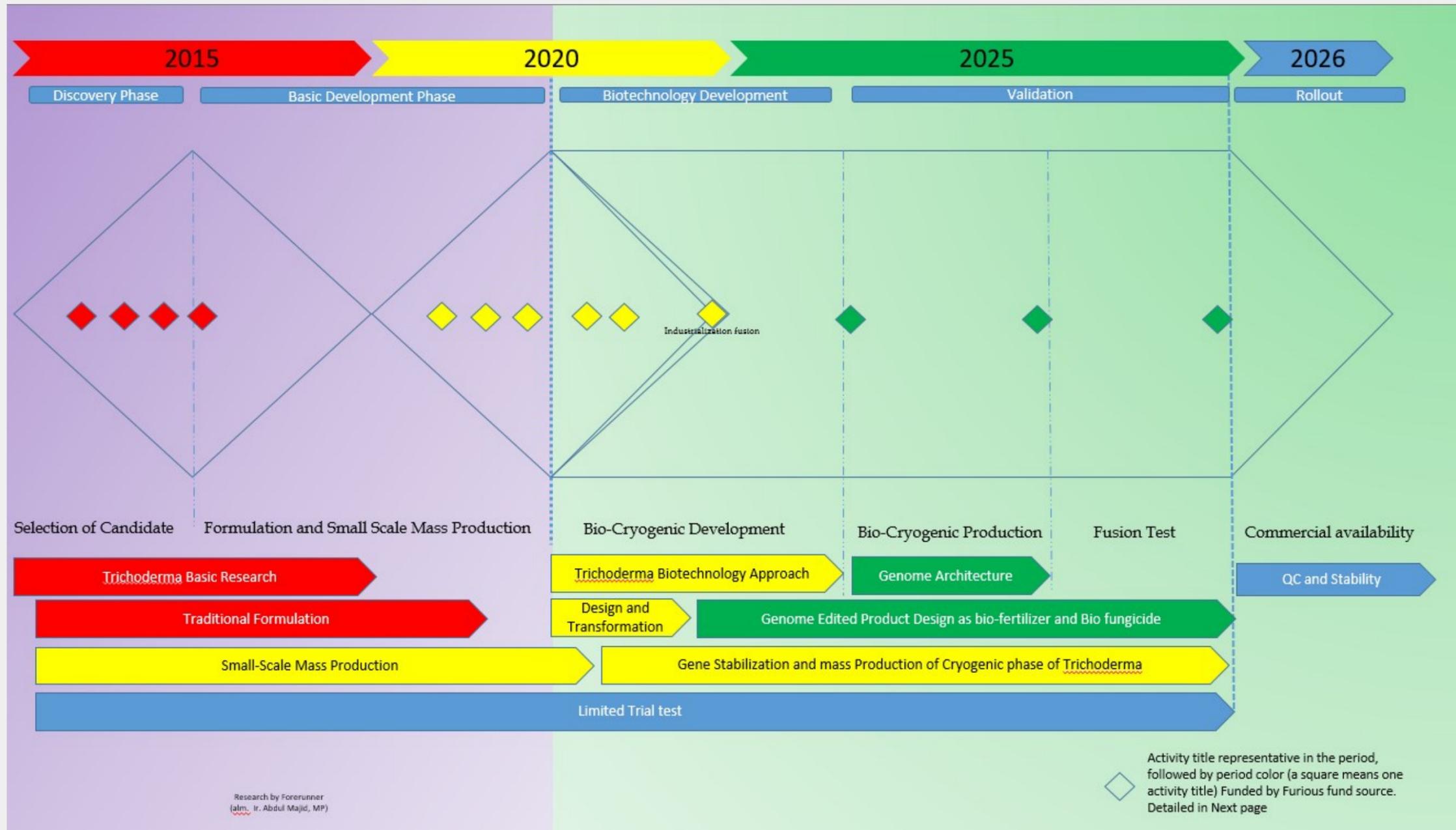
Oleh karenanya, tujuan utama project ini adalah **peningkatan efisiensi penggunaan pupuk NPK tanaman kelapa sawit melalui fusi pupuk NPK BGA dengan genome edited *T. harzianum* MJD 1 CBS 226.95.**

Target Project ini adalah penggunaan NPK BGA Ltd yang **30%*** lebih efisien dibandingkan dengan tanpa aplikasi *T. Harzianum* MJD 1 CBS.

Tentunya project ini dilakukan tanpa merubah jenis pupuk yang telah digunakan BGA



JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



Gambar 1. Peta Jalan dan Project Historia

Pengembangan Trichoderma telah dilaksanakan oleh tim dan pendahulu sejak 2015.

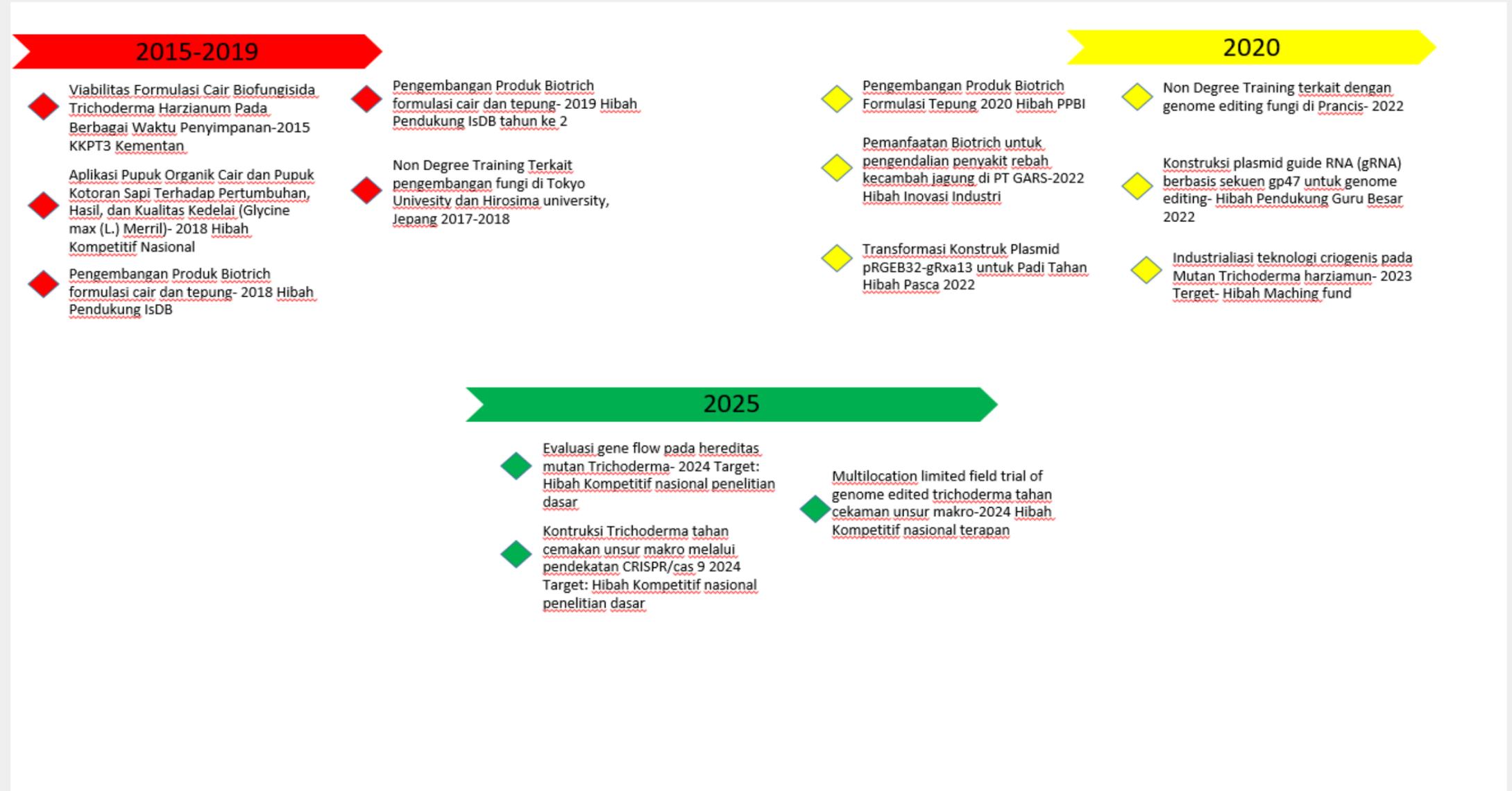
Dimulai dari Isolasi dan seleksi, pengembangan formulasi Hingga Small Scale Production.

Mulai Tahun 2019 Project diarahkan ke pengembangan Bioteknologi Trichoderma untuk meningkatkan kemampuan-kemampuan Fungi tersebut secara genetis. Pengembangan dilakukan dengan pendekatan teknologi CRISPR/CAS9

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

Tahun 2023 Dengan Pembiayaan dari LPDP/RIIM, Dilakukan Kontruksi Genome Editing Tricho berbasis CRISPR/CAS9 untuk meningkatkan daya tahan Tricho terhadap Faktor abiotic seperti NPK yang berlebih di lingkungan.

Project RIIM 2023 ini bertujuan untuk mendapatkan isolat Tricho yang memiliki virulensi, ketahanan dan biostimulan yang tinggi, agar dapat dengan mudah mendegradasi NPK Kimia di Lahan.



Gambar 2. Mapping Pengalaman Pendanaan dan Pelaksanaan Project Tricho sebelumnya dan target pembiayaan selanjutnya

BIG PICTURE RISET/PROJECT

Project dilakukan dengan menggunakan Isolat *Trichoderma harzianum* MJD1 CBS 226.95 dengan distrupsi gen cytochrome P450 dan YPR2 yang telah dikembangkan mulai tahun 2023.

Project dimulai dengan fusi isolat dengan produk pupuk BGA dan kemudian dilakukan pengujian kestabilan secara morfologis-genetis dari fungi. Pupuk juga di uji terkait karakter-struktur pupuk pasca fusi. Dalam kegiatan ini, juga dilakukan pemberian **marker/penanda* genetik** pada isolat untuk keperluan bisnis UNEJ x BGA selanjutnya.

Project akan dilanjutkan dengan pengujian hasil fusi pada kondisi abiotik yang berbeda yang dilakukan secara in vitro, untuk menjamin prototipe dapat digunakan di manapun lahan BGA Ltd di seluruh Indonesia. Prototipe juga akan dilakukan pengujian secara terbatas di lahan uji terbatas BGA dengan menggunakan klon kelapa sawit BGA. Hasil pengujian-pengujian ini untuk selanjutnya digunakan sebagai **protoripe final dan digunakan sebagai bahan produksi masal tahun ke-2**

Gambar 3. Schematic Diagram Project Tahun ke 1

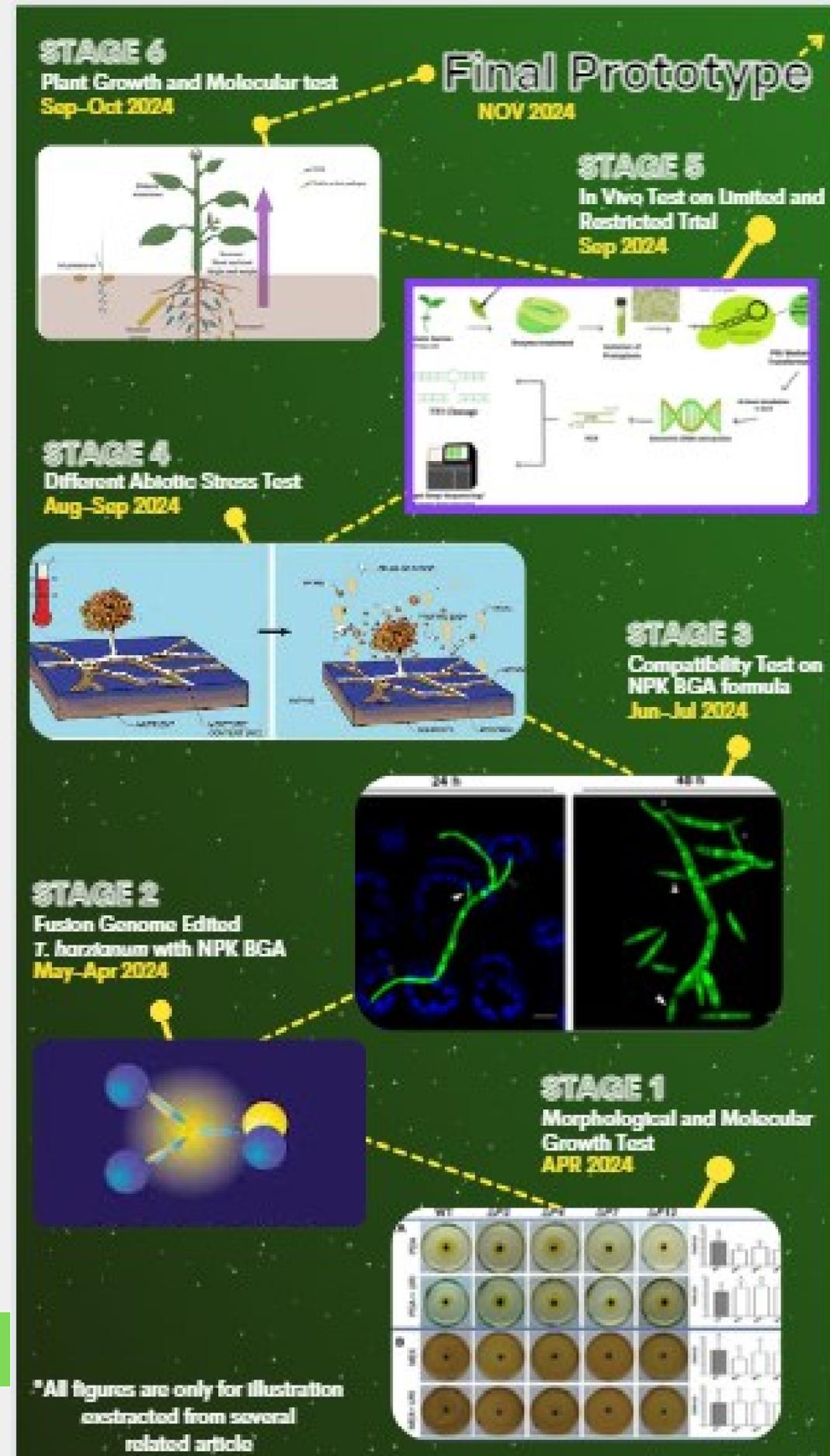
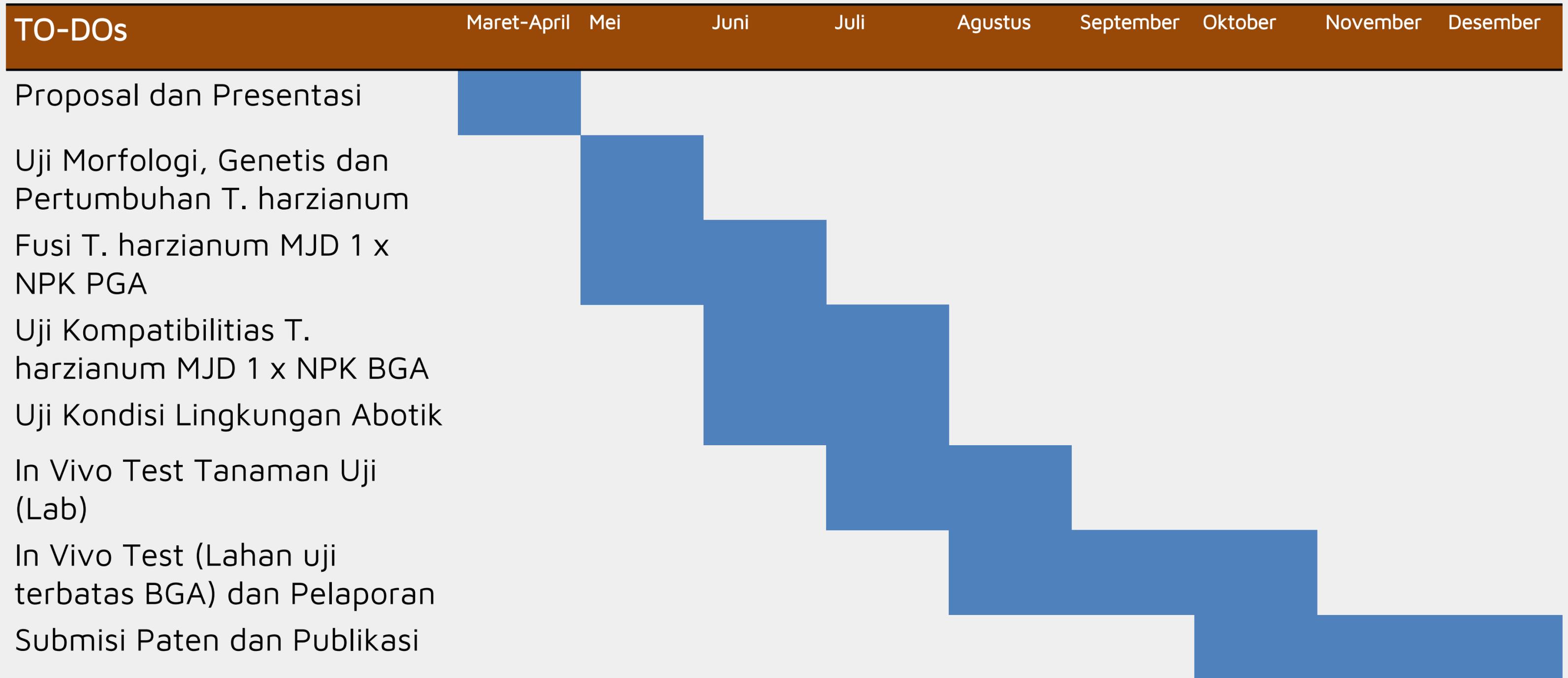


CHART PELAKSANAAN



RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN)

Total Anggaran yang diperlukan di Tahun Pertama kegiatan adalah **Rp 248,170,000** Dengan rincian Rp 212,920,000 In Cash dan Rp 35,250,000.00 In Kind. Perhitungan in Kind dilakukan untuk bahan-bahan yang tersedia di BGA seperti Pupuk NPK, Bibit Sawit dan Tenaga Pembantu Peneliti Lapang di Lahan BGA Ltd

Justifikasi Biaya	In Cash (Rp)	In Kind (Rp)
Honorarium		
Project Leader	15,000,000	-
Project Member	10,000,000	-
Pembantu Peneliti	7,200,000	-
Pembantu Peneliti Lapang BGA	-	7,200,000
Bahan dan Alat		
Sub Kegiatan A1	2,300,000	-
Sub Kegiatan A2	33,200,000	-
Sub Kegiatan A3	43,020,000	-
Sub Kegiatan A4	15,500,000	28,050,000.00
Biaya Perjalanan Dinas	55,200,000	-
Biaya Publikasi dan HKI	37,500,000	-
Total	212,920,000	35,250,000.00

Scan Disini
Rancangan Anggaran Biaya Full 2
Tahun



<https://unej.id/UNEJxBGAProposal>

DAMPAK RISET/PROJECT

Dampak Riset terhadap BGA Ltd bertitik fokus pada **penghematan jumlah pupuk yang diberikan ke tanaman kelapa sawit dengan target \geq 30% lebih efisien**, karena pupuk menjadi lebih mudah terserap tanaman melalui fusi *T. harzianum* MJD 1 x NPK BGA Ltd.

Perhitungan ROI, B/C Ratio dan Payback Period yang didapatkan Bumitama Gunajaya Agro (BGA) Ltd dalam hal investasi di Project ini dapat dihitung melalui simulasi penggunaan Pupuk NPK. Jika BGA menggunakan 1000 Ton Pupuk NPK 15 15 15 Non Subsidi dengan Harga Rp 15.000/kg per tahun, dengan **Biaya Investasi tahun pertama adalah Sebesar Rp. 248,170,000** dan Tahun Kedua adalah 644,170.000, Dengan asumsi laba adalah total harga hasil efisiensi pupuk, yakni $(15.000.000/\text{ton} * 300 \text{ Ton}) * 1000 \text{ Ton} = \text{Rp. 4.5 Milyar}$, maka:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Rp.4,5000,000.000} - \text{Rp 892,340,000}}{\text{Rp 892,340,000}} \times 100\% = 4,04\%*$$

$$\text{B/C} = \frac{\text{Rp.4,5000,000.000}}{\text{Rp 892,340,000}} = 5,12$$

* ROI terindikasi **Kurang Sehat** karena memang hanya berbasis penghematan jumlah pupuk yang digunakan, tidak diikutsertakan perhitungan jumlah produksi sawit, pengurangan biaya tenaga kerja akibat efisiensi pupuk dll, perhitungan detail akan dilakukan setelah data produksi dan biaya lainnya diterima oleh tim

DAMPAK RISET/PROJECT

Perhitungan untuk Payback Period, Analisis Penerimaan (Revenue Analysis) dan Analisis Keuntungan (Profit Analysis) BGA Ltd melalui Project ini juga dapat dilakukan melalui asumsi biaya operasional Per Tahun. Melalui persentase penghematan penggunaan pupuk dan perhitungan yang sama dengan sebelumnya serta dengan Asumsi Biaya Operasional Lainnya adalah Rp 1 Milyar/Tahun, maka:

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Rp } 892,340,000}{\text{Rp } 4,5000,000.000/2} = 0,34 \text{ Tahun}$$

$$\text{Revenue Analysis} = \frac{\text{Rp } 4,5000,000.000}{2 \text{ (Tahun)}} = \text{Rp } 2.250.000.000/\text{Tahun}$$

$$\text{Profit Analysis} = \text{Rp } 2.250.000.000 - \text{Rp } 1.000.000.000 = \text{Rp } 1.250.000.000/\text{Tahun}$$

- Perhitungan hanya berbasis hasil efisiensi pupuk dan asumsi biaya operasional/tahun

Analisis SWOT Project



Berdasarkan analisis SWOT, kelemahan Project yang perlu dihadapi bersama-sama oleh TIM UNEJ dan BGA Ltd adalah terkait perizinan ke Pemerintah untuk scalability **New Produk NPK BGA***, mengingat produk akan berbasis hasil rekayasa genetika.

Selain itu, sebagai teknologi yang cukup baru, tantangannya juga terletak kesiapan personil RnD BGA Ltd dalam mengembangkan produk Berbasis Genome Editing CRISPR/CAS9 dan Perlindungan Aset berupa Isolat termarker/penanda DNA, khususnya setelah kerjasama BGA Ltd dengan Tim Universitas Jember Berakhir.

* Nama didiskusikan selanjutnya setelah pembiayaan dan pelaksanaan Project

Daftar Pustaka

[1] Yarak, K., Witayangkurn, A., Kritiyutanont, K., Arunplod, C., & Shibasaki, R. (2021). Oil palm tree detection and health classification on high-resolution imagery using deep learning. *Agriculture*, 11(2), 183.

[2] Zin, N. A., & Badaluddin, N. A. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 168-178.

[3] Vincze, É. B., Becze, A., Laslo, É., & Mara, G. (2024). Beneficial Soil Microbiomes and Their Potential Role in Plant Growth and Soil Fertility. *Agriculture*, 14(1), 152.

[4] Tyagi, S., Kumar, R., Das, A., Won, S. Y., & Shukla, P. (2020). CRISPR-Cas9 system: a genome-editing tool with endless possibilities. *Journal of Biotechnology*, 319, 36-53.

[5] Rahman, N., Giller, K. E., de Neergaard, A., Magid, J., van de Ven, G., & Bruun, T. B. (2021). The effects of management practices on soil organic carbon stocks of oil palm plantations in Sumatra, Indonesia. *Journal of Environmental Management*, 278, 111446.



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK
YOU**
—