

“Meningkatkan Produktivitas Kelapa Sawit dengan Robot 3 in 1 untuk Pemangkasan dan Penyemprotan Gulma, serta Penanaman LCC”

Project Leader : Dr. Ir. Muji Rahayu, S.P., M.P.

Team Project :

Ari Prasetyo, S.T., M.T.

Gani Cahyo Handoyo, S.P., M.Si.

Nugroho Hasan, S.P., M.P.

Angelo Di Lorenzo, S.P.



TUJUAN RISET

Latar Belakang

1. **Gulma** akan bersaing dalam mendapatkan unsur hara, cahaya, iklim mikro.

Masalah :

- Gulma dengan kelapa sawit **menurunkan** hasil produksi **TBS hingga 20%**, selain itu adanya gulma dapat menurunkan kualitas hasil kelapa sawit (Saifuddin et al. 2023; Nasution et al. 2024), menyulitkan dalam pemanenan, mengganggu penyerapan pupuk, dan memperbesar biaya tenaga kerja lapang.

Solusi :

Perlunya pengelolaan gulma yang intensif dengan bantuan mesin pemangkas rumput atau penyemprotan herbisida rutin

2. **Legume Cover Crop (LCC)** dapat mengurangi populasi gulma, melindungi tanah dari penyinaran langsung dan tetesan air hujan, mengurangi aliran permukaan, serta menjaga kelembaban tanah (Ahmad, 2018)

Masalah :

- Pertumbuhan stek *Mucuna bracteata* sangat cepat (1-3 cm / hari) bahkan di kondisi optimal bisa mencapai 12 - 20cm / hari (Putra et al. 2017)
- Penanaman memerlukan tenaga dan biaya ekstra

Solusi :

Pemangkasan dan LCC Transplanter

JUSTIFIKASI RISET

NO	Data Pemanding	Robot 3 in 1 Gulma	Pembersihan Gulma Tenaga Manusia
1	Sistem Kerja	Bisa 1 kali kerja sekaligus pemotongan dan penyemprotan	2 kali kerja pemotongan dan penyemprotan
2	Lokasi Normal (Lahan Rata)	Mampu mengerjakan	Mampu mengerjakan
3	Lokasi Perengan	Mampu mengerjakan	Mampu mengerjakan
4	Cakupan Luasan	3 Ha (360 tanaman) / hari / robot	2 Ha (240 tanaman) / hari / orang (Bindrianes et al., 2017) + penyemprotan terpisah
5	Kapasitas Kerja	Penyemprotan 45 L Pemangkasan 0 - 100 cm Transplanter LCC sekaligus	Penyemprotan 15 L (Tangki gendong) Pemangkasan 30 cm (Mesin potong gendong) Tenaga lain untuk menanam LCC (Rp85.000 / hari / orang menurut HSPK Dinas Perkebunan Prov. Kaltim 2017)
6	Bahan Bakar	1 Jam = 2 L Dexlite	1 Jam = 2 L bensin (mesin potong rumput 2 HP 6000 rpm) (Djamalu et al., 2023)
7	Kelebihan	Semua titik pembersihan termonitor dengan log data GPS dan mapping dan dapat dipantau secara online	Data terkait kebersihan lahan kurang tercatat rapi (capaian pemangkasan dan penyemprotan hanya termonitor secara manual)

BIG PICTURE RISET



1. Pengembangan Prototype

- Pengembangan robot pembantu pemangkasan gulma dapat diatur dengan metode kerja otomatis atau pun dapat manual (kemudi remot kontrol).
- Pengoperasian robot pemangkasan ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan misalnya untuk piringan sawit atau untuk area sekitar sawit termasuk bisa disetting untuk menyemprot herbisida bersamaan dengan pemangkasan.

2. Pengembangan Demplot Efektivitas Alat

- Robot dilengkapi sistem gps yang dapat dipantau secara langsung progressnya sehingga meminimalisir lahan yang terlewat.
- Pemotongan rumput untuk uji efektivitas dilakukan dengan membandingkan biaya dan hasil
- Percobaan uji efektivitas transplanter robot dibandingkan dengan tenaga manusia

Proyeksi Riset Ke Depan

Uji Coba Prototype

Pengembangan dan uji coba prototipe robot pemangkas rumput pada lahan

Luaran : Prototype robot 3 in 1, Publikasi, HKI

Biaya: Rp 300.000.000

Scalability Produk

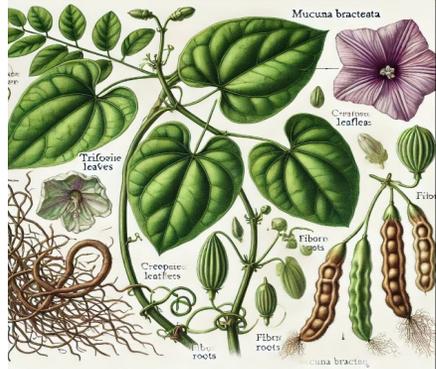
Perluasan penggunaan alat untuk seluruh area kebun

Biaya: Rp 2.200.000.000



METODOLOGI RISET

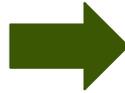
Identifikasi Masalah



Mucuna bracteata (LCC) - fast grower



gulma di sawit



Pengembangan prototype robot



Pemangkas



Sprayer

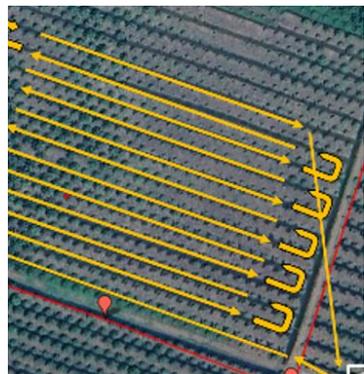


Transplanter LCC



3 in 1

Demplot dan uji alat



monitoring



kinerja alat



remote control

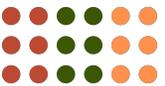


pemangkas, sprayer, dan transplanter dalam 1 robot



GANTT CHART RISET

Kegiatan	2025									2026		
	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	Septem ber	Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret
Perancangan dan Pembuatan prototype 3 in 1	■	■	■	■	■							
Uji Coba Alat lokal dan di kebun sawit					■	■	■	■	■	■		
Monitoring dan Evaluasi			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Penyusunan publikasi dan HKI									■	■	■	
Laporan Kegiatan dan Tindak Lanjut									■	■	■	



LUARAN RISET



Robot 3 in 1

Spesifikasi :

1. Dimensi +/- 125 x 92 x 100 cm
2. Roda ring 8 rel / Track (menyesuaikan)
3. Material Besi aluminium
4. Power hybrid electric-diesel
5. Kapasitas tangki semprot 45 liter dengan 3 spraying /nozzle
6. Kapasitas luasan mesin potong rumput 0 - 1 meter
7. Kemampuan kerja sekitar 5 jam kerja
8. Remot kontrol 2,4 ghz range 1 km
9. Transplanter LCC

Kelengkapan paket :

- Satu unit robot 3 in 1
- Satu unit remot kontrol
- Satu set kelengkapan pendukung
- Satu set toolkit

RENCANA ANGGARAN RISET 2025

Rincian	Sat	Qty	Harga	Total
1. Honorarium				
Tim Project	Rp	5	15.000.000	75.000.000
2. Pengembangan Robot 3in1				
Komponen utama robot (rangka, ban, sensor dan penggerak)	Rp	1	75.000.000	75.000.000
Komponen pemotong, penyemprotan rumput, dan transplanter LCC (alat potong, sensor, dan perakitan)	Rp	1	65.000.000	70.000.000
Biaya pengiriman robot 3in1 ke kebun	Rp	1	10.000.000	10.000.000
3. Pengembangan Demplot				
Akomodasi tim pengamatan dan operator	Rp	1	20.000.000	20.000.000
4. Perjalanan Dinas				
Perjalanan Dinas Solo - Palangkaraya PP 5 orang	kali	4	11.250.000	45.000.000
5. Biaya Publikasi dan HKI				
Publikasi	kali	1	4.000.000	4.000.000
Biaya HKI	pcs	1	1.000.000	1.000.000
TOTAL				300.000.000



DAMPAK FINANSIAL RISET

Analisis Saving

Potensi Gross Profit (PGP)	Potensi Cost Avoidance (PCA)	Potensial Profit (PPR)
<ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi tenaga kerja (1 robot:5 pekerja), Pengeluaran per hari, 120 ribu x 5 orang = 600 ribu/hari, Dalam 1 bulan, pengeluaran tenaga kerja: 600 ribu x 22 hari = Rp 13,2 juta, Dalam 1 tahun, 13,2 juta x 12 = Rp 158,4 juta *Penggunaan 10 robot/tahun akan menghemat Rp 1,584 Milyar - Efisiensi biaya herbisida 15%-20%, Jika biaya sebelumnya Rp 600 juta, akan menghemat sekitar Rp 100 juta <p>Total Gross profit = Rp 1,584 M + Rp 100 juta = Rp 1,684 Milyar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi perawatan kebun lebih akurat, asumsi pengurangan 15% biaya perawatan, sebelumnya 500 juta menjadi 425 juta - Pengurangan risiko kecelakaan kerja dengan otomatisasi. Jika rata-rata klaim 50 jt/tahun (maka akan terjadi penghematan) - Total cost avoidance: Rp 75 juta (perawatan alat) + Rp 50 juta (kecelakaan) = 125 juta/tahun 	<ul style="list-style-type: none"> - Produktivitas meningkat karena lebih cepat, presisi, dan efisien hingga 30% - Dengan pengendalian gulma yang lebih baik, hasil panen meningkat sekitar 10% - 15%. - Produksi sawit lebih optimal karena gulma terkendali dan berpotensi meningkatkan pendapatan Rp 300 juta/tahun, sehingga dalam 3 tahun potensial profit Rp 900 juta

Analisis Benefit

Profit/Saving Project	Payback Period	Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)
<p>Total saving/tahun: PGP + PCA + PPR = Rp 2,109 M/tahun Saving 3 th = Rp 2,109 M x 3 = Rp 6,327 M Total nilai proyek selama 3 tahun= 3,2 Milyar Net Profit setelah 3 tahun Rp 6,327 M - Rp 3,2 M = Rp 3,127 M</p>	<p>Payback Period = Investasi / Saving per tahun = Rp 3,2 M / Rp 2,109 M ≈ 1,52 tahun (sekitar 1 tahun 6 bulan) *Investasi akan kembali dalam kurang dari 2 tahun.</p>	<p>B/C Ratio = Total Benefit / Total Cost = Rp 6,327 M / Rp 3,2 M ≈ 1,98 *nilai B/C Ratio > 1, proyek ini sangat layak untuk dijalankan.</p>



DAMPAK NON FINANSIAL RISET

Analisis Risiko	Analisis Lingkungan	Analisis Legal
<p>Risiko Teknis</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Kendala teknis seperti sensor dan kondisi lapangan yang ekstrem, Mitigasi dengan pengujian intensif sebelum implementasi dan pemeliharaan rutin b. Ketergantungan pada listrik/bahan bakar, mitigasi dengan pengembangan sistem hybrid 	<p>Dampak positif</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Pengurangan bahan kimia seperti herbisida b. Efisiensi bahan bakar c. Pengurangan emisi karbon 	<p>Dampak Ketenagakerjaan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pengurangan tenaga kerja akibat otomatisasi pekerjaan - Mitigasi: Program transisi tenaga kerja dengan training untuk operasional robot
<p>Risiko Finansial</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Over budget dalam pengembangan, mitigasi dengan manajemen anggaran dan metode agile yang tepat b. Lambatnya ROI karena implementasi tidak berjalan optimal, mitigasi melakukan uji coba skala kecil 	<p>Dampak negatif</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Limbah elektronik robot, mitigasi dengan daur ulang komponen b. Gangguan ekosistem mikro/keanekaragaman hayati, mitigasi dengan studi lingkungan sebelum implementasi c. Konsumsi energi listrik lebih tinggi, mitigasi dengan kombinasi tenaga surya ke depannya/biofuel 	<p>Standar keselamatan kerja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Robot harus memenuhi standar keselamatan kerja agar tidak membahayakan lingkungan sekitar - Mitigasi: sistem sensor keamanan dan pelatihan keselamatan kerja pada operator
<p>Risiko Operasional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penolakan tenaga kerja manual dan teknisi perawatan, - mitigasi program pelatihan tenaga kerja untuk perawatan dan operasi robot 		<p>Hak Paten dan Kekayaan intelektual</p> <ul style="list-style-type: none"> - Robot yang dikembangkan akan menjadi hak paten dan kekayaan intelektual sesuai undang - undang yang berlaku dan dimiliki bersama oleh peneliti dan pemberi pendanaan sehingga tidak mudah ditiru pesaing





Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

