

Sintesis dan Modifikasi Material Semikonduktor berbasis $g-C_3N_4$ untuk Peningkatan Kesehatan Tanah dan Produksi Kelapa Sawit yang Berkelanjutan

Synthesis and Modification of $g-C_3N_4$ based Semiconductor For Enhancing Soil Health and Palm Oil Production: Sustainable Agro-Ecosystem

Oleh:

- Dr. Lathifah Puji Hastuti, S.Si
- Prof. Dr. rer. Nat. Suseno Amien
- Prof. Dr. Pujawati Suryatmana
- Dr. Mira Ariyanti





TUJUAN PROJECT

1. Melakukan sintesis dan modifikasi g-C₃N₄
2. Melakukan kajian pengaruh pemberian g-C₃N₄ termodifikasi pada tanah di lahan Perkebunan sawit terhadap fisiologi tanaman
3. Melakukan kajian pengaruh penambahan g-C₃N₄ termodifikasi pada tanah terhadap keberlanjutan kesuburan tanah
4. Melakukan kajian pengaruh penambahan g-C₃N₄ termodifikasi terhadap aktivitas mikroorganisme yang ada di tanah

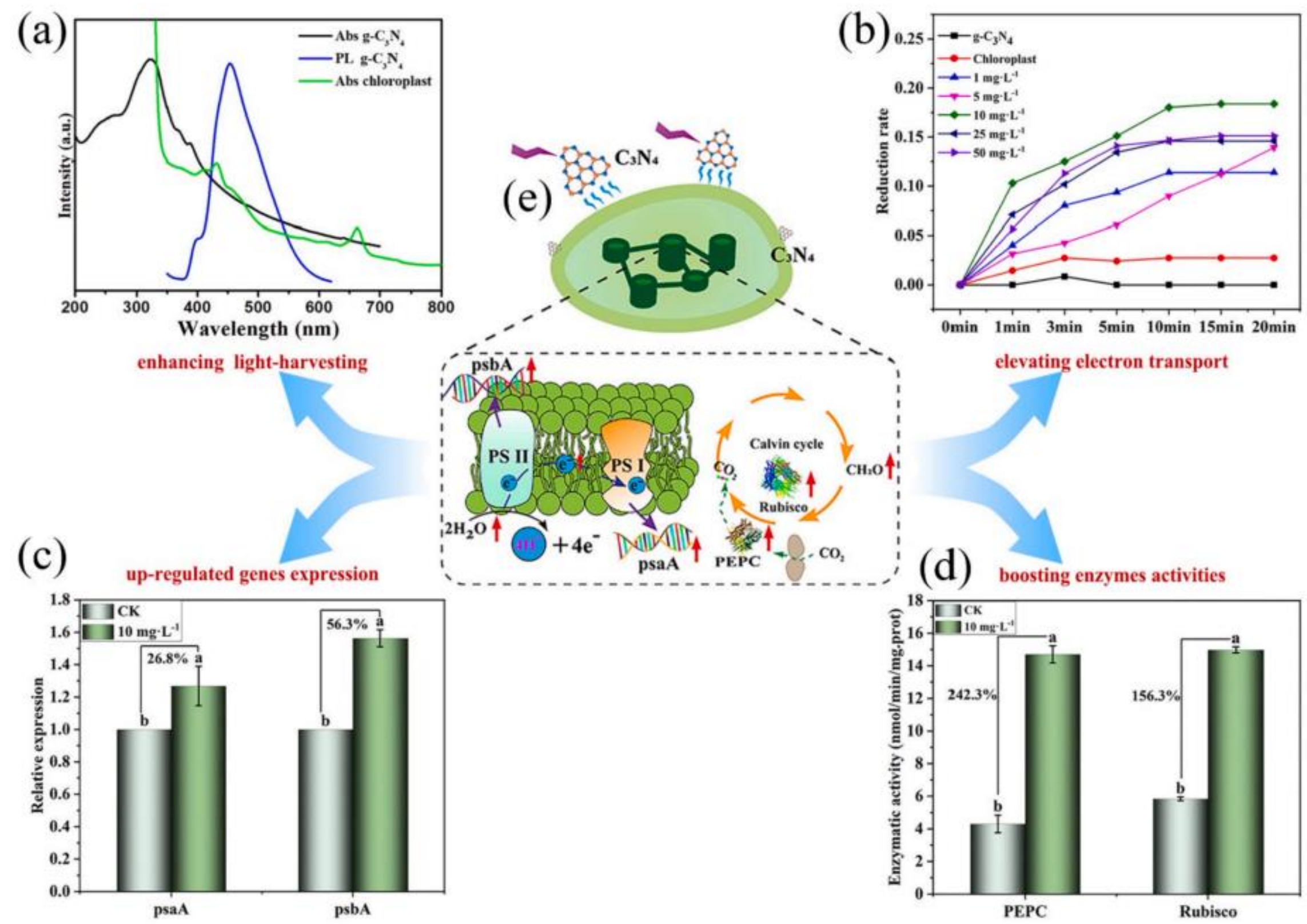
JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

- g-C₃N₄ merupakan material semikonduktor yang relative baru. Material ini disintesis dengan cara pirolisis urea pada suhu 550 °C. Senyawa ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti konversi energi dan juga pengolahan limbah. Namun baru-baru ini, peneliti mulai mengkaji peranan material g-C₃N₄ dalam bidang pertanian.
- g-C₃N₄/glycerol dilaporkan mampu bertindak sebagai “foliar fertilizer” yang dapat menginduksi terbentuknya ammonium dengan bantuan Cahaya matahari yang kemudian akan diserap oleh tanaman (Liu et al. 2020). g-C₃N₄ dapat menyerap (absorpsi) sinar UV dan dapat mengemisikan fluoresensi biru yang overlap dengan absorpsi spektrum kloroplas, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya oleh tanaman.
- Wang et al (2021) melakukan penelitian pengaruh kemampuan fotosintetik tanaman jagung terhadap pemberian g-C₃N₄. hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 10 ppm g-C₃N₄ pada akar mampu meningkatkan nutrient Mg 1,1%; P 52,8%; Fe 44,6%; Mn 121,8%, dan meningkatkan kandungan klorofil 12,1%, laju transfer elektron 44,5%%, laju fotosintesis 30,0% dan kandungan karbohidrat 32,2%.,
- g-C₃N₄ telah dilaporkan memiliki kemampuan untuk mengurangi keracunan Cadmium dan Arsenik pada tanaman sehingga mempengaruhi kandungan makro dan mikro nutrient pada tanaman padi (Ma et al. 2021)

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

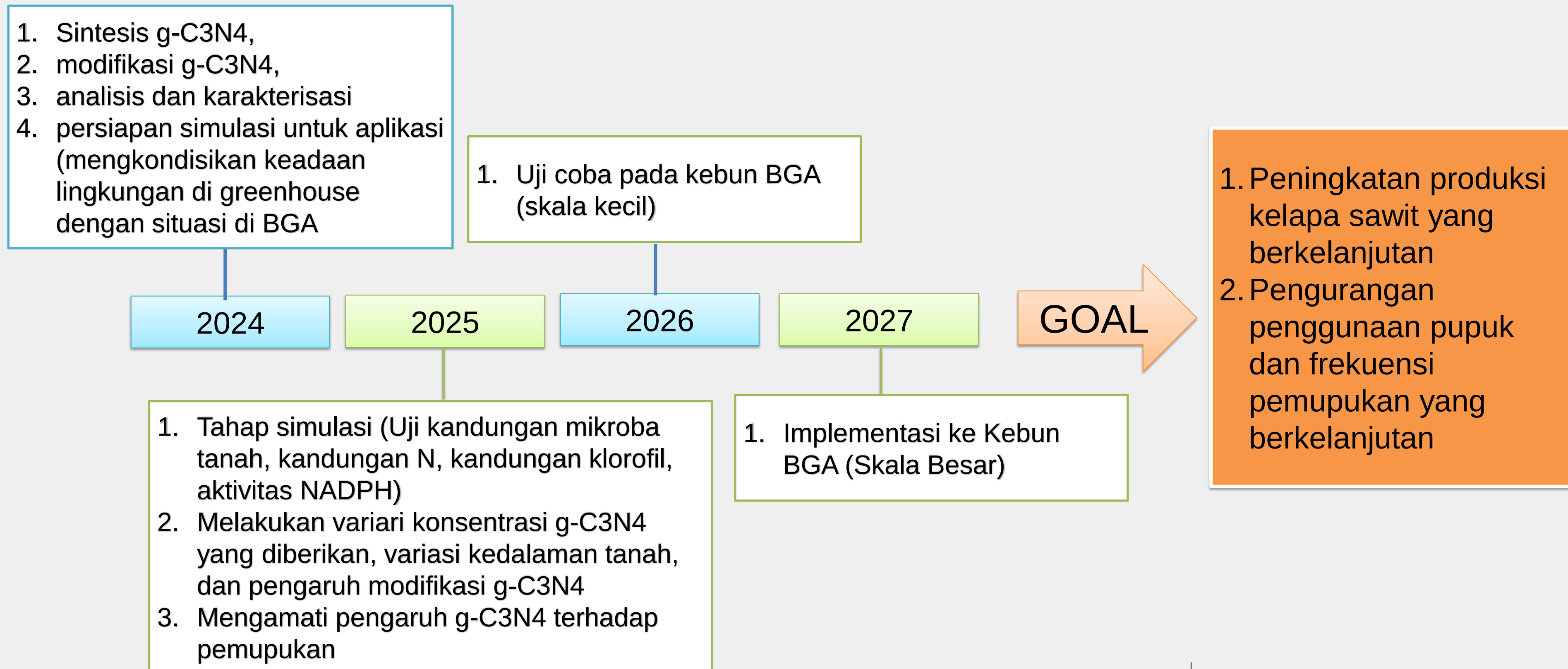
- Cheng et al (2023) melakukan studi kasus terhadap padi dengan pemberian $g-C_3N_4$ pada tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 5% dari $Fe-C_3N_4$ telah meningkatkan aktivitas NADPH. Sementara kandungan klorofil meningkat dengan pemberian 0,2% $Fe-C_3N_4$ sehingga berpengaruh terhadap tinggi dan kualitas bulir padi. $g-C_3N_4$ di dalam tanah terbukti meningkatkan kandungan nitrogen total, total organic matter dan mengasosiasi aktivitas enzyme sehingga mengurangi frekuensi pemupukan.
- Penelitian mengenai pemanfaatan $g-C_3N_4$ untuk aplikasi di bidang agriculture belum banyak dilakukan dan masih sangat tinggi untuk dapat terus dikembangkan. Terlebih lagi, adanya kajian yang membuktikan peranan $g-C_3N_4$ terhadap kesuburan tanah maupun dalam reaksi fiksasi N_2 oleh tumbuhan padi dan jagung. Proses sintesis yang mudah meningkatkan potensi pemanfaatan dan aplikasi $g-C_3N_4$ untuk meningkatkan kualitas tanah di Perkebunan kelapa sawit khususnya kebun BGA. Pada penelitian ini akan dilakukan kajian mengenai pengaruh pemberian material berbasis $g-C_3N_4$ terhadap kesuburan tanah dan tanaman kelapa sawit. Selain itu juga kami akan melakukan modifikasi terhadap material $g-C_3N_4$ dengan penambahan Fe dan Zn dan melakukan kajian terhadap kesuburan tanah. Pengaruh kedalaman tanah untuk pemberian $g-C_3N_4$ juga akan dikaji.

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



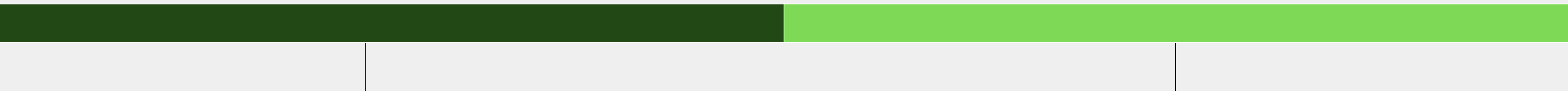
a. Spektrum absorpsi dari $g-C_3N_4$ dan kloroplas, spektrum emisi $g-C_3N_4$ dalam larutan akuades yang diexcite pada 330 nm;
b. Reduksi DCPIP dalam kehadiran $g-C_3N_4$, kloroplas, dan kompleks $g-C_3N_4$ /kloroplas ($g-C_3N_4$ pada 1, 5, 10, 25, dan 50 $mg \cdot L^{-1}$) di bawah intensitas cahaya 210 W;
c. Relatif transkrip abundansi gen sistem fotosistem (psaA dan psbA) sebagai respons terhadap lembaran nano $g-C_3N_4$ pada konsentrasi 10 $mg \cdot L^{-1}$;
d. Aktivitas Rubisco dan PEPC dari jagung yang diobati dengan lembaran nano $g-C_3N_4$ (10 $mg \cdot L^{-1}$);
e. Aktivitas fotosintetik yang ditingkatkan dengan meningkatkan penangkapan cahaya, mempercepat transport elektron dalam kompleks $g-C_3N_4$ /kloroplas, dan peningkatan fiksasi CO_2 .
(Wang et al. 2021)

BIG PICTURE RISET/PROJECT



GANTT CHART PELAKSANAAN

Tahun Pertama

[illegible]

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

Material	Justifikasi Pembelian	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Harga Peratalan Penunjang (Rp)	
				Tahun Ke 1	Tahun Ke 2
Bahan Habis Pakai					
Urea	Bahan Baku	10 kg/tahun	2.000.000	20.000.000	20.000.000
FeCl ₂	Bahan baku sintesis	5 kg/tahun	2.000.000	10.000.000	10.000.000
Pembelian alat gelas	Penunjang penelitian	1 paket/tahun	3.000.000	3.000.000	2.000.000
Hotplate Stirrer	Alat penelitian	2 buah	3.500.000	7.000.000	0
ATK	Menunjang kegiatan penelitian	1 paket	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Fotokopi	Menunjang kegiatan penelitian	3 paket/tahun	500.000	1.500.000	1.500.000
Distilled water	Bahan penelitian	10 L/tahun	200.000	2.000.000	2.000.000
Persiapan tempat simulasi	Tempat penelitian			50.000.000	50.000.000
Analisis dan Karakterisasi					
Raman	Karakterisasi permukaan	10 kali/tahun	300.000	3.000.000	0
SEM	Karakterisasi morfologi permukaan	10 kali/tahun	600.000	6.000.000	0
TEM	Karakterisasi morfologi	10/tahun	600.000	6.000.000	0
XPS	Karakterisasi interaksi modifier dengan g-C ₃ N ₄	5/tahun	2.000.000	1.000.000	0
FTIR	Uji aktivitas senyawa yang telah disintesis	5/tahun	500.000	2.500.000	0

Uji-Uji					
Uji kandungan N				10.000.000	15.000.000
Uji Mikronutrien tanah				15.000.000	35.000.000
Uji mikroorganisme tanah	-			10.000.000	50.000.000
Uji kandungan klorofil					20.000.000
Uji aktivitas NAPDH					35.000.000
Lain-lain					
Perjalanan dalam kota untuk krakterisasi	Karakteriasai	30/tahun	100.000	3.000.000	3.000.000
Biaya Konsumsi diskusi	Koordinasi, Diskusi dll	10/tahun	200.000	2.000.000	2.000.000
Pengiriman sampel	Pengiriman sampel karakterisasi	20/tahun	100.000	2.000.000	2.000.000
Perjalanan dalam kota	Karakteriasai	30/tahun	50.000	1.500.000	1.500.000
Honorarium peneliti	Honorarium	Per bulan	3.000.000	36.000.000	36.000.000
Honorarium asisten peneliti	honorium	Per bulan	2.000.000	24.000.000	24.000.000
Subtotal (Rp)				239.500.000	302.500.000

DAMPAK RISET/PROJECT

Riset ini memberikan dampak terhadap kualitas tanah di Perkebunan sawit BGA, dengan meningkatnya kualitas tanah, maka diharapkan secara otomatis kualitas pohon kelapa sawit akan meningkat. Ketika kualitas pohon baik, maka hasil produksi juga akan meningkat. Selain itu, pemberian g-C₃N₄ pada tanah juga diharapkan akan mendorong terbentuknya ekosistem mikroorganisme yang baik sehingga akan meningkatkan daya dukung kehidupan bagi pohon kelapa sawit. Penambahan g-C₃N₄ ini juga diharapkan akan mengurangi pupuk yang diperlukan untuk kehidupan kelapa sawit. Oleh karena itu, riset ini dapat meningkatkan produksi kelapa sawit juga, mengurangi biaya operasional untuk pupuk dan menghemat energi yang diperlukan untuk proses pemberian pupuk karena frekuensi pemupukan akan berkurang.

Dengan kata lain, riset ini akan menawarkan solusi dengan efek domino terhadap permasalahan yang sedang dihadapi oleh BGA. Proses sintesis g-C₃N₄ yang mudah dengan bahan baku urea yang juga sangat mudah didapatkan juga menjadi salah satu keunggulan dari riset ini.

DAMPAK RISET/PROJECT

Dalam konteks agro-ecosystem yang berkelanjutan pada tanah, $g-C_3N_4$ memiliki beberapa manfaat potensial:

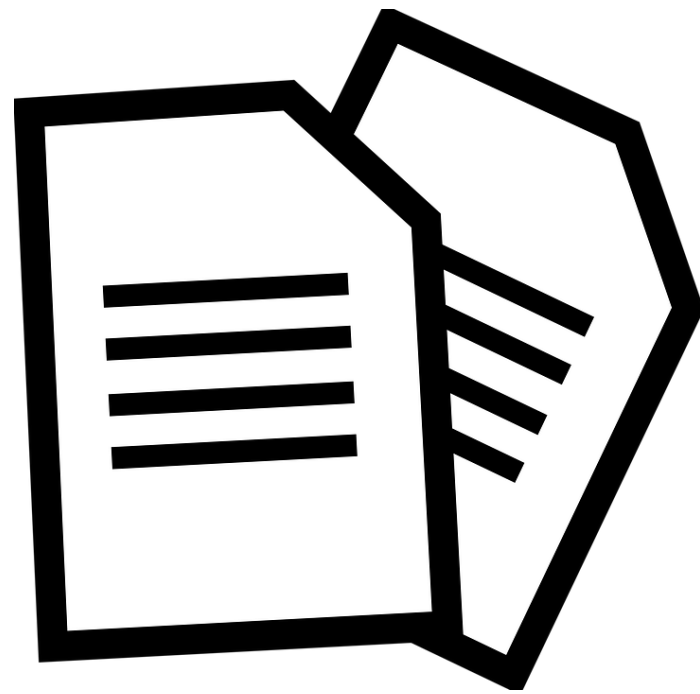
1. **Fungsi sebagai Pupuk:** $g-C_3N_4$ dapat digunakan sebagai pupuk karena kemampuannya untuk melepaskan nitrogen secara bertahap ke tanah. Ini dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen bagi tanaman secara berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berpotensi merusak lingkungan.
2. **Pengendalian Hama dan Penyakit:** Penelitian telah menunjukkan bahwa $g-C_3N_4$ memiliki sifat antimikroba dan antijamur yang dapat membantu dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman. Penggunaan $g-C_3N_4$ sebagai bahan tambahan dalam tanah dapat membantu meningkatkan kesehatan tanaman secara keseluruhan.
3. **Penyaringan Polutan:** $g-C_3N_4$ juga memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat dan polutan organik dari tanah, yang dapat membantu membersihkan tanah dari kontaminasi lingkungan dan menjaga keseimbangan ekologi dalam agro-ecosystem.
4. **Peningkatan Kesuburan Tanah:** $g-C_3N_4$ dapat berkontribusi pada peningkatan kesuburan tanah dengan memperbaiki struktur tanah, meningkatkan retensi air, dan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman.

Dengan demikian, penggunaan $g-C_3N_4$ dalam agro-ecosystem pada tanah memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, dan mempromosikan keberlanjutan ekologi dalam sistem pertanian. Namun, perlu dilakukan lebih banyak penelitian untuk memahami lebih dalam tentang mekanisme dan aplikasi optimal dari $g-C_3N_4$ dalam konteks agro-ecosystem yang berkelanjutan.

LUARAN PROJECT



Padatan $\text{g-C}_3\text{N}_4$ termodifikasi siap pakai



Dokumen Paten



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK
YOU**

—