

Peningkatan Fruit Set Kelapa Sawit Melalui Pengembangan Atraktan yang Efektif dan Formulasi *Artificial Diet* bagi Peningkatan Polinasi dan Populasi Kumbang Penyerbuk

Oleh:

- Prof. Rani Maharani, Ph.D (Departemen Kimia, FMIPA, Unpad)
- Jamaludin Al-Anshori, Ph.D. (Departemen Kimia, FMIPA, Unpad)
- Prof. Dr. Euis Julaeha (Departemen Kimia, FMIPA, Unpad)
- Prof. Dr. Danar Dono (Departemen Hama Penyakit, Faperta, Unpad)
- Dr. Melanie (Departemen Biologi, FMIPA, Unpad)
- Husain Akbar, Ph.D. (D4 Vokasi Kimia Industri, Unpad)





TUJUAN PROJECT

Penambahan Daya Tarik

- Menyintesis estragol secara kimia dari material murah dengan rendemen yang tinggi
- Membuat kombinasi campuran estragol yang sinergis
- Membuat formula microencapsulasi untuk campuran terbaik
- Menguji efikasi sebagai *attractant*
- Memperoleh prototipe campuran estragol terbaik

Penambahan Populasi

- Memformulasi artificial diet untuk viabilitas tumbuh kembang kumbang penyerbuk
- Menguji efektivitas formula artificial diet untuk viabilitas tumbuh kembang kumbang penyerbuk

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



Bunga Betina

Penyerbukan bunga pada tanaman kelapa sawit merupakan faktor penting dalam produksi minyak kelapa sawit
(Yousefi *et al.*, 2020)



Peran kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* yang memindahkan serbuk sari dari bunga jantan ke bunga betina
(Yousefi *et al.*, 2020)



Peningkatan populasi kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus*



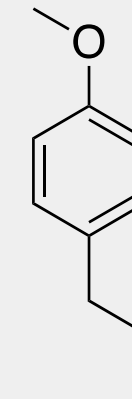
Pemberian artificial diet yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan potensi biologi (kemampuan reproduksi, lama hidup, kemampuan mencari pasangan, mencari pakan, daya survival) kumbang penyerbuk

Pertumbuhan dan potensi biologi kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* yang baik



Kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus*

Dapat ditarik oleh zat attractant yaitu **estragol**
(Yousefi *et al.*, 2020)



Produksi estragol yang kurang pada bunga betina menyebabkan proses penyerbukan tidak optimal
=> produksi minyak sawit berkurang



Diperlukan estragol yang ditambahkan sebagai *attractant*
=> Estragol sintetik (rendemen tinggi, cost rendah)



Estragol sintetik dicampurkan dengan bahan aktif lainnya



Formula estragol dengan daya tarik yang kuat



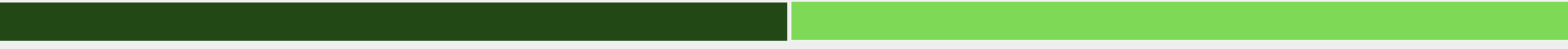
Campuran terbaik diformulasi dengan *controlled release* => mikroenkapsulasi

BIG PICTURE RISET/PROJECT

	Tahun 2025	Tahun 2026
Luaran	- Estragol sintetik - Microencapsul estragol - Formula artificial diet	- Estragol sintetik - Microencapsul estragol - Formula artificial diet
Biaya	Rp. 283.834.650	Rp. 1,5 M
Kegiatan Riset	Riset skala laboratorium - Optimasi sintesis estragol - Optimasi campuran estragol - Optimasi microenkapsulasi - Formulasi artificial diet - Rearing	Scalling up - Sintesis estragol - Microenkapsulasi - Formulasi artificial diet

GANTT CHART PELAKSANAAN

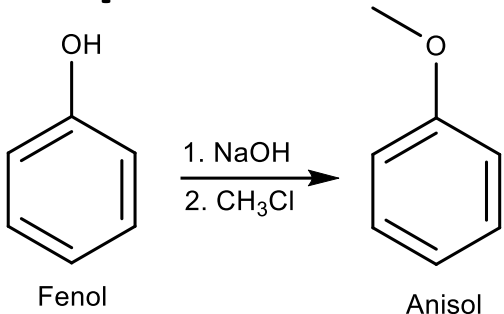
Usulan Tahun 1 (2025)

[illegible]

GANTT CHART PELAKSANAAN

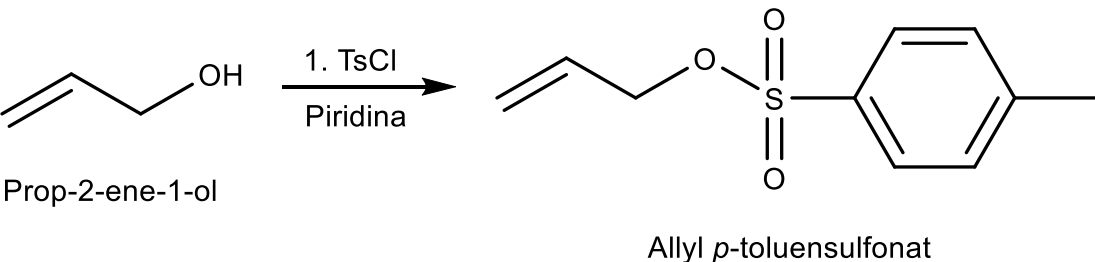
1. Sintesis Estragol

Step 1



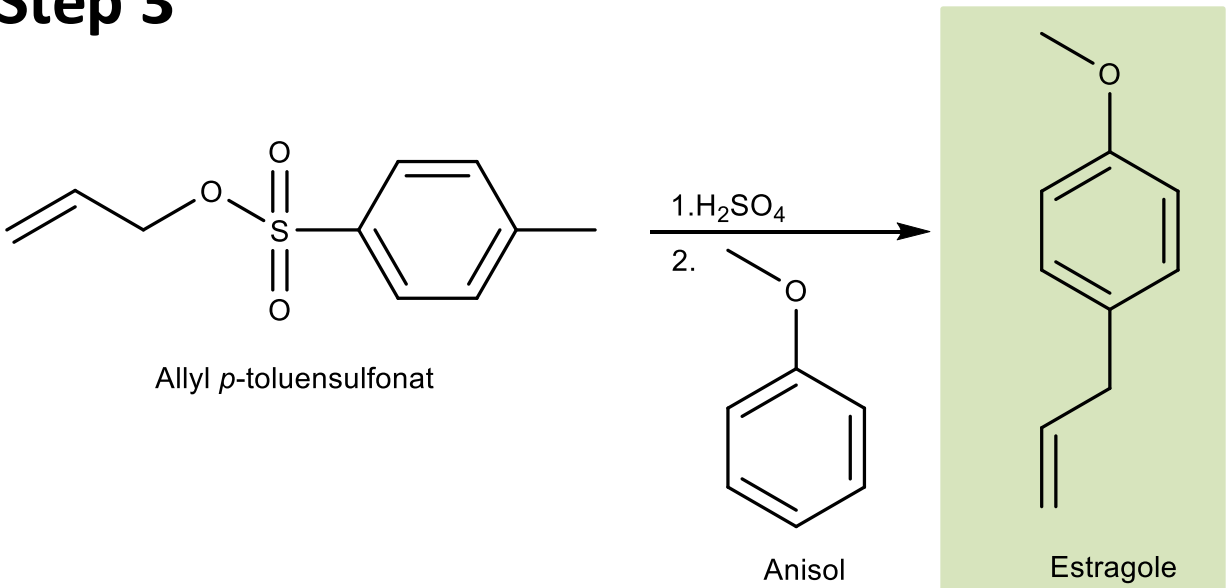
Target rendemen: 99%
(0,579 g; 0,00535 mol)

Step 2



Target rendemen: 88%
(1,137 g; 0,00535 mol)

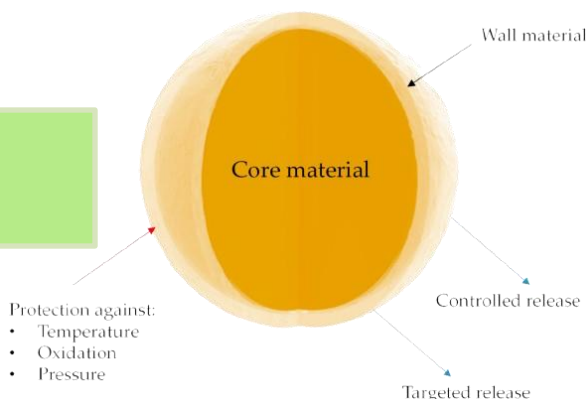
Step 3



Estragol (Target rendemen: 63%
(0,500 g; 0,00337 mol)

2. Pencampuran Estragol dengan Bahan Aktif

3. Mikroenkapsulasi



3 g gelatin dalam 140 mL air

- Tambahkan 0,8 alginat dalam 40 mL air
- Larutan diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu $60 \pm 1^\circ\text{C}$ dan laju pengadukan 600 rpm,
- Tambahkan 0,8 g tween 80 dan 2 g **estragol** dan larutan natrium alginat (0,8 g dalam 40 mL akuades) tetes demi tetes
- Aduk selama 15 menit pada suhu $60 \pm 1^\circ\text{C}$ dengan kecepatan pengadukan 600 rpm.
- pH campuran kemudian diturunkan hingga 3,75 masing-masing dengan menambahkan 2,5% (v/v) larutan asam asetat glasial.
- Larutan didinginkan hingga suhu 10°C dan tambahkan 475 μL glutaraldehid 25% secara perlahan.
- Mikrokapsul disaring dan dicuci dengan air dan n-heksana

Mikrokapsul Estragol

Karakterisasi Mikrokapsul

- a. %Rendemen
- b. Ukuran Partikel Rata-rata dan Distribusi
- c. %EE (Efisiensi Enkapsulasi)
- d. Pengamatan Morfologi Mikrokapsul
- e. Studi Kinetika Pelepasan Ekstrak
- f. Uji Stabilitas Termal Mikrokapsul

Uji Efikasi sebagai *Attractant*

Olfaktometer



GANTT CHART PELAKSANAAN

4. Formulasi *Artificial Diet*

1. Preparasi Kultur Polinator

A. Collecting Polinator dari Lapangan

- Kumbang *Elaeidobius kamerunicus* dikumpulkan dari infloresensi kelapa sawit yang sedang mekar.
- Serangga ditangkap menggunakan kantong jaring/perangkap atraktan

B. Rearing Polinator di Laboratorium

- Polinator di-rearing dalam kandang pemeliharaan dengan lingkungan terkontrol (suhu 27–30°C, kelembaban 70–80%)
- Polinator diberi pakan awal serbuk sari atau ekstrak bunga sawit sebelum transisi ke *artificial diet*.

2. Preparasi dan Formulasi *Artificial Diet*

Metode yang digunakan : *Gel-Based Diet*

Komponen	Fungsi	Konsentrasi (%)
Agar-agar/Gelatin	Basis gel untuk struktur dan konsistensi	2–5
Sukrosa/Glukosa	Sumber energi utama	5–10
Protein (Kasein/Yeast Extract/Soy Protein Isolate)	Mendukung pertumbuhan dan reproduksi	10–15
Lipid (Minyak Nabati/Trigliserida Medium Chain)	Sumber energi tambahan dan metabolisme	2–5
Vitamin Mix (B-kompleks, C, E, dan A)	Mendukung metabolisme dan kesehatan	0.5–1
Mineral Mix (Ca, Mg, P, Fe, Zn, dll.)	Esensial untuk pertumbuhan dan fisiologi	1–2
Estragol	Senyawa volatil untuk meningkatkan daya tarik dan adaptasi	0.1–0.5
Asam Amino Esensial (Methionine, Lysine, Arginine, dll.)	Mendukung sintesis protein dan perkembangan larva	1–3
Antioksidan (Asam Askorbat/Tokoferol)	Melindungi dari degradasi nutrisi	0.2–0.5
Air/Tween 80 (dispersing agent)	Medium pencampuran agar homogen	60–70

Agar

- Larutkan dalam air steril dengan pemanasan (70–80°C) hingga homogen.
- Campurkan glukosa/sukrosa, kasein, dan ekstrak ragi dan diaduk hingga larut sempurna.
- Tambahkan minyak sawit dalam campuran secara perlahan untuk memastikan emulsifikasi yang baik.
- Larutkan vitamin dan mineral dalam sedikit air, lalu ditambahkan ke dalam campuran.
- Tambahkan estragol setelah suhu campuran turun hingga 40°C untuk mencegah degradasi senyawa volatil.
- Tuang campuran ke dalam cetakan kecil atau wadah tipis untuk memudahkan kumbang meakses pakan
- Dinginkan pada suhu ruang hingga terbentuk gel
- Simpan gel dalam kondisi dingin (±4°C) untuk mempertahankan kesegaran hingga digunakan.

Artificial Diet

3. Uji dan Analisis Efektivitas *Artificial Diet* Berbasis Estragol

Parameter yang Diukur:

- Laju Kelangsungan Hidup (%)
- Pertumbuhan dan Perkembangan (masa hidup, ukuran tubuh)
- Reproduksi (jumlah telur yang dihasilkan)
- Efektivitas Polinasi (melalui uji keberhasilan polinasi pada infloresensi sawit)

Uji Kelangsungan Hidup

Uji Pertumbuhan dan Reproduksi

Uji Efektivitas Polinasi

Analisis Data

- ANOVA untuk melihat perbedaan antar perlakuan.
- Uji regresi untuk mengidentifikasi hubungan antara komposisi diet dan parameter biologis kumbang.

Interpretasi Hasil

- Evaluasi apakah *artificial diet* mampu mendukung kelangsungan hidup dan efektivitas polinasi polinator sawit.
- Menentukan formulasi paling optimal dengan keseimbangan nutrisi dan estragol.

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

Usulan Biaya Tahun ke-1

No	Komponen Biaya	Biaya (Rp)	Porsi (%)
1	Gaji/Upah/Honor	74.400.000	25,40%
2	Bahan/Peralatan produksi	126.544.650	43,20%
3	Jasa analisis	92.000.000	31,41%
Total		283.834.650	100,00%

Gaji/Upah/Honor

No	Pelaksana	Honor (Rp)	Satuan	Volume	Jumlah Bulan	Honor Per Tahun (Rp)
1	Peneliti Utama	60.000	OJ	24	10	14.400.000
2	Peneliti Madya	50.000	OJ	20	10	10.000.000
3	Peneliti Madya	50.000	OJ	20	10	10.000.000
4	Peneliti Madya	50.000	OJ	20	10	10.000.000
5	Peneliti Madya	50.000	OJ	20	10	10.000.000
6	Asisten Peneliti 1	25.000	OJ	40	10	10.000.000
7	Asisten peneliti 2	25.000	OJ	40	10	10.000.000
Total						74.400.000

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

Alat dan Bahan

No	Nama Barang	Satuan	Jumlah Barang	Harga satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Fenol	250 gr	4	1.725.000	6.900.000
2	Natrium Hidroksida	1 kg	1	715.500	715.500
3	Klorometana	1L	2	1.531.000	3.062.000
4	Prop-2-ene-1-ol	500 gr	2	4.483.875	8.967.750
5	Piridina	500 mL	2	3.020.000	6.040.000
6	Asam Sulfat	2L	1	1.025.000	1.025.000
7	Magnesium Sulfat Anhidrat	500 gr	1	1.388.400	1.388.400
8	Diklorometana	2,5L	2	1.350.000	2.700.000
9	n-Heksana	2,5 L	1	1.000.000	1.000.000
10	Etil Asetat	1 L	1	600.000	600.000
11	Metanol	2L	1	2.428.000	2.428.000
12	Kloroform	2,5 L	1	845.000	845.000
13	Aquadest	10 L	1	100.000	100.000
14	TsCl	500 gr	1	8.582.000	8.582.000
15	Gloves	Box	4	50.000	200.000
16	Plat silika gel GF254	Box	3	4.500.000	13.500.000
17	Miliq water	1 L	10	200.000	2.000.000
18	Kayu	1 m	4	60.000	240.000
19	Toples	1	2	35.000	70.000
20	Seng	1	2	67.500	135.000
21	Estragol	500 mg	15	560.000	8.400.000
22	Anisol	25 gr	4	425.000	1.700.000
23	Metil eugenol	250 gr	4	1.250.000	5.000.000
24	etil oleat	500 ml	4	1.270.000	5.080.000
25	Anetol	5 ml	4	741.000	2.964.000
26	Lem	1	2	15.000	30.000
27	Asam sitrat	500 gr	2	666.000	1.332.000
28	aseton	500 mL	2	430.000	860.000
29	gelatin	500 gr	1	425.000	425.000
30	natrium alginat	500 gr	1	435.000	435.000
31	natrium fosfat	500 gr	1	745.000	745.000
32	natrium sulfat anhidrat	1 kg	1	50.000	50.000
33	Asam asetat glasial	500 mL	1	100.000	100.000
34	Etanol	1 L	1	968.000	968.000
35	Kertas saring	box	1	7.000	7.000
36	Agar-agar	gram	500	2.500	1.250.000
37	Sukrosa	kg	5	20.000	100.000
38	Yeast Extract	gram	250	25.000	6.250.000
39	Pepton	gram	250	30.000	7.500.000
40	Tween 80	ml	500	10.000	5.000.000
41	Estragol	ml	100	50.000	5.000.000
42	Aquades	liter	10	10.000	100.000
43	Madu murni	Botol	10	50.000	500.000
44	Bunga infloresensia segar	ikat	15	30.000	450.000
45	Kandang pemeliharaan serangga	Set	5	50.000	250.000
46	Termohigrometer	Unit	1	400.000	400.000
47	Perlengkapan rearing	Set	10	100.000	1.000.000
48	Alkohol 70%	Botol	5	30.000	150.000
49	Sumber cahaya LED	Unit	5	100.000	500.000
50	Bejana kultur (wadah breeding)	Unit	10	50.000	500.000
51	Glassware	Paket	3	2.000.000	6.000.000
52	Plasticware	Paket	3	1.000.000	3.000.000
Total				126.544.650	

Jasa Analisis

No	Nama Barang	Satuan	Jumlah Barang	Harga satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Karakterisasi NMR	sampel	10	1.200.000	12.000.000
2	Analisis HR-ESI-MS	sampel	10	600.000	6.000.000
3	FTIR	sampel	10	500.000	5.000.000
4	Analisis GC-MS	sampel	10	600.000	6.000.000
5	Particle size analyzer	sampel	10	600.000	6.000.000
6	TEM	sampel	10	500.000	5.000.000
7	Ultrasonikator	sampel	10	300.000	3.000.000
8	PH meter	sampel	20	100.000	2.000.000
9	TGA	sampel	10	500.000	5.000.000
10	UV-Vis	sampel	10	300.000	3.000.000
11	SEM	sampel	10	500.000	5.000.000
12	Analisis statistik	Paket	3	500.000	1.500.000
13	Transportasi	Paket	6	5.000.000	30.000.000
14	Jasa ekspedisi	Paket	5	500.000	2.500.000
Total				92.000.000	

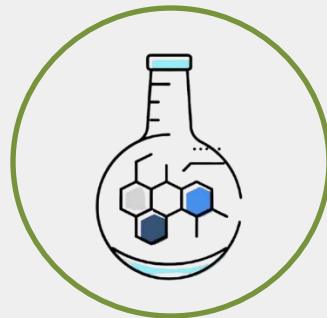
DAMPAK RISET/PROJECT

1

Financial

Peningkatan Produksi Minyak Sawit

Dengan meningkatkan efisiensi penyerbukan menggunakan formula campuran estragol sebagai *attractant*, produksi minyak sawit dapat meningkat sehingga meningkatkan keuntungan bagi industri kelapa sawit.



Efisiensi Biaya Produksi:

Sintesis estragol dengan rendemen tinggi dan biaya rendah dapat mengurangi ketergantungan pada sumber alami yang terbatas.

Peluang Komersialisasi Produk:

Formulasi estragol bisa dikomersialisasikan sebagai produk *attractant* bagi industri kelapa sawit sehingga dapat membuka peluang usaha baru dalam produksi dan distribusi perangkat berbasis estragol.



DAMPAK RISET/PROJECT

2

Non-Financial

Analisa Lingkungan:

Pengurangan Penggunaan Bahan Kimia Berbahaya

Dengan meningkatkan efisiensi penyerbukan alami, ketergantungan pada bahan kimia seperti hormon pertumbuhan atau pupuk sintetis bisa dikurangi, yang berdampak positif bagi kualitas tanah dan ekosistem sekitar.



Peningkatan Keberlanjutan Pertanian

Meningkatnya produktivitas tanpa merusak lingkungan membuat industri kelapa sawit lebih berkelanjutan, mendukung konsep *agriculture 4.0* dan *green farming*.

Analisa Risiko:

Inovasi dalam Pengendalian Penyerbukan

Metode ini bisa menjadi solusi inovatif dalam industri kelapa sawit dan diterapkan di berbagai wilayah tropis lainnya.



Kontribusi terhadap Ilmu Pengetahuan dan Riset

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan feromon atau *attractant* lain untuk meningkatkan produksi tanaman lain.



Bumitama Gunajaya Agro

THANK
YOU

—