

Volume 3 No. 1 Tahun 2026

ISSN 3064-5190



BALAI PENGELOLA HASIL
PERAKITAN DAN MODERNISASI
P E R T A N I A N
BADAN PERAKITAN DAN
MODERNISASI PERTANIAN

BerAKHLAK
Berorientasi Pelayanan Akuntabel Kompeten
Harmonis Loyal Adaptif Kolaboratif

**#bangga
melayani
bangsa**



WARTA Agrostandar

BADAN PERAKITAN DAN MODERNISASI PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

ISSN 3064-5190



Pertanian Bekerja Sepenuh Hati
pengelolahasil.brmp.pertanian.go.id

AGRO MODERN

Pengantar Redaksi

Selamat menjelajah kembali di Warta Agrostandar Vol. 3 No. 1 Tahun 2026, publikasi berkala yang hadir setiap empat bulan sebagai ruang berbagi pengetahuan dan inovasi. Kami kembali menyapa Anda dengan menyajikan enam tulisan ilmiah semi populer yang membahas perakitan, perekayasa, standardisasi, hingga modernisasi di sektor pertanian, serta isu-isu aktual yang relevan di sektor pertanian.

Warta Agrostandar akan terus menjadi wadah kolaboratif bagi para penulis dari berbagai Satuan Kerja di lingkungan Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian (BRMP), sekaligus membuka ruang bagi kontributor eksternal yang memiliki perhatian terhadap perkembangan dan tantangan strategis di dunia pertanian.

Edisi kali ini menghadirkan artikel pilihan, yaitu: (1) Peluang Modernisasi Pertanian Padi untuk Indonesia; (2) Rancang Bangun Verifikasi Tachometer Berbasis Motor DC; (3) Kajian Biaya-Manfaat Implementasi *Precision Farming Demfarm*: Studi Multi-Provinsi di Indonesia; (4) Meningkatkan Nilai Tambah Susu Sapi melalui Pengolahan Sabun Susu Kunyit: Kaji Terap di Desa Wanasari, Kecamatan Cipunagara, Kabupaten Subang; (5) Limbah Jadi Penawar: Mengolah Sisa Biomassa menjadi Pembersih Residu Pestisida; dan (6) Standar Perbanyakan Lada Varietas Malonan 1, Metode Setek Satu Ruas Berdaun Tunggal.

Kami berharap artikel-artikel yang tersaji dalam edisi ini tidak hanya memperluas wawasan, tetapi juga menginspirasi serta menjadi rujukan dalam mendorong implementasi pertanian modern berbasis hasil perakitan, perekayasa, inovasi, dan standardisasi di Indonesia.

Selamat membaca dan sampai bertemu kembali pada edisi berikutnya.

Salam Hangat,
Redaksi

Dewan Redaksi Warta Agrostandar

 Pengarah Ketua	Kepala Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian
 Anggota	Sekretaris Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian
 Penanggung Jawab Redaksi	Kepala Balai Pengelola Hasil Perakitan dan Modernisasi Pertanian
 Penanggung Jawab Pelaksana	Ketua Tim Kerja Pengelolaan dan Pemanfaatan Hasil Perakitan dan Modernisasi Pertanian
 Dewan Redaksi Ketua	Nuning Nugrahani, S.Pt., M.Si.
 Anggota	Ir. Abdullah Taufiq, M.P. Hera Nurhayati, SP., M.Sc. Khoirun Enisa Maharina, S.P., M.P. Dr. Komarudin S.Pt., M.M., M.Sc. Dr. Suprihanto, S.P., M.Si Dr. drh. Aulia Evi Susanti, M.Sc. Dr. Susi Purwiyanti, S.P., M.Si Dr. Maulia Aries Susanti, S.P., M.Sc. Ira Mulyawanti, S.TP., M.Si. RR. Shinta Desmawati, S.P., M.Si Dr. Harmi Andrianyta, SP., M.Si. Dr. Wage Ratna Rohaeni, S.P., M.Si.
 Redaksi Pelaksana Editor	Okti Haryani Hapsari, S.P., M.Si. Miyike Triana, S.P. Morina Pasaribu, S.P., M.Si
 Cover dan Tata Letak	Zhafirah Azzahrawaani, S.S.I
 Admin Digital dan Kesekretariatan	Tigia Eloka Kailaku, S.Si., M.M.

Alamat Penyunting

Balai Pengelola Hasil Perakitan dan Modernisasi Pertanian
Jl. Salak No 22 Bogor, Jawa Barat

✉ redaksi.wartaagrostandar@gmail.com

01

Peluang Modernisasi Pertanian Padi untuk Indonesia

Wage Ratna Rohaeni, M. Thamrin, Amin Nur,
Haris Syahbuddin, Fadry Djufry, Desrial

08

Rancang Bangun Verifikasi Tachometer Berbasis Motor DC

Doddy Perkasa, Rudi Hermawan, Fahmi Hakim

11

Kajian Biaya-Manfaat Implementasi Precision Farming Demfarm: Studi Multi-Provinsi di Indonesia

Ahmad Nizar Fatur Rohman, Titim Rahmawati,
Hannura Hosea

15

Meningkatkan Nilai Tambah Susu Sapi Melalui Pengolahan Sabun Susu Kunyit: Kaji Terap di Desa Wanasari, Kecamatan Cipunagara, Kabupaten Subang

Ade Putra, Firda Arlina, Kenedy Putra, Lilis Riyanti

19

Limbah Jadi Penawar: Mengolah Sisa Biomassa Menjadi Pembersih Residu Pestisida

Asep Nugraha Ardiwinata

23

Standar Perbanyakan Lada Varietas Malonan 1, Metode Setek Satu Ruas Berdaun Tunggal

Asep Pebriandi, Iyan Cahyana, Setyono

27

Teknologi Bernilai Kekayaan Intelektual Public Domain Rezim Paten BRMP Mektan

Foto sampul: BRMP Tanaman Padi

Peluang Modernisasi Pertanian Padi untuk Indonesia

Wage Ratna Rohaeni¹, M. Thamrin², Amin Nur³, Haris Syahbuddin⁴ Fadry Djufry⁵, dan Desrial⁶

^{1,3}Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Pertanian Tanaman Padi, Sukamandi-Subang

²Balai Besar Sistem Modernisasi Pertanian, Bogor

⁴Pusat Perakitan dan Modernisasi Pertanian Tanaman Pangan, Bogor

⁵Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta

⁶IPB University – Bogor dan Tenaga Ahli Menteri Bidang Pengembangan Pertanian Presisi – Kementerian Pertanian

^{1,3}Jl. Raya IX, Desa Sukamandi, Kecamatan Ciasem, Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat

Email: wagebbpadi@gmail.com

ABSTRAK

Padi adalah sumber pangan utama bagi mayoritas penduduk Indonesia dan mempunyai arti sangat penting guna menjamin pasokan, memastikan ketersediaan, dan stabilitas harga. Pertanian tradisional seringkali terkendala biaya tinggi dan hasil rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan transformasi menuju pertanian modern. Sistem pertanian modern model Arkansas merupakan sistem pertanian intensif berbasis teknologi yang mengedepankan efisiensi, mekanisasi, serta metode tanam benih langsung secara rapat. Kementerian Pertanian Indonesia melalui Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian (BRMP) telah merakit paket teknologi pertanian modern untuk budi daya tanaman padi sejak akhir 2024. Paket teknologi ini diberi nama PM-AAS (Pertanian Modern - *Advanced Agricultural System*). Paket teknologi ini diterapkan pada agroekosistem sawah irigasi untuk meningkatkan produktivitas nasional sekaligus mengatasi kendala biaya tinggi pada metode tradisional. Hasil uji terapan di KP. Muara, BRMP Padi menunjukkan bahwa penerapan sistem ini, khususnya model PM 6:1 dan PM 4:1, mampu meningkatkan hasil panen secara nyata serta menghemat biaya tanam karena meniadakan proses persemaian. Kendati demikian, keberhasilan adaptasi model tersebut masih menghadapi tantangan lokal seperti potensi tanaman rebah, risiko penyakit hawar daun bakteri akibat kelembapan tinggi, serta perlunya penyesuaian dosis pemupukan yang lebih komprehensif. Kajian lebih lanjut perlu dilakukan terutama pada input pupuk untuk pencegahan rebah batang dan perakitan varietas tahan rendaman fase benih dan tahan rebah.

PENDAHULUAN

Padi adalah sumber pangan utama bagi mayoritas penduduk Indonesia sehingga perlu upaya menjamin ketersediaan dan stabilitas harganya. Produksi padi Indonesia dalam 5 tahun terakhir (2020-2024) menunjukkan angka fluktuatif, bahkan meningkat. Data Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Pertanian (Kementan) menunjukkan produksi padi nasional pada tahun 2021 mencapai 54,42 juta ton GKG, dan ada tren kenaikan positif pada tahun 2024 di banyak provinsi, serta proyeksi positif untuk tahun 2025.

Pertanian tradisional seringkali terkendala biaya tinggi dan hasil rendah. Oleh karena itu, keberadaan teknologi modern seperti *drone*, AI, dan/atau irigasi pintar, dapat mempermudah kerja petani, mengurangi risiko, menghemat input (pupuk/pestisida), meningkatkan kuantitas, serta kualitas hasil panen. Penelitian penerapan pertanian modern untuk padi di Indonesia menjadi krusial dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan, keterbatasan sumber daya, perubahan iklim, dan tentunya untuk meningkatkan kesejahteraan petani. Perkembangan pertanian modern di Indonesia dinilai masih

lambat karena berbagai kondisi seperti regenerasi petani yang menurun, keterbatasan akses dan biaya teknologi, infrastruktur yang belum memadai, alih fungsi lahan pertanian, serta dampak perubahan iklim yang menyebabkan metode tradisional masih dominan dan produktivitas tidak optimal. Petani muda kurang tertarik karena dianggap pekerjaan berat, sementara minimnya modal dan pelatihan menghambat adopsi teknologi.

Petani di Indonesia sudah saatnya melakukan transformasi ke pertanian modern. Salah satu model pertanian modern yang

mulai diadaptasikan di Indonesia adalah sistem pertanian modern dari Arkansas, USA. Tulisan ini berdasarkan studi literatur dan hasil kajian awal uji adaptasi model pertanian modern yang diadaptasikan di agroekosistem sawah irigasi. Perbedaan karakteristik wilayah, seperti kondisi tanah, iklim, serta kapasitas sumber daya manusia menjadi faktor yang memengaruhi keberhasilan penerapan teknologi modern di Indonesia.

Apa Itu Pertanian Modern Model Arkansas

Sistem pertanian modern model Arkansas adalah sistem pertanian intensif berbasis teknologi tinggi yang mengedepankan efisiensi, mekanisasi, dan presisi. Sistem pertanian modern yang diterapkan di Indonesia dan dikembangkan oleh Kementan mengadopsi model pertanian di Arkansas. Sistem ini berkembang di Delta Arkansas, sebuah wilayah di Amerika yang subur dan petani menerapkan sistem ini dengan ciri tanam benih langsung dan rapat. Satu petani di Arkansas mengelola lahan padi skala luas 300-400 hektare (ha) dengan bantuan mekanisasi dari mulai olah tanah sampai dengan panen. Sistem tanam yang digunakan adalah tanam benih langsung, tidak ada proses persemaian sehingga menghemat biaya dan tenaga kerja. Petani melakukan manajemen intensif terhadap unsur hara, irigasi, dan pengendalian gulma dengan data akurat.

Sistem yang dominan di Arkansas adalah penanaman langsung dengan penundaan penggenangan, di mana benih ditanam ke dalam tanah kering, dan lahan digenangi secara permanen setelah tanaman mencapai tahap daun ke 3 – 4 muncul. Benih

Tabel 1. Pertanaman Padi di Arkansas

Luas Pertanian Modern	2022	2023	2024
Luas pertanaman (<i>acre</i>)	1.104.000	1.436.000	1.448.000
Luas panen (<i>acre</i>)	1.080.000	1.417.000	1.432.000
Hasil (<i>lbs/acre</i>)	7.410	7.550	7.640
Hasil Konversi (ton/ha)	8,31	8,46	8,56

ditanam kering (mirip dengan penanaman gandum) ke dalam tanah yang telah diolah antara akhir Maret dan awal Juni (pada musim semi). Benih padi berkecambah paling baik ketika suhu antara 70 - 97 °F (21 – 32 °C) di wilayah Arkansas. Ketika tanaman padi telah mencapai tahap pertumbuhan yang tepat, lahan digenangi air. Tanaman padi tumbuh hingga 90 – 120 cm dengan rata-rata umur panen 120 hari. Hasil panen rata-rata tahunan padi di Negara Bagian Arkansas biasanya 165-170 *bushel/acre*, setara dengan sekitar 7.400-7.600 *lbs/acre*, setara dengan 8,3 – 8,52 ton/ha (Tabel 1).

Panen dilakukan menggunakan mesin yang langsung mencacah jerami kembali ke tanah, sekam juga dikembalikan ke lahan. Selama musim dingin, sawah tidak ditanami padi dan dibiarkan bera. Lahan bera menyediakan makanan dan pakan bagi unggas yang bermigrasi. Diperkirakan bahwa di Arkansas, sawah menyediakan 35% dari sumber makanan yang tersedia untuk unggas air migrasi. Burung-burung tersebut membantu meningkatkan nutrisi tanah dan mengurangi tekanan gulma dan serangga (Arkansas Farm Bureau, n.d).

Prinsip Utama Pertanian Modern di Arkansas

Pertanian modern di Arkansas menggabungkan mekanisasi berteknologi tinggi dengan pengelolaan tanah dan air yang berkelanjutan untuk memaksimalkan

hasil panen. Sebagai produsen beras terbesar, negara bagian ini mengandalkan pertanian presisi, bioteknologi, dan praktik konservasi yang ketat untuk melindungi ekosistem Delta dan sumber daya alamnya yang berharga (Fryer *et al.* 2022). Berdasarkan hal tersebut, pertanian modern di Arkansas tetap memperhatikan kesehatan tanah pada praktek budi dayanya.

1. Precision Agriculture and Data-Driven Farming

Petani di Arkansas secara luas mengadopsi sensor berteknologi tinggi, traktor yang dipandu GPS, dan *drone* untuk mengoptimalkan penanaman, dan pemupukan. Dengan memanfaatkan perangkat digital dan analisis data, petani mengaplikasikan jumlah air dan pupuk yang tepat untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.

2. Sustainable Water Management

Budi daya produksi padi membutuhkan banyak air, maka dari itu pertanian modern Arkansas menekankan pada konservasi air. Termasuk di dalamnya penggunaan pengatur waktu irigasi digital, perataan lahan, dan sistem pemulihan air limbah untuk mendaur ulang air di dalam lahan pertanian. Program dari kelompok seperti *The Nature Conservancy* secara aktif bermitra dengan petani lokal dalam mengelola saluran drainase dan meningkatkan kualitas air untuk pertanaman padi.

3. Soil Health and Conservation

Untuk menjaga kesuburan lahan pertanian di Dataran Aluvial Mississippi, sistem budi daya padi menerapkan tanpa pengolahan tanah dan pengolahan tanah minimal. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi gangguan tanah untuk mencegah erosi dengan pemberian bahan organik secara rutin per musim.

4. Advanced Biotechnology

Bioteknologi dan peningkatan genetik memungkinkan petani di Arkansas untuk menanam tanaman dengan hasil lebih tinggi dan tahan penyakit dengan menggunakan lebih sedikit input kimia. Prinsip ini membantu sektor pertanian memenuhi permintaan pangan global sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari operasi pertanian tanaman baris skala besar.

5. Diversifikasi dan Dukungan Ekonomi

Pertanian modern di negara bagian ini menyeimbangkan risiko dan profitabilitas melalui manajemen agribisnis dan diversifikasi nilai tambah (seperti pengolahan hasil pertanian).

Organisasi seperti *Arkansas Farm Bureau* menyediakan data pasar terkini, sumber daya hukum, dan pendidikan berkelanjutan kepada anggotanya untuk memastikan keberhasilan jangka panjang keluarga petani di pedesaan. Implementasi pertanian modern ini dilaksanakan berbasis korporasi untuk keberlanjutan sistem.

Sistem Pertanian Padi di Indonesia

Pertanian padi tradisional di Indonesia merupakan sistem budi daya yang didominasi oleh tenaga manusia, pengalaman turun-temurun, dan penggunaan alat sederhana. Sistem ini telah berkembang selama ratusan tahun dan masih menjadi pola usaha tani di sebagian besar sentra produksi padi, terutama pada lahan dengan skala kepemilikan kecil, dengan luas lahan umumnya 0,2–1 ha per petani. Penanaman umumnya masih manual dengan tenaga manusia, dan pengelolaan dilakukan oleh keluarga.

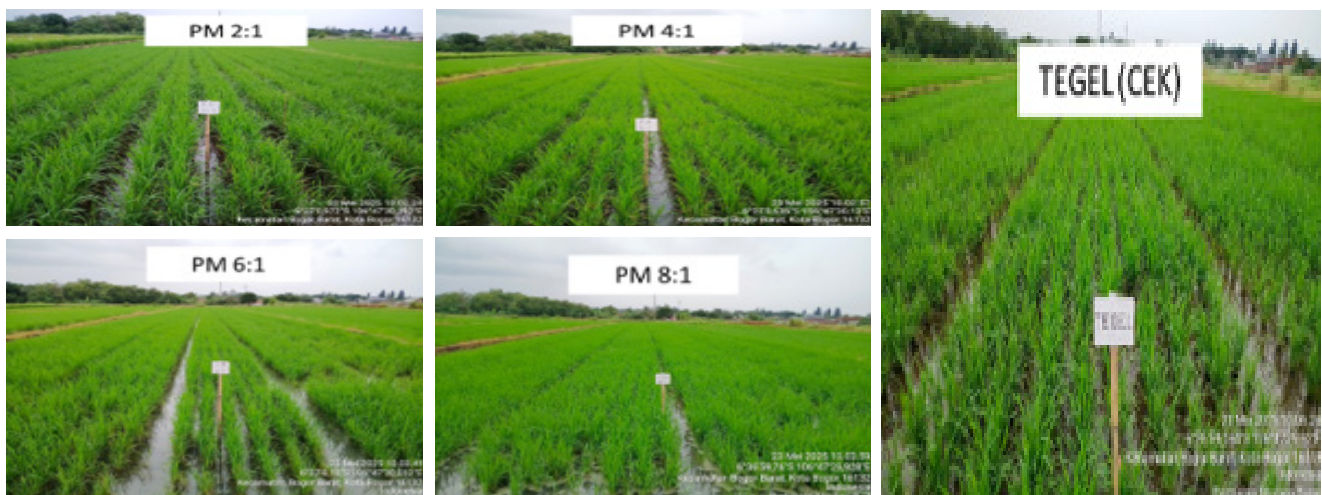
Modernisasi pertanian padi di Indonesia baru sebatas penggunaan alat mesin olah tanah seperti traktor roda 2 dan roda 4. Pemanenan tanaman padi sudah menggunakan alat *combine harvester* untuk lahan-lahan sawah

yang kontur tanahnya rata dan petakan besar seperti di sentra produksi padi Jawa Barat seperti di Karawang, Subang, Indramayu, dan sentra produksi di Jawa Tengah seperti di Pemalang.

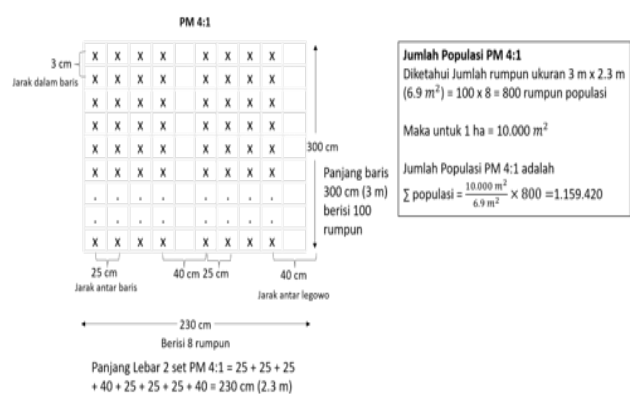
Teknik Utama Pertanian Modern Arkansas Diadaptasikan untuk Indonesia

a. Penanaman dengan Sistem *Direct Seeding* (Tanam Benih Langsung) dan Rapat

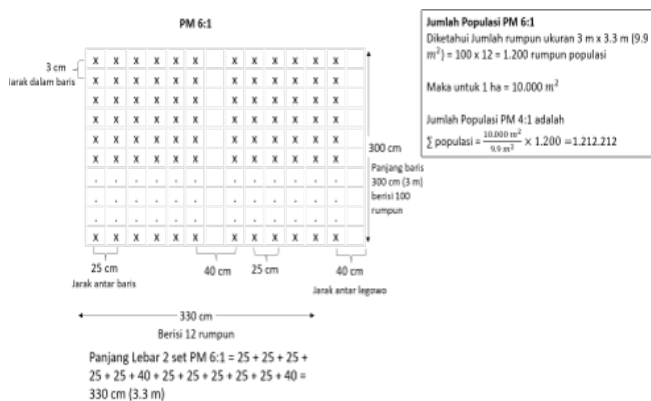
Kajian penerapan sistem tanam benih langsung dengan pola rapat dalam baris, tanpa jarak antar rumpun telah dilakukan di KP. Muara pada MT2 2024/2025. Penanaman menggunakan *drum seeder* yang terbuat dari paralon yang didesain sedemikian rupa agar jarak antar benih yang jatuh saat tanam adalah 3 cm. Pola ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan serta memaksimalkan hasil produksi per hektare. Uji Terap menggunakan varietas Cakrabuana Agritan dengan pemberian input pupuk yang sama. Dosis pupuk NPK 250 kg/ha dan Nitrea 200 kg/ha. Perlakuan yang dikaji adalah model PM 2:1, PM 4:1, PM 6:1, PM 8:1, dan tegel (Gambar 1). PM merupakan singkatan dari Pertanian Modern, sedangkan angka di



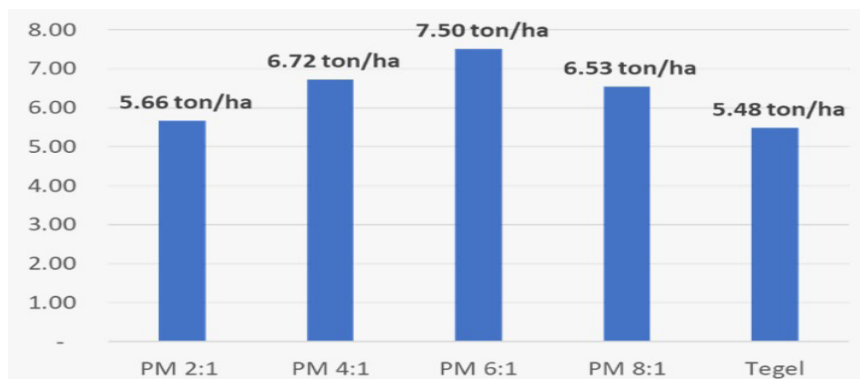
Gambar 1. Beberapa Model Pertanaman Sistem Tanaman Benih Rapat KP. Muara MT2 2024/2025



Gambar 2. Perhitungan Jumlah Populasi pada Model PM 4:1



Gambar 3. Perhitungan Jumlah Populasi pada Model PM 6:1



Gambar 4. Hasil Panen Beberapa Model PM di KP. Muara MT2 2024/2025

Tabel 2. Perbedaan Komponen Biaya antar Model pada Kaji Terap Pertanian Arkansas MT 1 2025 KP. Muara

No	Komponen	PM 2:1	PM 4:1	PM 6:1	PM 8:1	Tapin Tegel
1	Kebutuhan Benih (kg)	55	65	80	100	25
2	Biaya Pembelian Benih (Rp. 20.000/kg)	1.100.000	1.300.000	1.600.000	2.000.000	500.000
3	Biaya Persemaian (Rp)	0	0	0	0	600.000
4	Tanam (Rp)	600.000	600.000	600.000	600.000	2.200.000
Total Perbedaan Biaya		1.700.000	1.900.000	2.200.000	2.600.000	2.300.000

belakang menandakan tipe legowo yang diterapkan. Sebagai contoh PM 2:1 artinya larikan 2 baris, tanam benih langsung rapat dalam baris (jarak antar jatuhnya benih 1-3 cm), jarak antar baris adalah 25 cm.

Model tanam rapat menunjukkan jumlah populasi yang berbeda dalam satuan hektarnya. Jumlah populasi pada model PM 2:1 sejumlah 1.025.641 rumpun/ha seperti yang pada Gambar 2. PM 4:1 sejumlah 1.159.420 rumpun/ha, PM 6:1 sejumlah 1.212.212 rumpun/ha, dan PM 8:1 sejumlah 1.240.310 rumpun/ha dengan

rumus perhitungan yang tertera pada Gambar 3.

Laporan hasil kegiatan *the USDA NIFA Crop Protection and Management Regional Coordination Program* tahun 2024-2025 menunjukkan bahwa kepadatan tanaman yang optimal ditargetkan pada 10 hingga 15 tanaman per *square foot* (kaki persegi) (IPMdata, 2025). Kepadatan tersebut setara dengan 107 – 161 rumpun per m² atau 1.076.392 – 1.614.587 rumpun/ha. Dengan demikian, model yang sudah dikaji di Indonesia memiliki kesesuaian dengan sistem tanam

benih langsung di Arkansas dari segi populasi tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan nyata hasil panen antar sistem tanam. Pada varietas Cakrabuana Agritan yang diujikan, model PM 6:1 adalah yang paling tinggi hasil panennya yakni 7,5 ton/ha, diikuti model PM 4:1. Sedangkan model sistem tegel 25 cm x 25 cm menghasilkan 5,48 ton/ha. Artinya, produktivitas padi model PM 6:1 dan PM 4:1 berturut-turut lebih tinggi 28,4% dan 11,8% dibandingkan tegel (Gambar 4). Input budi daya pada uji terap ini masih disamakan dengan sistem budi daya tegel biasa.

Tabel 2 memperlihatkan perbedaan antara model pertanaman rapat antar model dan dengan tegel. Perbedaan terdapat di kebutuhan benih, biaya persemaian, dan biaya tanam. Keempat model penanaman rapat dan menggunakan alat *drum seeder* lebih efisien dari segi biaya tanam, yang mana keempat model ini tidak butuh persemaian sehingga menurunkan biaya produksi. Kebutuhan benih antar model menunjukkan bahwa model tegel adalah model paling irit menggunakan benih. Sedangkan model PM menunjukkan bahwa PM 8:1 memerlukan benih paling tinggi dibandingkan model tanam rapat lainnya. Pada sistem tanam benih langsung mampu mengefisienkan biaya persemaian dan tanam.

Biaya kebutuhan benih model PM lebih tinggi yakni 1.1 – 2 juta rupiah dibandingkan tegel hanya perlu 500 ribu rupiah, namun total biaya dengan tegel tetap lebih tinggi yakni 2.7 juta rupiah sedangkan sistem PM lebih efisien yakni 1.7– 2.6 juta rupiah. Model PM lebih boros benih, namun memberikan keuntungan berupa efisien dalam hal biaya persemaian dan tanam dibandingkan tegel manual. Hasil kajian ini perlu di teliti lebih lanjut terkait efektivitas dan efisiensi penerapan pertanian model tanam benih langsung dan rapat.

b. Rekomendasi Varietas Spesifik Sistem *Direct Seeding* (Tanam Benih Langsung) dan Rapat

Varietas padi yang paling cocok untuk tanam rapat adalah tipe yang memiliki postur agak pendek hingga sedang, batang kokoh/tahan rebah, daun tegak (tipe *erect*), dan jumlah anakan produktif sedikit sampai sedang (seperti sistem tanam Jajar Legowo), untuk mencegah tanaman saling menaungi agar sinar matahari tetap optimal. Selain itu, perlu varietas unggul yang memiliki ketahanan terhadap Hawar Daun Bakteri (HDB) dan Wereng Batang Cokelat (WBC), karena pertanaman dibuat sangat rapat sehingga berisiko terserang penyakit kresak/HDB. Pada buku *Rice Guide Arkansas*, daftar varietas rekomendasi padi Hibrida lebih banyak dibandingkan padi inbrida karena varietas padi hibrida di Arkansas lebih baik dibandingkan Inbrida. Kondisi lingkungan di Arkansas yang beriklim temperate (sub tropis) berbeda dengan kondisi lingkungan Indonesia yang beriklim tropis. Pilihan varietas unggul yang sangat direkomendasikan dan umum digunakan di Indonesia meliputi:

- Inpari 42 Agritan: batangnya kuat, pendek, dan tahan rebah

meskipun ditanam rapat dan tahan terhadap curah hujan tinggi.

- Inpari 32 HDB: merupakan turunan Ciherang yang memiliki anakan banyak namun sangat adaptif dan cocok untuk pola tanam rapat. Selain itu, Inpari 32 HDB dirakit untuk ketahanan terhadap penyakit kresak.
- Inpari 43 Agritan: varietas ini memberikan hasil produksi tertinggi bila dikombinasikan dengan jarak tanam rapat dibandingkan jarak tanam renggang. Hasil penelitian di KP. Muara telah menguji varietas ini, dan terbukti tidak mengalami rebah.
- Cakrabuana Agritan: hasil kaji terap pada MT1 2025 menunjukkan bahwa varietas ini tahan rebah pada sistem tanam rapat model PM 2:1, PM 4:1, PM 6:1, dan PM 8:1, serta berumur sangat genjah.
- Hibrida: varietas yang digunakan di Arkansas umumnya adalah hibrida seperti varietas RT 7302, RT XP753, RT 7521 FP, RT 7421 FP, RT 7321 FP, RT 7331 MA. Varietas – varietas tersebut memiliki tipe long grain (berbulir panjang). Sebagai contoh deskripsi varietas RT 7331 MA memiliki gen pengatur sifat *MaxAce* (MA), yang membuat tanaman toleran terhadap herbisida dengan bahan aktif quizalofop untuk pengendalian gulma rumput di Arkansas karena kinerjanya yang efektif. Varietas hibrida belum begitu berkembang di Indonesia, sehingga perlu dilakukan penelitian komperhensif terhadap varietas hibrida Indonesia yang adaptif untuk sistem pertanaman rapat.

Rekomendasi varietas yang cocok untuk sistem pertanian

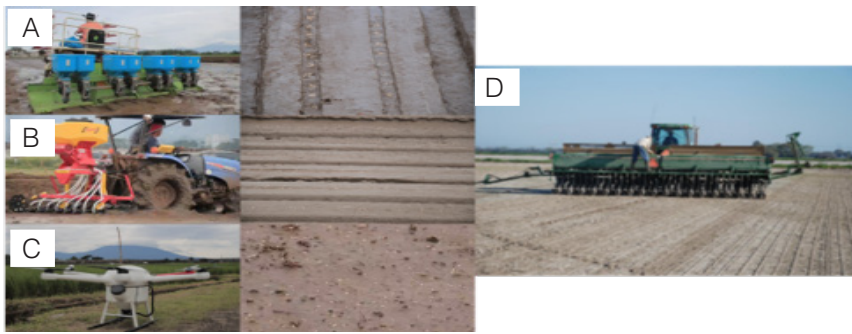
modern yang pertanamannya rapat masih terus dikaji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa varietas yang tercantum adalah varietas yang terkonfirmasi tingkat rebah rendah.

c. Rekomendasi Pemupukan untuk Populasi Rapat

Bertambahnya populasi tanaman akibat tanam benih langsung dan rapat dalam baris, memerlukan tambahan input pupuk, dimana populasi bertambah 2-3 kali lipat dibandingkan tegel, namun tidak otomatis keperluan pupuk menjadi 2-3 kali lipat. Dengan mempertimbangkan jumlah populasi yang mencapai 1 juta lebih tanaman padi per luasan 1 ha serta sifat dan karakter pupuk dasar kimia utama NPK untuk tanaman padi, maka terdapat titik optimum penambahan dosis pupuk NPK. Kajian pemupukan atau penambahan dosis perlu dikaji lebih lanjut dan komprehensif melalui penelitian lanjutan sistem tanam benih langsung dan rapat.

Pertanian modern di Arkansas bergantung pada "4R" untuk mengoptimalkan hasil panen dan meminimalkan pembuangan unsur hara. Prinsip 4R yaitu *Right Source, Right Rate, Right Place, dan Right Time* (tepat sumber, tepat dosis, tepat tempat, dan tepat waktu). Rekomendasi pemupukan terutama berbasis pada hasil pengujian tanah juga mengadopsi alat pendukung rekomendasi pupuk FRST- *Fertilizer Recommendation Support Tool* untuk menyempurnakan ketepatan rekomendasi pemupukan.

Indonesia telah memiliki alat rekomendasi pemupukan tersendiri, seperti Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) dan Layanan Konsultasi Pemupukan (LKP). Meskipun begitu, implementasi prinsip 4R belum sepenuhnya dilaksanakan petani di Indonesia karena pemakaian dosis pupuk



Gambar 5. Alat Mekanisasi Tanam Benih Langsung di Indonesia (A = Riding Jarwo-Tabela Seeder, B = APV Seeder, dan C = Drone Seeder) dan di Arkansas (D) Arkansas Rice Planter

belum berdasarkan rekomendasi hasil analisa tanah, sehingga prinsip *right rate* belum terpenuhi.

d. Implementasi Mekanisasi Penuh untuk Budi Daya Padi

Penggunaan mesin pertanian merupakan salah satu penciri modernisasi sistem pertanian untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani, mutu dan nilai tambah produk, serta pemberdayaan petani. Penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan) untuk mendukung proses operasional usaha tani, mulai dari pembukaan lahan, penyiapan lahan, tanam, pemeliharaan tanaman, panen sampai dengan pascapanen dikenal dengan sebutan modernisasi pertanian. Modernisasi pertanian merupakan perubahan besar pada pola pertanian dari cara-cara tradisional menuju cara-cara yang lebih maju atau modern mencakup berbagai aspek yang meliputi, kelembagaan pertanian, teknologi pertanian, pengembangan sumber daya alam (SDA), dan regulasi.

Prototipe alat tanam benih langsung di Indonesia di antaranya menggunakan *Riding Jarwo-Tabela Seeder* untuk sawah dan *Pneumatic Seeder* untuk lahan gogo/kering yang merupakan hasil perakitan BRMP Mekanisasi Pertanian, Kementan (Gambar 5A). Alat tersebut dapat menempatkan benih secara larikan di atas permukaan

tanah dan mengatasi kekurangan tenaga kerja petani. Alat tanam benih langsung *Direct Seeder* presisi menggunakan sistem otomatis yang dapat menebar benih sesuai dosis yang diinginkan yakni model *APV Seeder* (Gambar 5B). Alat tersebut dapat menaburkan benih dengan jarak dan kedalaman yang tepat serta dapat menanamkan benih di area yang lebih luas dalam waktu yang lebih singkat. Selanjutnya, alat tanam benih berbasis *drone* yakni *drone seeder* digunakan untuk menanam padi dengan menyebarkan benih ke area yang luas. Kementan telah merakit *drone* yang bersifat *broadcast* (benih di sebar tanpa jarak tanam) dan bersifat larikan (Gambar 5C). Pengembangannya masih proses penyempurnaan oleh Kementan dan Mitra Perguruan Tinggi seperti IPB University dan Universitas Hasanudin. Alat *drone* sendiri di Indonesia telah banyak berkembang digunakan sebagai alat penyemprotan pestisida. *Drone seeder* dapat menghemat waktu dan tenaga, serta meningkatkan efisiensi (Syam & Taher 2023).

Salah satu model pertanian modern model Arkansas terbukti mampu menyumbang 49,3% dari total produksi beras Amerika Serikat dan 49,9% dari total lahan yang ditanami pada tahun 2024 (Jarrod *et al.*, 2025). Hasil ini menunjukkan bahwa pertanian modern memiliki potensi untuk mendukung peningkatan hasil produksi padi

dan lebih efisien. Keberhasilan pertanian modern di Indonesia berada pada keberadaan alat-alat mesin pertanian dari mulai persiapan dan pengolahan lahan sampai dengan alat mesin harvester yang sesuai agroekosistem di Indonesia seperti sawah, rawa, dan lahan kering.

e. Standar Budi Daya Pertanian Modern yang Diadaptasikan di Indonesia

Standar budi daya pertanian modern dengan pertanaman rapat dan tanam benih langsung yang dilakukan di Arkansas berbeda dengan yang diadaptasikan di Indonesia karena perbedaan sosial, agroekosistem, dan iklim. Prinsip sistem penanaman di Arkansas adalah olah tanah kering dan penanaman dilakukan pada tanah kering lembap, sedangkan di Indonesia dilakukan di lahan sawah irigasi sehingga olah tanah yang dilakukan adalah olah tanah untuk sawah irigasi (dilakukan proses pelumpuran) dan penanaman benih langsung di lahan kondisi macak-macak.

Arkansas dalam hal ini merekomendasi pengairan yang dilakukan setelah fase *tillering*, yaitu mulai terbentuknya anakan yang biasa terjadi pada umur setelah keluar 3-4 daun (Gambar 6). Sistem ini mirip dengan sistem tanam Gora (gogo rancak) yang biasa dilakukan terutama di daerah Jawa, seperti Grobogan, Blora, dan Pati.

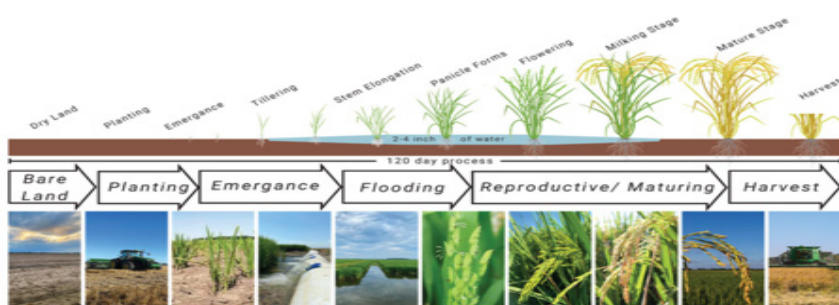
Sistem budi daya pertanian modern dari Arkansas sudah diadaptasikan untuk Indonesia melalui kegiatan perakitan yang dilakukan oleh BRMP dari tahun 2024 – 2025, dan mulai diperkenalkan skala luas tahun 2026 dengan istilah PM-AAS (Pertanian Modern - *Advanced Agricultural System*). PM-AAS sendiri merupakan sistem pertanian

intensif berbasis teknologi tinggi yang menekankan efisiensi, *full* mekanisasi dari olah tanah sampai panen, dan presisi.

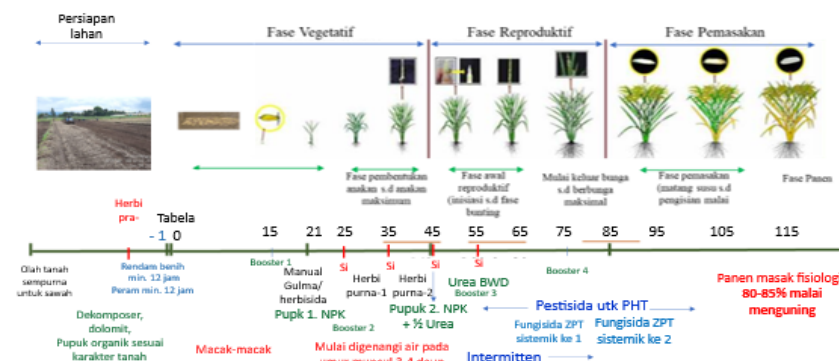
Setidaknya terdapat tiga poin penting yang perlu diperhatikan dalam sistem budi daya tanam benih langsung dan rapat PM-AAS. Pertama, musim tanam yang adaptif untuk pertanian modern dengan sistem tanam benih langsung. Pada musim hujan akan muncul permasalahan utama, yaitu kondisi genangan air yang sulit dikendalikan. Sistem tanam benih langsung membutuhkan kondisi macak-macak pada saat tanam benih langsung sampai umur 15 hari setelah tabela (Gambar 7). Kondisi macak-macak perlu stabil selama 15 pertumbuhan pertama tanaman padi sampai benih tumbuh menjadi tanaman yang kuat.

Kedua adalah potensi rebah pada tanaman. Angin yang kencang berpotensi membuat tanaman menjadi rebah. Aplikasi silika menjadi wajib diberikan minimal pada fase 25 hss, 35 hss, 45 hss, dan 55 hss. Penambahan input lain untuk mencegah rebah batang sangat diperlukan pada sistem pertanaman rapat. Sistem tanam benih langsung dan rapat membuat perakitan padi menjadi dangkal dan terjadi kompetisi antar tanaman sehingga tinggi tanaman akan menjadi lebih tinggi dan dinding sel pada batang lebih sukulen.

Ketiga adalah serangan hama penyakit, terutama hawar daun bakteri. Dimana kondisi tanaman sangat rapat menjadikan kelembapan di ruang antar tanaman sangat tinggi. Kelembapan tinggi dan pertanaman yang rapat menciptakan kondisi ideal bagi perkembangan jamur pada area batang hingga bulir, serta berisiko menimbulkan perkembangan penyakit lainnya. Maka dari itu, pada fase pematangan bulir perlu digunakan fungisida secara intensif



Gambar 6. Sistem Pertanian Tanam Benih Langsung di Arkansas (Sumber: www.uaex.uada.edu)



Gambar 7. Rancangan Standar Sistem Budi Daya Pertanian Modern Arkansas Diadopsikan untuk Sawah Irigasi Indonesia

agar terhindar dari penyakit. Selanjutnya, fase pengeringan menjelang panen perlu dilakukan pada H-10 agar terhindar dari potensi rebah.

KESIMPULAN

Metode PM-AAS berguna untuk meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil panen padi dalam skala nasional sekaligus mengatasi kendala biaya tinggi pada metode tradisional. Hasil uji terap di KP. Muara, BRMP Padi menunjukkan bahwa penerapan sistem ini, khususnya model PM 6:1 dan PM 4:1, mampu meningkatkan hasil panen secara nyata serta menghemat biaya tanam karena meniadakan proses persemaian. Keberhasilan adaptasi model tersebut masih menghadapi banyak tantangan lokal seperti potensi tanaman rebah, risiko penyakit hawar daun bakteri akibat kelembapan tinggi, serta perlunya penyesuaian dosis pemupukan yang lebih komprehensif. Kajian lebih lanjut perlu dilakukan terutama pada input pupuk untuk pencegah

rebah batang dan perakitan varietas tahan rendaman fase benih dan tahan rebah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arkansas Farm Bureau. (n.d.). Rice. Retrieved August 31, 2026, from <https://www.arfb.com/pages/arkansas-agriculture>
- Fryer, M., Mcwhirt, A., Daniels, M., Robertson, B., Mahmud, K., Brye, K., & Savin M. (2022). Understanding Soil Health. *Agric Nat Resour*. Inpress.
- IPMdata. (2025). *Production Practices: 2024-2025 PMSP for Rice in the Arkansas, Louisiana, Mississippi, Texas, Missouri*.
- Jarrold, H., Justin, C., Tom, B. & Chris, H. (2025). *Rice Management Guide*. Division Of Agriculture.
- Syam, IS. & Taher, A. (2023). Modern Terhadap Kesejahteraan Petani Sawah di Desa Tengah Peulumat Kecamatan Labuhan. *J Pendidik Geos. VIII*, 215–226.

Rancang Bangun Verifikasi Tachometer Berbasis Motor DC

Doddy Perkasa, Rudi Hermawan, dan Fahmi Hakim

Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Mekanisasi Pertanian

Jl. Sinarmas Boulevard, Situ Gadung, Kec. Pagedangan, Kabupaten Tangerang, Banten 15338

Email: dodiperkasaputra@gmail.com

ABSTRAK

Tachometer merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur kecepatan putaran poros (r/min) pada mesin pertanian seperti pompa air, traktor, mesin perontok dan lain-lain. Akurasi pembacaan tachometer sangat memengaruhi evaluasi performa mesin. Oleh karena itu, perlu dirancang suatu alat kalibrasi yang mampu menghasilkan informasi putaran poros sebagai acuan yang presisi dan stabil. Kegiatan ini merancang dan menguji kinerja kalibrator tachometer yang menggunakan motor DC berkecepatan variabel, sensor *rotary encoder*, dan sistem pemantulan *infrared*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa instrumen yang dirancang mampu menghasilkan informasi putaran poros dalam rentang 0–13.000 (r/min). Instrumen ini dinilai layak digunakan sebagai alat bantu kalibrasi internal laboratorium pengujian alat dan mesin pertanian di laboratorium karena efisien, murah, dan sesuai dengan kebutuhan.

PENDAHULUAN

Parameter putaran poros (*rotational speed*) merupakan salah satu variabel penting dalam pengujian kinerja alat dan mesin pertanian (alsintan). Kecepatan putaran poros sangat memengaruhi performa mesin. Contohnya, kecepatan poros pompa air sentrifugal menentukan debit dan tekanan air, sedangkan pada traktor berhubungan langsung dengan daya *Power Take-Off* (PTO) sebagai acuan kemampuan traktor dalam menggerakkan implemen. Oleh karena itu, pengukuran putaran poros harus dilakukan dengan benar dan menggunakan instrumen yang terkalibrasi agar diperoleh hasil yang akurat.

Tachometer merupakan instrumen utama untuk mengukur putaran poros. Akurasi pengukuran bergantung pada keandalan instrumen sehingga kalibrasi diperlukan untuk memastikan pembacaan yang akurat. Kalibrasi tachometer secara berkala juga

penting untuk memenuhi standar mutu laboratorium pengujian. Laboratorium pengujian Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Mekanisasi Pertanian (BRMP Mektan) telah menerapkan sistem manajemen mutu berdasarkan ISO/IEC 17025:2017 dan SNI ISO/IEC 17025:2017, sehingga setiap instrumen ukur harus memiliki ketertelusuran pengukuran melalui kalibrasi maupun pengecekan antara (*intermediate check*) sesuai persyaratan sistem mutu laboratorium (BSN, 2017). Kalibrasi tachometer memerlukan sumber putaran yang mampu menghasilkan kecepatan stabil, berulang, dan mencakup rentang pengukuran instrumen yang diuji. Pengembangan sistem kalibrasi berbasis penggerak listrik dan *encoder* telah digunakan untuk menghasilkan sumber putaran referensi. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Sun *et al.* (2018), yang mengembangkan perangkat kalibrasi putaran berkecepatan

tinggi untuk tachometer optik menggunakan *brushless* DC motor dan teknologi *Field-Programmable Gate Array* (FPGA).

Pengecekan antara alat ukur instrumen (*intermediate check*) adalah kegiatan pemeriksaan berkala terhadap kinerja alat ukur di laboratorium yang dilakukan untuk memastikan bahwa alat tersebut masih bekerja dengan baik dan hasil pengukurannya tetap dapat dipercaya.

Dalam praktik laboratorium dan pengujian, pengecekan ini sangat penting untuk menjaga konsistensi, keakuratan, dan keandalan hasil pengukuran tanpa harus selalu melakukan kalibrasi penuh. Selama ini, pengecekan keakuratan tachometer yang dilakukan di laboratorium masih dilakukan secara manual dengan metode cek antara, yang cenderung kurang praktis dan memerlukan waktu lebih lama. Kondisi ini berpotensi memengaruhi efisiensi proses pengujian alsintan serta konsistensi

hasil pengukuran. Selanjutnya untuk menjawab kebutuhan tersebut, maka dikembangkan alat bantu verifikasi tachometer berbasis motor DC yang mampu menghasilkan pembacaan putaran poros mesin secara stabil dan terukur. Dengan dukungan *sensor encoder* dan sistem pembacaan berbasis infrared, instrumen ini memungkinkan proses verifikasi dilakukan secara lebih cepat, praktis, dan berulang dengan tingkat konsistensi yang lebih baik.

BRMP Mektan melakukan kalibrasi eksternal di laboratorium kalibrasi terakreditasi untuk memenuhi standar tersebut. Selain itu, pengecekan keakuratan instrumen dilakukan melalui metode cek antara. Namun, metode ini memiliki kelemahan karena masih dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dan tidak selalu praktis. Oleh karena itu, perlu dikembangkan Instrumen (alat bantu) verifikasi tachometer, agar proses kalibrasi dapat dilakukan lebih mudah dan berkala.

Tujuan kegiatan ini adalah merancang dan menguji Instrumen Verifikasi Tachometer berbasis motor DC yang mampu menghasilkan informasi nilai putaran poros acuan dengan kecepatan stabil. Sistem ini memanfaatkan *sensor infrared* sebagai media pembacaan putaran oleh tachometer non-kontak. Dengan adanya instrumen ini diharapkan diperoleh data yang objektif, kualitatif, dan dapat dipertanggungjawabkan terhadap performa alsintan yang diuji. Selain itu, penerapan instrumen ini juga mempermudah proses kalibrasi internal dan mendukung peningkatan keandalan data pengujian serta efisiensi kerja laboratorium pengujian alsintan.

PEMBAHASAN

Tachometer merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi poros atau mesin

dalam satuan putaran per menit (r/min). Alat ini digunakan untuk mengukur bagian-bagian yang berputar pada alat dan mesin pertanian seperti traktor, *combine harvester*, dan pompa air. Dalam kegiatan rancang bangun ini, tachometer dimanfaatkan sebagai alat pembanding antara tachometer acuan dengan tachometer yang diuji melalui proses *intermediate check*. Hasil pengukuran kedua alat tersebut, kemudian dibandingkan untuk mengetahui deviasi serta ketidakpastian pengukuran, sehingga dapat dievaluasi tingkat keakuratan alat ukur.

Instrumen pengecekan antara tachometer yang dirancang, memungkinkan laboratorium melakukan pengecekan secara mandiri guna menjaga keakuratan hasil pengukuran. Penggunaan motor DC sebagai sumber putaran yang dikombinasikan dengan sensor encoder dan sistem kendali kecepatan menunjukkan bahwa sistem kalibrasi tachometer berbasis

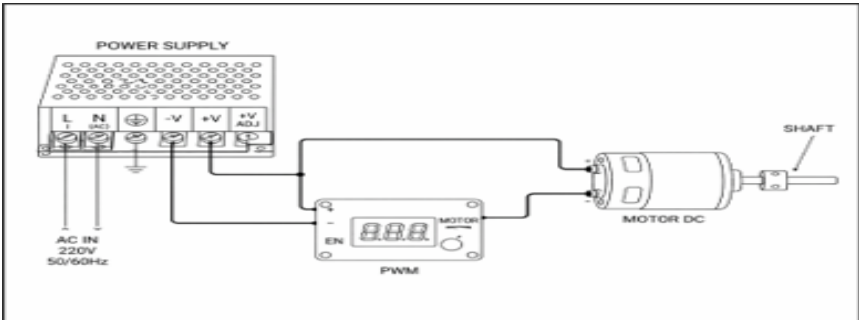
motor listrik ternyata mampu menghasilkan putaran yang stabil sebagai referensi pengujian.

Sistem ini menggunakan motor DC presisi dengan pengendali kecepatan dan encoder optik sebagai acuan, serta dilengkapi reflektor untuk tachometer infrared. Instrumen kalibrasi tachometer yang dirancang terdiri dari beberapa komponen yang memiliki fungsinya masing-masing (Tabel 1).

Prinsip kerja alat dimulai dengan mengatur kecepatan motor melalui pengendali PWM yang terhubung dengan satu daya sebagai sumber tegangan. Rangkaian sistem ini menghubungkan sumber listrik AC ke *power supply*, kemudian diteruskan ke modul PWM untuk mengatur besar kecilnya tegangan yang diberikan ke motor DC, sehingga kecepatan putaran poros dapat dikontrol secara presisi. Poros yang terhubung dengan motor akan berputar stabil, kemudian tachometer acuan dan tachometer uji diarahkan ke reflektor pada

Tabel 1. Nama Komponen dan Fungsi dari Instrumen Verifikasi Tachometer

No	Nama Komponen	Fungsi
1.	Motor DC	Sebagai penggerak utama yang menghasilkan putaran poros
2.	Pengendali Kecepatan (PWM/ Driver Motor)	Mengatur kecepatan putaran secara presisi
3.	Encoder Rotary (Optik/ Magnetik)	Mengukur kecepatan putaran aktual sebagai referensi akurat
4.	Reflektor Infrared (Stiker putih/ hitam, cakram berlubang)	Memungkinkan tachometer infrared membaca sinyal pantulan
5.	Poros Uji (Pulley Output)	Titik acuan untuk mengarahkan tachometer kontak/ non-kontak
6.	Catu daya (Power Supply)	Memberi tegangan stabil untuk semua komponen
7.	Rangka dudukan (Frame)	Menjaga posisi komponen tetap dan aman saat pengujian berlangsung



Gambar 1. Skema Rangkaian Instrumen Tachometer

Tabel 2. Hasil Pengujian Kisaran Putaran

Kisaran RPM	Nilai Average Tachometer Acuan (r/min)	Nilai Average Tachometer uji (r/min)	Selisih (r/min)	Nilai t_{hitung}	Nilai t_{tabel} ($\alpha=0,05$)	Tingkat Kepercayaan 95%	Ketidakpastian Alat (r/min)
1.750	1.754,0	1753,5	0,5	0,609	2,101	0,05	0,05
2.800	2.807,4	2806,9	0,5	0,720	2,101	0,05	0,05
1.000	1007	1006,7	0,3	0,895	2,101	0,05	0,05



Gambar 2. Konfigurasi Sistem Pengujian dan Pengukuran Prototipe

poros untuk melakukan pembacaan. Berikut skema rangkaian instrumen tachometer seperti pada Gambar 1.

Untuk memberikan gambaran nyata penggunaan alat tersebut, berikut ditampilkan implementasi fisik dari instrumen verifikasi tachometer yang telah dirancang sesuai Gambar 2.

Pada konfigurasi sistem pengujian menunjukkan bahwa bentuk fisik alat yang terdiri dari motor DC sebagai penggerak, poros sebagai media putaran, serta rangka dudukan yang kokoh ditujukan untuk menjaga kestabilan saat dilakukan pengujian. Selain itu, terlihat juga sistem pengendali kecepatan dan rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mengatur dan memonitor putaran motor. Dengan konfigurasi ini, alat mampu menghasilkan putaran yang stabil sehingga proses pengecekan antara dapat dilakukan secara akurat dan konsisten.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa selisih pengukuran antara tachometer uji dengan tachometer acuan relatif kecil pada setiap kisaran putaran. Nilai uji t (0,609; 0,720; dan 0,895) seluruhnya lebih kecil dibandingkan nilai t tabel (2,101) pada tingkat kepercayaan 95%, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua

alat ukur tersebut. Selain itu, nilai ketidakpastian pengukuran sebesar 0,05 r/min menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat presisi yang baik dan masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima (Tabel 2).

Hasil analisis uji t -test (Tabel 2) menunjukkan bahwa hasil pembacaan r/min antara instrumen verifikasi tachometer acuan kode nomor 24 dengan tachometer uji kode nomor 13 pada setiap *range* RPM, tidak berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil pembacaan RPM antara Instrumen verifikasi tachometer uji dengan tachometer acuan ternyata tidak terlalu signifikan atau relatif sama. Dengan demikian, rancangan instrumen verifikator tachometer secara teknis layak untuk digunakan sebagai instrumen verifikator tachometer pada pengujian alsintan. Salah satu keunggulan rancangan instrumen verifikasi tachometer ini tidak hanya pada sisi presisi, tetapi juga mendukung kebutuhan laboratorium pengujian alsintan yang menuntut sistem kalibrasi internal secara efisien dan ekonomis.

KESIMPULAN

Kegiatan rancang bangun ini bertujuan merancang dan menguji kinerja kalibrator tachometer

yang menggunakan motor DC dengan berkecepatan variabel, sensor *rotary encoder*, dan sistem pemantulan *infrared*. Instrumen verifikasi tachometer yang telah diuji berbasis motor DC ternyata mampu menghasilkan informasi nilai putaran poros acuan dengan kecepatan stabil. Komponen utama instrumen verifikasi tachometer yang dirancang terdiri atas: (1) Motor DC sebagai penggerak utama putaran poros dengan kecepatan beragam, (2) Kontrol Potensiometer sebagai pengatur kecepatan motor secara halus, (3) Reflektor *Infrared* sebagai alat pembaca tachometer non-kontak, dan (4) Tampilan LCD untuk menampilkan nilai (r/min) hasil pembacaan putaran poros sebagai acuan kalibrasi. Rancangan instrumen verifikator tachometer secara teknis layak untuk digunakan sebagai instrumen verifikator tachometer pada pengujian alsintan. Instrumen verifikasi tachometer yang dirancang mendukung penerapan sistem mutu laboratorium berbasis ISO/IEC 17025.

DAFTAR PUSTAKA

- ISO/IEC 17025:2017.(2017). *General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories*
- Sun,Q.,Bai,J., Du,L., Fan, Z., & Hu,H. (2018). Investigation on high rotation speed calibration device. *Journal of Physics:Conference Series*, 1065, 222001.
- SNI 17025:2017.(2017). *Persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).

Kajian Biaya-Manfaat Implementasi Precision Farming Demfarm: Studi Multi-Provinsi di Indonesia

Ahmad Nizar Fatur Rohman, Titim Rahmawati, dan Hannura Hosea

Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian

Jl. Raya Ragunan No.29, RT.8/RW.6, Jati Padang, Ps. Minggu, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12540

Email: nizarfatur4@gmail.com

ABSTRAK

Studi ini menganalisis kebijakan *precision farming* (pertanian presisi), atau inisiatif demfarm, di Indonesia berdasarkan pendekatan analisis biaya-manfaat. Implementasi program menjangkau 31 provinsi sepanjang 2025–2026, dengan data lapangan dari 332 kelompok tani (poktan) yang mengelola 1.524,88 hektare lahan dengan karakteristik agroekologi beragam. Penelitian ini mengevaluasi efisiensi ekonomi, rasio input-output, serta implikasi kesejahteraan bagi petani padi skala kecil. Intervensi agronomik yang dikaji meliputi aplikasi herbisida, pengolahan tanah, pengapuran dolomit, pupuk organik, pupuk anorganik, dan pupuk silika. Tekanan hama utama yang teridentifikasi di seluruh lokasi penelitian mencakup tikus sawah, penggerek batang, wereng batang coklat, dan keong mas. Dengan kerangka Analisis Biaya-Manfaat Sosial (SCBA) yang mengintegrasikan Nilai Sekarang Bersih (NPV), Rasio Manfaat-Biaya (BCR), dan Tingkat Pengembalian Internal (IRR), menunjukkan investasi pada sistem input presisi dan infrastruktur adaptif iklim menghasilkan eksternalitas positif signifikan terhadap ketahanan pangan dan pendapatan perdesaan. Keterbatasan data hasil panen dan cakupan SCO yang rendah ($\pm 15\%$ lokasi) menghambat potensi manfaat secara menyeluruh. Tulisan ini merekomendasikan perluasan teknologi pertanian adaptif iklim, penguatan tata kelola data, dan integrasi biaya-manfaat. Implementasi yang optimal berpotensi menghasilkan BCR 2,3–3,1, sebagai pilar kedaulatan pangan nasional.

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan menjadi tantangan pembangunan paling mendesak yang dihadapi Indonesia, negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat dunia sekaligus salah satu konsumen beras terbesar global. Beras (*Oryza sativa* L.) menjadi sumber kalori utama bagi lebih dari 270 juta penduduk Indonesia sehingga swasembada beras nasional telah ditetapkan sebagai tujuan kebijakan yang eksplisit dalam agenda Asta Cita Presiden Prabowo Subianto (Bappenas, 2024). Meskipun selama beberapa dekade, investasi di bidang irigasi, subsidi pupuk, dan pemuliaan varietas unggul sudah dilakukan,

namun produktivitas padi Indonesia mengalami stagnasi pada kisaran 5,1 ton per hektare, jauh di bawah potensi hasil yang dapat dicapai sebesar 7–9 ton per hektare dalam kondisi percobaan terkendali (Nisak *et al.*, 2025). Kesenjangan produktivitas ini mencerminkan kerugian ekonomi yang substansial bagi sistem pangan nasional sekaligus kehilangan kesejahteraan bagi penduduk petani perdesaan yang diperkirakan mencapai 29 juta rumah tangga (Jung *et al.*, 2024).

Kerugian ekonomi substansial pada petani perdesaan dihadapkan dengan berbagai situasi, mulai dari perubahan iklim hingga pencemaran pada sumber air pertanian yang mengganggu kesehatan dan produktivitas pertanian (*volume*

loss). Merespons tantangan-tantangan tersebut, Kementerian Pertanian RI meluncurkan program Pertanian Modern Berbasis Presisi. Model ini mencerminkan pergeseran dari subsidi seragam dan menyeluruh menuju dukungan pertanian yang ditargetkan secara spasial dan berbasis data, selaras dengan praktik terbaik global dalam Pembuatan Kebijakan Berbasis Bukti (*Evidence-Based Policy Making/EBPM*) sebagaimana diadvokasikan oleh OECD dan Organisasi Pangan dan Pertanian (Food and Agriculture Organization/FAO).

Landasan teoretis pertanian presisi bertumpu pada konsep efisiensi alokatif dalam penggunaan input pertanian, sebagaimana

dirumuskan dalam karya monumental Schultz (1964) tentang transformasi pertanian tradisional. Program mengganti metode input seragam melalui pengetahuan dan teknologi presisi ini, bertujuan untuk menekan biaya marjinal produksi sekaligus meningkatkan produk marginal lahan, suatu tujuan ganda yang sejalan dengan intensifikasi berkelanjutan dalam kondisi keterbatasan sumber daya

(*resource-constrained sustainable intensification*).

Boardman *et al.* (2018) dalam panduan otoritatif mereka melakukan analisis biaya-manfaat untuk program pemerintah. Ketiadaan evaluasi ekonomi yang transparan juga menghambat reformasi kebijakan berbasis bukti, khususnya yang berkaitan dengan alokasi sumber daya antarprovinsi dan antarkomponen program.

Tulisan ini mengisi kesenjangan tersebut dengan menerapkan kerangka Analisis Biaya-Manfaat Sosial (*Social Cost-Benefit Analysis/SCBA*) yang diperkuat dengan analisis Nilai Sekarang Bersih (*Net Present Value/NPV*), Rasio Manfaat-Biaya (BCR), dan Tingkat Pengembalian Internal (TPI) pada data program pertanian presisi. Penelitian ini mencakup 332 entri poktan (kelompok tani) yang tercatat

Tabel 1. *Progress Monitoring Dataset* (Sampel)

Provinsi	Luas Tanam (ha)	Target (ha)	Capaian (%)	Luas Panen (ha)	Olah Lahan (ha)	Dolomit (ha)	Pupuk Organik (ha)	Pupuk Anorganik (ha)	Pupuk Silika (ha)	Herbisida (ha)
Sulawesi Selatan	420.00	400.00	105.0%	0.00	412.00	120.00	255.00	301.80	8.00	0.00
Jawa Barat	302.00	300.00	100.7%	0.00	302.00	292.00	3.00	190.50	0.00	100.00
Sumatera Utara	103.00	100.00	103.0%	0.00	103.00	26.00	103.00	3.00	3.00	0.00
Sulawesi Barat	102.65	100.00	102.7%	0.00	102.00	102.00	2.00	17.05	21.47	0.00
Lampung	102.00	100.00	102.0%	0.00	102.00	102.00	3.00	73.40	0.00	0.00
Papua Selatan	100.00	100.00	100.0%	0.00	100.00	33.00	0.00	43.00	35.00	0.00
Banten	65.45	100.00	65.5%	0.00	77.45	6.50	17.50	10.50	1.50	0.00
Sulawesi Tenggara	64.38	100.00	64.4%	0.00	100.00	53.18	0.00	0.00	0.00	0.00
Jawa Timur	64.00	100.00	64.0%	0.00	112.50	10.50	2.00	12.50	0.00	0.00
Kalimantan Selatan	51.00	100.00	51.0%	0.00	105.54	107.54	33.00	15.00	0.00	0.00
NTB	36.40	100.00	36.4%	33.40	38.40	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Bali	36.00	100.00	36.0%	0.00	98.00	89.00	69.00	24.00	0.00	0.00
Kalimantan Barat	34.50	100.00	34.5%	0.00	34.50	34.50	0.00	21.00	0.00	0.00
Jawa Tengah	8.00	100.00	8.0%	0.00	11.00	1.00	11.00	0.00	0.00	0.00
Jambi	8.00	100.00	8.0%	0.00	8.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
Sumatera Selatan	4.50	n/a	n/a	0.00	6.00	4.50	0.00	5.00	2.00	0.00
Gorontalo	3.00	3.00	100.0%	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00
Nusa Tenggara Timur	2.50	2.50	100.0%	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
Bangka Belitung	2.00	2.00	100.0%	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
Papua Barat	2.00	2.00	100.0%	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00
Sulawesi Utara	2.00	2.00	100.0%	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00
Kep. Riau	2.00	n/a	n/a	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00
Kalimantan Tengah	2.00	1.50	133.3%	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00
Papua	2.00	2.00	100.0%	2.00	2.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00
Sulawesi Tengah	1.50	2.00	75.0%	0.00	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00
Maluku Utara	1.50	2.00	75.0%	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00
Riau	1.50	3.00	50.0%	0.00	1.50	4.50	0.00	0.00	3.00	0.00
Sumatera Barat	0.50	2.00	25.0%	0.00	2.00	2.00	1.12	0.00	0.00	0.00
Maluku	0.50	2.50	20.0%	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
Aceh	0.00	2.00	0.0%	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber: *Progress Monitoring Dataset* Diolah, 2026

di 31 provinsi, meliputi areal tanam seluas 1.524,88 hektare dengan berbagai modalitas intervensi, antara lain pembenahan tanah, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, dan infrastruktur pemantauan iklim.

METODE

Studi ini menggunakan kerangka SCBA untuk mengevaluasi efisiensi ekonomi dan dampak kesejahteraan program pertanian presisi. SCBA memperluas analisis biaya-manfaat finansial konvensional dengan memasukkan eksternalitas sosial, mencakup manfaat non-pasar seperti ketahanan pangan, keberlanjutan lingkungan, dan pengentasan kemiskinan perdesaan, yakni unsur-unsur yang diakui sebagai hal krusial dalam evaluasi kebijakan pembangunan pertanian (Zhao *et al.*, 2026). Metode penelitian ini dilaksanakan melalui empat tahap berurutan, yakni kompilasi dan validasi data, estimasi biaya, estimasi manfaat, serta perhitungan indikator ekonomi.

Sumber data yang diolah yakni berasal dari data *Progress Monitoring Dataset* pertanian presisi (2025–2026) yang dikompilasi melalui sistem pelaporan lapangan digital dan pengisian formulir data Kementerian Pertanian, mencakup 332 entri di 31 provinsi (Tabel 1).

PEMBAHASAN

SKALA PROGRAM DAN RENTANG GEOGRAFIS

Program Pertanian Presisi menunjukkan jangkauan (rentang) geografis yang cukup luas, dengan data pemantauan lapangan yang tercatat di 31 dari 38 provinsi di Indonesia, mencakup 332 entri kelompok tani. Tabel 1 sebagai sumber data menyajikan total luas



Gambar 1. Analisis Ekonomi dan Input Pertanian Padi

tanam per provinsi untuk sepuluh provinsi teratas berdasarkan cakupan. Sulawesi Selatan menempati posisi tertinggi dengan luas tanam tercatat sebesar 420,00 ha, diikuti oleh Jawa Barat (302,00 ha), Sumatera Utara (103,00 ha), Sulawesi Barat (102,65 ha), dan Lampung (102,00 ha).

Distribusi geografis ini secara umum sejalan dengan peta produksi padi nasional Indonesia, di mana Jawa dan Sulawesi secara historis menyumbang porsi terbesar dari produksi nasional (BPS, 2024). Namun demikian, kehadiran Papua Selatan (100,00 ha) dan Kalimantan Selatan (51,00 ha) mengindikasikan adanya penargetan program yang disengaja terhadap kawasan produksi pangan *frontier*, selaras dengan strategi *food estate* nasional.

Dari segi modal dan dasar program, sebanyak 279 entri (83,9%) diklasifikasikan sebagai demfarm, sementara 47 entri (14,2%) merupakan perakitan (lokasi uji coba varietas adaptif/*assembly*), dan 6 entri lainnya merepresentasikan lokasi yang bersifat inisiatif komunitas atau terkait ICARE (pendanaan World Bank). Distribusi ini menegaskan bahwa model demfarm yang dirancang sebagai simpul transfer teknologi bagi petani kecil di sekitarnya. Distribusi ini menegaskan bahwa model

demfarm yang dirancang sebagai simpul transfer teknologi bagi petani kecil di sekitarnya, sebagaimana dikemukakan dalam kerangka sistem penyuluhan pertanian oleh (Agarwal *et al.*, 2023), merupakan mekanisme penyaluran yang dominan.

EFEKTIVITAS PEMBIAYAAN

Analisis dari enam kategori input utama menunjukkan perbedaan pada pola lingkup dari prioritas agronomik dan jejaring logistik sepanjang proses produksi (Gambar 1). Aplikasi pupuk anorganik (734,75 ha) melebihi pupuk organik (518,62 ha) dalam keseluruhan area. Hal ini menunjukkan masifnya penggunaan pupuk anorganik di pertanian padi Indonesia. Pola yang didokumentasikan oleh Wang *et al.* (2026) pada pertanian padi di Asia menunjukkan rendahnya penggunaan pupuk organik (34,0%) dikarenakan sulitnya rantai distribusi pupuk organik dan ketersediaannya. Sementara itu, penggunaan pupuk silika memiliki jumlah 83,97 ha atau 5,5% dari keseluruhan area tanam pada data, dengan kesimpulan indikasi adopsi teknologi pada area demfarm tertentu.

Bobot rata-rata dari biaya per hektare untuk penggunaan pertanian presisi menggunakan biaya lebih rendah yaitu Rp3,8

juta/ha dibandingkan pertanian tradisional yang diperkirakan memakan biaya sampai Rp. 6,5 juta/ha. Hal ini mengindikasikan bahwa biaya yang dapat dihemat sekitar 41,5% dengan penerapan pertanian presisi pada setiap rincian pembelian komponen produksi pertanian dan menjadi bagian konsisten dari manfaat ekonomi secara langsung.

Di samping penghematan biaya, penggunaan antihama juga menjadi bagian kebutuhan input produksi dimana dari data yang dimuat terdiri dari 113 kali jumlah kejadian yang terdiri dari hama tikus sawah 57 kejadian, penggerek batang 26 kejadian, wereng coklat 17 kejadian, dan keong emas 16 kejadian. Kerugian ekonomi dari tikus sawah itu sendiri pada pertanian padi di Indonesia diestimasikan sebesar Rp2,5 – 3,5 triliun pada muatan 5-7% produksi padi nasional secara nilai.

Indikator Ekonomi: NPV, BCR, dan IRR

Integrasi dari biaya dan manfaat mengalir diestimasikan berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi pendapatan mengikuti tiga skenario dari area sebesar 1.524,88 hektare selama lebih dari 5 tahun program berjalan. Biaya program (Ct) termasuk benih dan input subsidi (Rp58,2 juta), investasi infrastruktur stasiun cuaca dan irigasi (Rp31,7 juta), ekstensi dan pengawasan (Rp12,4 juta) dan pengerahan administratif (Rp8,9 juta), jumlah keseluruhan sebesar Rp111,2 juta dalam nilai terkini pada $r = 10\%$. Jumlah manfaat sosial (Bt) termasuk: peningkatan inkremental padi sejumlah = 0,15 jumlah pendapatan (Rp139,4 juta), biaya aplikasi input (Rp20,6 juta). Biaya pencegahan akibat hama (Rp5,6 juta), irigasi (Rp10,4 juta) dan stasiun cuaca (Rp41,2 juta),

dengan total sebesar Rp217,2 juta. Dengan indikator perhitungan:

$$\begin{aligned} NPV (\text{base case}) &= Rp217.2 \text{ juta} - Rp111.2 \text{ juta} = Rp106.0 \text{ juta} \\ BCR (\text{base case}) &= 217.2 / 111.2 = 1.95 \\ IRR (\text{base case}) &= \text{diperkirakan } 24.3\% \end{aligned}$$

Berdasarkan skenario pesimistik ($\delta = 0.10$, $r = 12\%$), BCR menurun menjadi 1,43, tetap secara ekonomis memiliki viabilitas. Sedangkan berdasarkan skenario optimis ($\delta = 0.25$, $r = 8\%$), BCR meningkat sebesar 3,06, konfirmasi terhadap asumsi konservatif.

KESIMPULAN

Tulisan ini menerapkan kerangka *social cost-benefit analysis* secara sederhana untuk menilai kelayakan ekonomi sekaligus tantangan implementasi program pertanian presisi di Indonesia. Berdasarkan data pemantauan lapangan dari 31 provinsi yang mencakup 1.524,88 hektare lahan. Hasilnya menunjukkan justifikasi ekonomi yang kuat: pada skenario dasar, NPV mencapai Rp106 miliar, BCR sebesar 1,95, dan IRR sebesar 24,3%, jauh melampaui tingkat diskonto sosial. Ini menegaskan bahwa pertanian presisi merupakan investasi publik yang menguntungkan dalam upaya modernisasi pertanian. Kombinasi intervensi seperti pengapuran dolomit (1.003,72 ha), pemupukan berimbang (organik 518,62 ha dan anorganik 734,75 ha), pengendalian hama terpadu, serta infrastruktur adaptif iklim terbukti menghasilkan manfaat nyata: peningkatan produktivitas, efisiensi biaya input, penghematan air, dan ketahanan terhadap perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

Agarwal, V., Malhotra, S., Dagar, V., & M. R. P. (2023). Coping with public-private partnership issues: A path forward to sus-

tainable agriculture. *Socio-Economic Planning Sciences*, 89

Bappenas. (2024). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Tahun 2025 - 2029*. Bappenas.

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). *Cost-Benefit Analysis*. Cambridge University Press.

BPS. (2024). *Hasil Survei Ekonomi Pertanian 2024*. BPS

Jung, K. Y., Jeon, S. H., Chae, S. E., & Yoon, D. K. (2024). Influence of Trenchless Subsurface Drainage with a Rice Husk Filling System on Soybean Productivity Under a Poorly Drained Paddy Field for Future Applications in Smart Agriculture. *Agriculture (Switzerland)*, 14(11).

Nisak, F. F., Prayitno, G., Ari, I. R. D., Hidayat, A. R. T., Waloejo, B. S., Usman, F., Wijayati, W. P., & Onishi, M. (2025). Quantifying the synergistic effects of social and human capital in farmers' decisions to adopt organic rice farming: A case study of Lombok Kulon village, Indonesia. *Environmental Challenges*, 20.

Schultz, T.W. (1964). *Transforming Traditional Agriculture*. Yale University Press

Wang, W., Jiang, M., Li, Y., Fu, P., Li, T., Dalal, R. C., McLaughlin, N., & Liang, A. (2026). Conservation agriculture practices enhance maize pest control: A global meta-analysis and modeling study. *Resources, Environment and Sustainability*, 26.

Zhao, X., Su, H., Zhang, N., Ding, J., & Wang, H. (2026). How livelihood capital synergies and trade-offs shape farmer's resilience in underdeveloped mountainous areas, China. *Agricultural Systems*, 235.

Meningkatkan Nilai Tambah Susu Sapi Melalui Pengolahan Sabun Susu Kunyit: Kaji Terap di Desa Wanasari, Kecamatan Cipunagara, Kabupaten Subang

Ade Putra, Firda Arlina, Kenedy Putra, dan Lilis Riyanti

Balai Besar Penerapan Modernisasi Pertanian Sumatera Barat
Jl. Raya Padang-Solok Km. 40 Sukarami, Kabupaten Solok 27365
Email: paramedik3@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan susu sapi menjadi sabun susu yang diperkaya kunyit kuning merupakan salah satu upaya diversifikasi produk bernilai tambah dengan peningkatan nilai fungsional melalui kandungan senyawa bioaktif kunyit. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi potensi pengolahan susu sapi menjadi sabun susu kunyit setelah diujiterapkan di Desa Wanasari, Kecamatan Cipunagara, Kabupaten Subang, melalui kegiatan sosialisasi teknologi, kajian penerimaan konsumen, serta identifikasi potensi pengembangan usahanya pada tingkat kelompok tani. Pembuatan sabun dilakukan melalui proses saponifikasi menggunakan susu sapi segar, minyak kelapa sawit, natrium hidroksida (NaOH), air suling, dan kunyit bubuk dengan tiga formula berbeda berdasarkan jumlah kunyit yang ditambahkan. Hasil uji terap menunjukkan bahwa formula dengan penambahan 25 gram kunyit memiliki tingkat kesukaan konsumen tertinggi dibandingkan formula lainnya, yang menunjukkan pentingnya keseimbangan komposisi bahan dalam menentukan penerimaan konsumen. Formula sabun susu kunyit menunjukkan kelayakan usaha yang baik dan berpotensi dikembangkan sebagai usaha rumah tangga maupun kelompok. Kegiatan tersebut mampu meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta dalam mengadopsi teknologi.

PENDAHULUAN

Susu sapi merupakan komoditas peternakan yang memiliki nilai gizi tinggi, dengan kandungan protein, vitamin, dan mineral. Umumnya, pemanfaatan susu sapi diarahkan pada bahan pangan, baik dalam bentuk susu segar maupun produk olahan. Di sisi lain, susu sapi juga memiliki potensi pengembangan produk nonpangan yang bernilai ekonomi tinggi. Seperti kandungan asam lemak dalam susu sapi yaitu oleat dan palmitat memiliki sifat pembersih (Setiowati *et al.*, 2022). Sehingga dapat menjadi produk nonpangan, seperti sabun susu herbal yang merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan nilai

tambah komoditas peternakan sekaligus membuka peluang usaha baru bagi masyarakat.

Susu sapi segar menurut SNI 3532:2016 adalah cairan yang berasal dari ambung sapi yang sehat dan bersih, diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, yang kandungan alamnya tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun dan belum mendapat perlakuan apapun kecuali pendinginan. Susu adalah salah satu hasil ternak yang dikenal sebagai bahan makanan bernilai gizi tinggi.

Sebagian besar susu yang dikonsumsi manusia berasal dari sapi perah, karena jenis ternak ini adalah penghasil susu yang potensial. Susu sapi adalah cairan

dari kelenjar susu (*mammary gland*) yang diperoleh selama pemerahan sapi masa laktasi tanpa adanya penambahan atau pengurangan komponen apapun pada cairan tersebut.

Susu sapi yang baik adalah susu yang diperah dari ambung sapi yang sehat dimana dalam pemeliharaannya mendapatkan makanan yang secukupnya. Susu merupakan media paling cocok untuk perkembangbiakan mikroorganisme, sehingga susu mudah rusak bila disimpan lebih dari 2 jam tanpa perlakuan khusus. Warna susu yang baik adalah putih susu normal.

Pengembangan produk sabun susu herbal dapat menjadi alternatif pemanfaatan susu sapi untuk

mengurangi kehilangan pascapanen, mengingat susu segar memiliki umur simpan yang relatif pendek dan mudah mengalami kerusakan apabila tidak segera diolah. Seiring meningkatnya minat konsumen terhadap produk perawatan tubuh berbahan alami, pengembangan sabun susu yang diperkaya dengan bahan herbal menjadi alternatif yang prospektif.

Salah satu bahan herbal potensial yang dapat ditambahkan pada pembuatan sabun susu adalah kunyit kuning (*Curcuma domestica* Val.). Kunyit memiliki beberapa kegunaan antara lain sebagai rempah, minyak atsiri, pemberi aroma, ataupun sebagai obat. Kunyit adalah tanaman herba berimpang dari keluarga jahe-jahean (Zingiberaceae), yang berasal dari daerah tropis Asia Selatan. Kunyit kuning (*Curcuma domestica* Val.) tanaman ini memerlukan 20-30°C serta curah hujan yang rutin untuk tumbuh normal. Bentuk batang semu, tegak, bulat, membentuk rimpang, hijau kekuningan. Bentuk daun tunggal, lanset memanjang, helai daun 3-8, ujung dan pangkal runcing, tepi rata, panjang 20-40 cm, lebar 8-12,5 cm, pertulangan menyirip, dan hijau pucat. Bentuk bunga majemuk, berambut, bersisik, tangkai panjang 16-40 cm, mahkota panjang ± 3 cm, lebar $\pm 1,5$ cm, kuning, kelopak silindris, bercangap tiga, tipis, ungu, pangkal daun pelindung pulih, dan ungu. Akarnya serabut dan berwarna cokelat muda.

Seiring dengan tuntutan zaman, setiap orang tentu ingin selalu tampil segar, sehat dan cantik dalam setiap kesempatan, terutama bagi para wanita. Kunyit tidak hanya untuk kesehatan, namun berkhasiat untuk kecantikan. Bagi wanita terlihat segar, sehat dan cantik itu sangat penting. Senyawa THCs (*tetra hydro curcuminoids*) pada kunyit bermanfaat sebagai antioksidan dan mencerahkan kulit, sehingga

memiliki prospek dalam pembuatan formula kosmetik. Untuk hal ini, kunyit menawarkan khasiat yang sangat kaya. Kandungan zat yang terdapat pada kunyit berkhasiat sebagai obat, menjaga tubuh tetap sehat dan awet muda. Kunyit juga bisa digunakan sebagai lulur yang berkhasiat untuk memberi warna segar (kuning langsung) pada kulit tubuh. Selain itu, kunyit juga dapat digunakan untuk menghilangkan jerawat. Kunyit sebagai zat antiseptik dan antiradang dapat membantu mengurangi pertumbuhan jerawat bahkan menghilangkannya (Shan & Iskandar, 2018). Maka dari itu, kunyit kuning banyak digunakan sebagai obat tradisional, yang diketahui mengandung berbagai komponen utama kurkuminoid, flavonoid, polifenol dan minyak atsiri (Lasari *et al.*, 2021). Ekstrak rimpang kunyit memiliki aktivitas antibakteri di antaranya *E. coli*, *C. jejuni*, *C. perfringens*, *S. aureus*, *S. enteritidis*, *B. cereus*, serta antifungi seperti *C. albicans*, *H. anomala*, *M. mucedo*, dan *S. cerevisiae* (Suprianto *et al.*, 2022).

Pemanfaatan kombinasi susu sapi dan kunyit dalam bentuk sabun tidak hanya menghasilkan produk perawatan tubuh yang fungsional, tetapi juga berpotensi mendongkrak nilai ekonomi susu sapi di tingkat peternak. Inovasi pengolahan ini belum banyak diterapkan oleh peternak lokal akibat keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis. Sebagai upaya mengatasi kendala tersebut, maka dilakukan kegiatan uji terap melalui demonstrasi dan praktik langsung bersama anggota Kelompok Tani Rancalembang, Desa Wanasari, Kecamatan Cipunagara, Kabupaten Subang. Pendekatan uji terap ini bertujuan untuk mentransfer teknologi pengolahan susu sapi menjadi sabun susu kunyit secara aplikatif guna meningkatkan nilai tambah hasil peternakan dan memperkuat

kelembagaan kelompok. Mekanisme mengukur keberhasilan program dengan mengevaluasi produk yang dihasilkan melalui uji kesukaan serta analisis kelayakan usaha untuk mengetahui potensi pengembangan sabun susu kunyit.

PEMBAHASAN

Teknologi Pengolahan Sabun Susu Kunyit

Pembuatan sabun susu kunyit dilakukan melalui proses saponifikasi, yaitu reaksi antara minyak dan basa yang menghasilkan sabun dan gliserol. Teknologi yang digunakan relatif sederhana, tidak memerlukan peralatan yang kompleks dan dapat menggunakan bahan baku yang tersedia di lingkungan sekitar.

Bahan utama yang digunakan meliputi susu sapi segar, minyak kelapa sawit, kunyit bubuk, natrium hidroksida (NaOH), dan air suling. Uji terap ini menggunakan tiga formula dengan komposisi jumlah kunyit, yaitu 10 gram, 25 gram, dan 40 gram (Tabel 1).

Proses pembuatan diawali dengan pembuatan larutan alkali melalui pelarutan NaOH ke dalam air suling. Suhu larutan meningkat pada proses pembuatan larutan alkali karena bersifat eksotermis. Setelah suhu larutan menurun, larutan dicampurkan dengan minyak kelapa sawit dan diaduk hingga homogen. Susu sapi segar dan kunyit bubuk kemudian ditambahkan sambil dilakukan pengadukan secara terus-menerus hingga terbentuk adonan yang kental dan merata. Kondisi tersebut menandakan bahwa proses saponifikasi telah berlangsung dan adonan siap dituangkan ke dalam cetakan dan didiamkan selama 24 jam hingga mengeras. Sabun kemudian disimpan untuk proses curing selama 2–4 minggu guna menyempurnakan reaksi saponifikasi, menurunkan

kadar alkali bebas, meningkatkan kekerasan produk, sehingga menghasilkan sabun yang aman digunakan. Karakteristik sabun susu kunyit seperti disajikan pada Tabel 2, sedangkan penampakan produksinya ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 2 menunjukkan karakteristik sabun susu kunyit pada berbagai formulasi. Nilai kadar air rata-rata pada formula F0, F1, dan F2 adalah 0,57%. Nilai pH rata-rata berturut-turut sebesar 9,50; 9,50; dan 9,70. Stabilitas busa rata-rata pada formula F0 dan F1 sebesar 72%, sedangkan pada formula F2 sebesar 75%. Tinggi busa rata-rata pada formula F0 dan F1 adalah 6,65 cm, sedangkan pada formula F2 sebesar 7,65 cm. Alkali bebas rata-rata pada seluruh formula adalah 0,044%. Secara organoleptik, formula F0 dan F1 memiliki warna krem, aroma susu, dan tekstur padat, sedangkan formula F2 memiliki warna kuning tua hingga coklat dengan aroma kunyit yang lebih kuat serta tekstur padat.

Penerimaan Konsumen terhadap Sabun Susu Kunyit

Penerimaan konsumen menjadi salah satu indikator penting dalam pengembangan produk baru. Oleh karena itu, dilakukan uji kesukaan terhadap tiga formula sabun susu kunyit yang dihasilkan. Penilaian penerimaan konsumen dilakukan melalui uji hedonik dengan 30 panelis yang merupakan anggota Kelompok Tani Rancalembang, Desa Wanasari, Kecamatan Cipunagara.

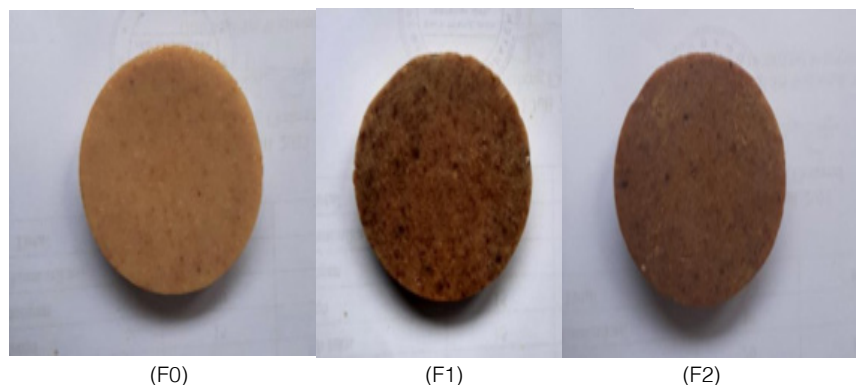
Hasil pengujian menunjukkan bahwa formula dengan penambahan 25 gram kunyit (F0) memperoleh tingkat kesukaan tertinggi dengan skor 3,40, yang termasuk dalam kategori sangat disukai. Sementara itu, formula dengan penambahan 10 gram kunyit (F1) memperoleh skor 2,65, sedangkan formula dengan penambahan 40 gram

Tabel 1. Formula Sabun Susu Kunyit

Bahan	Formula		
	F0	F1	F2
Susu sapi segar (ml)	25	25	25
Kunyit bubuk (g)	25	10	40
NaOH (g)	61	61	61
Air suling (ml)	125	125	125
Minyak kelapa sawit (ml)	450	450	450

Tabel 2. Karakteristik Sabun Susu Kunyit

Parameter	Formula		
	F0	F1	F2
Kadar air (%)	0,57	0,57	0,57
pH	9,50	9,50	9,70
Stabilitas busa (%)	72	72	75
Tinggi busa (cm)	6,65	6,65	7,65
Warna	Krem	Krem	Kuning tua–cokelat
Aroma	Aroma susu	Aroma susu	Aroma kunyit lebih kuat
Tekstur	Padat	Padat	Padat
Alkali bebas (%)	0,044	0,044	0,044



Gambar 1. Produk Sabun Susu Kunyit Kuning

kunyit (F2) memperoleh skor 2,56. Kedua formulasi tersebut termasuk dalam kategori disukai. Formulasi F0 dinilai memiliki keseimbangan yang lebih baik dari segi warna, aroma, tekstur, dan penampilan sehingga lebih disukai dibandingkan formula lainnya. Optimasi formulasi dalam menghasilkan produk sangat bermanfaat dan sesuai dengan preferensi konsumen.

Potensi Pengembangan Usaha dan Nilai Ekonomi

Pemanfaatan susu sapi dan kunyit sebagai bahan baku lokal menjadi salah satu faktor yang mendukung kelayakan usaha tersebut. Hasil analisis usaha menunjukkan bahwa

seluruh formulasi memiliki nilai *B/C ratio* dan *R/C ratio* yang lebih besar dari satu, yang berarti bahwa sabun susu kunyit memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai usaha rumah tangga maupun usaha kelompok yang dapat memberikan tambahan pendapatan bagi masyarakat.

Formulasi dengan penambahan kunyit 40 gram, dari sisi keuntungan ekonomis memberikan nilai tertinggi bagi produsen. Namun demikian, apabila mempertimbangkan aspek penerimaan pasar secara menyeluruh, formulasi dengan 25 gram kunyit memiliki peluang komersialisasi yang lebih baik karena memiliki nilai tingkat penerimaan lebih tinggi dibandingkan dengan 40 gram kunyit. Dengan demikian,

formulasi 25 gram kunyit menjadi pilihan yang lebih ideal untuk menjaga keseimbangan antara kualitas dan daya serap konsumen di pasaran.

Penyuluhan sebagai Pendukung Adopsi Teknologi

Kegiatan penyuluhan dilakukan melalui metode ceramah, diskusi, demonstrasi cara, dan praktik langsung, dan ini terbukti efektif meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan anggota kelompok setelah mengikuti penyuluhan.

Berdasarkan hasil evaluasi, rata-rata nilai pengetahuan responden meningkat dari 8,37 pada pre-test menjadi 10 pada post-test, dengan tingkat efektivitas mencapai 100%. Selaras dengan hal tersebut, aspek sikap juga mengalami kenaikan dari 28,87 menjadi 35,57 dengan tingkat efektivitas sebesar 93,97%. Ini menunjukkan bahwa responden tidak hanya memahami materi, tetapi juga memiliki kecenderungan positif untuk menerima dan menerapkan inovasi pengolahan susu menjadi sabun.

Pada aspek keterampilan, nilai rata-rata responden meningkat signifikan dari 13,80 menjadi 35,57 dengan efektivitas 82,74%. Keberhasilan ini tentunya didukung oleh metode penyuluhan yang memadukan teori dengan praktik langsung (demonstrasi cara). Pendekatan adopsi langsung ini memudahkan responden memahami dan mengaplikasikan proses pembuatan sabun susu rimpang kunyit kuning.

Penyuluhan juga berhasil mengaktifkan kembali pertemuan kelompok, dimana terjadi kenaikan nilai pada aspek pengetahuan 3,77 menjadi 4 (efektivitas 100%), sikap 9,90 menjadi 12 (efektivitas 100%), dan keterampilan 11,63 menjadi 15,20 (efektivitas 81,69%). Hasil ini menegaskan bahwa penyuluhan

tidak hanya mampu meningkatkan kapasitas produksi, tetapi juga memperkuat kelembagaan kelompok tani sebagai sarana belajar dan usaha bersama. Secara keseluruhan, kegiatan ini berperan penting dalam mempercepat adopsi inovasi sekaligus membangun kesiapan usaha berbasis teknologi di masyarakat

Strategi Pemasaran Produk

Pemasaran menjadi bagian penting dalam keberlanjutan usaha sabun susu kunyit. Pemasaran sendiri berperan dalam mendistribusikan produk dari produsen ke konsumen, yang dalam hal ini adalah masyarakat luas (Nasution & Sutejo, 2006). Uji terap pemasaran sabun susu kunyit dilakukan selama tiga bulan dengan memanfaatkan kemajuan teknologi, yaitu platform *marketplace* dan media sosial. Selama rentang waktu tersebut, terlihat bahwa pemanfaatan media sosial mampu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pemasaran melalui *marketplace*.

Penjualan sabun susu kunyit melalui media sosial mencapai 770 batang sabun, sedangkan melalui *marketplace* hanya mencapai 40 batang. Kondisi ini memperlihatkan bagaimana media sosial menjadi salah satu sarana promosi yang efektif dalam menjangkau konsumen lebih luas serta membangun komunikasi yang lebih dekat dengan pelanggan.

PENUTUP

Pengolahan susu sapi menjadi sabun susu kunyit merupakan salah satu inovasi yang mampu meningkatkan nilai tambah komoditas peternakan sekaligus membuka peluang usaha baru berbasis kearifan sumber daya lokal. Teknologi pengolahannya relatif sederhana, mudah diterapkan, dan memiliki potensi pasar tinggi.

Hasil uji terap menunjukkan bahwa formulasi dengan penambahan sebanyak 25 gram kunyit merupakan formulasi yang paling disukai konsumen. Seluruh formulasi yang diuji memiliki kelayakan usaha yang baik, sehingga berpotensi untuk dikembangkan pada skala rumah tangga maupun kelompok usaha. Melalui kegiatan penyuluhan dan strategi pemasaran dengan menggunakan media sosial, pengembangan sabun susu kunyit dapat menjadi alternatif usaha yang mampu meningkatkan pendapatan masyarakat sekaligus mendorong pemanfaatan susu sapi secara lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Lasari, P. E., Puspadina, V., & Safitri, C. I. N. H. (2021). Formulasi dan uji mutu fisik ekstrak rimpang kunyit kuning (*curcuma domestica* val.) sebagai sabun padat. *In Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek)*, pp. 428-432.
- Nasution, A. A., & Sutejo, B. (2006). *Manajemen pemasaran*. PT Inovasi Pratama Internasional.
- Setiowati, H., Misrochah, N., Ningrum, L.S., & Lutfianasari, U. (2022). Peningkatan pengetahuan dan ekonomi masyarakat desa melalui pelatihan pembuatan sabun susu lidah buaya (*aloe vera*). *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 6(3), 1-5.
- Shan, C. Y., & Iskandar, Y. (2018). Studi kandungan kimia dan aktivitas farmakologi tanaman kunyit (*Curcuma longa* L.). *Farmaka*, 16(2).
- Suprianto, Sumardi, Meilani, D., & Rahayu, S. (2022). Formulasi dan evaluasi sediaan sabun padat antiseptik etanol daun kunyit. *Jurnal Indah Sains dan Klinis*. 3(1), 15-19.

Limbah Jadi Penawar: Mengolah Sisa Biomassa Menjadi Pembersih Residu Pestisida

Asep Nugraha Ardiwinata

Pusat Riset Tanaman Perkebunan, Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Jl. Raya Jakarta - Bogor Km 46, Cibinong Kabupaten Bogor, 16915

Email: asena020361@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan pestisida sintetis secara masif di Indonesia telah menimbulkan ancaman serius terhadap keseimbangan ekosistem dan keamanan pangan akibat akumulasi residu kimia. Teknologi biochar berbasis limbah biomassa lokal (sekam padi, tongkol jagung, sawit, dan tempurung kelapa) hadir sebagai solusi remediasi strategis melalui pendekatan ekonomi sirkular. Melalui proses pirolisis, biomassa diubah menjadi berporositas tinggi yang efektif mengadsorpsi residu pestisida golongan organofosfat, karbamat, dan organoklorin melalui interaksi hidrofobik serta pertukaran ion. Selain mengikat polutan, biochar meningkatkan kualitas fisik dan kimia tanah, seperti Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan retensi air yang mendukung aktivitas mikroba pendegradasi alami. Sebagai teknologi "hijau", biochar unggul karena bahan baku melimpah, biaya rendah, dan kontribusinya pada sekuestrasi karbon. Implementasi luas memerlukan dukungan kebijakan dan standardisasi produksi untuk mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan di Indonesia.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dengan intensitas penggunaan pestisida sangat tinggi guna menjaga stabilitas produksi pangan nasional. Tanaman hortikultura seperti cabai dan bawang merah, frekuensi penyemprotan mencapai 5–8 kali per musim tanam, bahkan pada daerah tertentu di Sumatera Utara (seperti Padang Sidempuan) dilaporkan frekuensi penyemprotan mencapai 8 kali per musim (Abdi *et al.*, 2026). Ketergantungan pada input kimia ini menyisakan persoalan serius berupa akumulasi residu pestisida di lahan pertanian. Residu pestisida yang sukar terurai ini tidak hanya menurunkan kualitas kesehatan tanah, tetapi juga mengancam keamanan pangan melalui mekanisme biomagnifikasi (proses peningkatan konsentrasi residu pestisida di dalam jaringan

tubuh organisme seiring dengan pergerakannya ke tingkat yang lebih tinggi dalam rantai makanan) serta mencemari ekosistem perairan melalui aliran pelindian (*leaching*). Di tengah ancaman degradasi lingkungan tersebut, inovasi teknologi biochar muncul sebagai solusi mutakhir yang strategis, efisien, dan berkelanjutan (Ardiwinata, 2020; Husni *et al.*, 2021).

Biochar adalah material karbon padat yang dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa limbah pertanian, seperti sekam padi, tempurung kelapa, tongkol jagung atau tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Inovasi ini bekerja melalui mekanisme adsorpsi yang kuat berkat luas permukaan yang besar dan struktur pori yang kompleks. Biochar juga berperan sebagai spons molekuler yang mampu mengikat senyawa polutan organik secara efektif, sehingga mencegah

penyerapannya oleh tanaman dan meminimalisir mobilitas kontaminan di dalam tanah (Santi & Gunadi, 2017; Husni *et al.*, 2021).

Pemanfaatan biochar di Indonesia memiliki nilai tambah ganda. Selain kemampuannya dalam remediasi lahan tercemar, biochar juga berfungsi sebagai pembenah tanah yang meningkatkan retensi air dan nutrisi, serta mendukung mitigasi perubahan iklim melalui sekuestrasi karbon. Integrasi teknologi biochar dalam sistem pertanian presisi diharapkan mampu menjawab tantangan ketahanan pangan sekaligus pemulihan ekosistem (Santi & Gunadi, 2017). Tulisan ini mengulas mengenai potensi, mekanisme teknis, serta implementasi strategis inovasi biochar sebagai instrumen vital dalam pengelolaan residu pestisida mendukung pertanian ramah lingkungan.

PEMBAHASAN

Urgensi Penanganan Residu Pestisida di Lahan Pertanian Indonesia

Penggunaan pestisida di Indonesia telah menjadi pedang bermata dua. Di satu sisi, pestisida berperan krusial dalam menekan serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) demi mencapai target swasembada pangan, di sisi lain penggunaan yang seringkali melebihi dosis anjuran dan frekuensi yang terlalu tinggi menyebabkan akumulasi residu yang persisten di dalam tanah (Ardiwinata & Nursyamsi, 2012; Ardiwinata, 2020).

Residu pestisida, terutama dari golongan organoklorin atau *Persistent Organic Pollutants* (POPs) digunakan di Indonesia sejak tahun 1960-an, memiliki sifat toksik dan sulit terurai secara alami. Dampaknya tidak hanya terbatas pada degradasi struktur tanah, tetapi juga mencemari air tanah dan terserap ke dalam jaringan tanaman. Residu organoklorin masih ditemukan hingga kini, baik di tanah, air dan tanaman (termasuk komoditas pertanian). Penanganan residu organoklorin masih perlu mendapat perhatian lebih dari pemerintah, di mana lahan pertanian seringkali berdekatan dengan pemukiman, sehingga risiko paparan toksik ini menjadi ancaman kesehatan yang nyata. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi yang mampu memitigasi dampak tersebut tanpa merusak produktivitas lahan (Ardiwinata *et al.*, 2018).

Karakteristik Inovasi Biochar sebagai Material Adsorben

Biochar merupakan material padat kaya karbon yang dihasilkan melalui dekomposisi termal biomassa dalam kondisi oksigen terbatas (pirolisis). Berbeda dengan arang biasa,

biochar memiliki karakteristik fisik-kimia yang unik. Proses pirolisis menciptakan jejaring pori mikro, meso, dan makro yang sangat kompleks. Hal ini memberikan luas permukaan internal yang sangat besar yang bertindak sebagai situs pengikatan bagi molekul pestisida. Biochar mengandung gugus fungsi seperti hidroksil, karboksil, dan fenolik. Gugus-gugus ini memungkinkan terjadinya interaksi kimia (kemisorpsi) antara biochar dengan polutan organik melalui ikatan hidrogen atau gaya *Van der Waals* (gaya tarik-menarik antar molekul yang bersifat lemah dan terjadi akibat adanya fluktuasi muatan listrik dalam atom atau molekul). Permukaan biochar umumnya bermuatan negatif, mampu menarik dan menahan kation yang membantu memperbaiki kesuburan tanah sekaligus mengikat residu pestisida yang memiliki muatan tertentu (Santi & Gunadi, 2017).

Mekanisme Remediasi Residu Pestisida oleh Biochar

Efektivitas biochar dalam mengelola residu pestisida didasarkan pada mekanisme imobilisasi. Ketika biochar diaplikasikan ke tanah, ia bekerja melalui beberapa tahapan: 1) Molekul pestisida (umumnya diameter 0,5-1,5 nm) yang terlarut dalam air tanah akan terperangkap di dalam pori-pori biochar, pada umumnya di dalam mikropori dengan diameter < 2 nm. Sekali terikat, bioavailabilitas pestisida tersebut menurun drastis, sehingga tidak lagi mudah diserap oleh akar tanaman atau tercuci ke air tanah; 2) Biochar menyediakan mikrohabitat yang ideal bagi mikroorganisme tanah. Pori-porinya melindungi bakteri pendegradasi polutan dari predator dan perubahan lingkungan yang ekstrem. Dengan populasi mikroba yang lebih sehat, proses pemecahan senyawa pestisida menjadi senyawa

yang lebih sederhana dan tidak beracun dapat berlangsung lebih cepat; 3) Mengikat senyawa aktif pestisida, biochar secara efektif menurunkan konsentrasi residu pestisida di lingkungan tanah antara lain klorpirifos (*organofosfat*) dan lindan (*organoklorin*) (Gambar1), sehingga memulihkan keseimbangan ekosistem tanah (Ardiwinata & Harsanti, 2014).

Pemanfaatan Limbah Biomassa Lokal di Indonesia

Salah satu kekuatan inovasi biochar di Indonesia adalah ketersediaan bahan baku yang melimpah dan murah. Indonesia menghasilkan jutaan ton limbah pertanian setiap tahunnya yang belum dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan data BPS, Kementerian Pertanian, dan hasil kajian teknis tahun 2024–2025, menunjukkan estimasi jumlah limbah biomassa sesuai Tabel 1.

Inovasi ini mengubah paradigma "limbah menjadi berkah", dengan mengolah limbah tersebut menjadi biochar melalui reaktor pirolisis sederhana yang bisa dioperasikan di tingkat desa sehingga petani dapat membersihkan lahan dari residu dan mengurangi pembelian pupuk kimia.

Dampak Agroklimat dan Keberlanjutan Jangka Panjang

Aplikasi biochar tidak hanya bersifat solusi jangka pendek untuk residu pestisida, tetapi juga menawarkan manfaat jangka panjang bagi keberlanjutan pertanian di Indonesia. Biochar sangat stabil dan dapat bertahan di dalam tanah hingga ribuan tahun, sehingga berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim dengan cara menyimpan karbon di dalam tanah. Dengan adanya biochar, penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi karena pupuk tidak mudah tercuci oleh air hujan, melainkan tersimpan di pori-

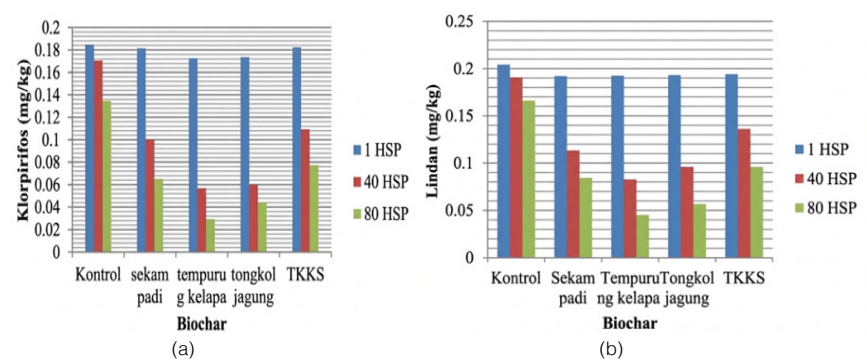
pori biochar untuk dilepaskan secara perlahan sesuai kebutuhan tanaman (Abrol *et al.*, 2021)

Tantangan dan Strategi Implementasi di Indonesia

Penerapan biochar di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan yakni: 1) Masalah edukasi dimana petani menganggap biochar sama dengan abu pembakaran biasa, padahal karakteristiknya sangat berbeda, 2) Standardisasi kualitas biochar, mengingat terdapat perbedaan bahan baku dan suhu pirolisis yang akan menghasilkan kualitas arang yang berbeda. Oleh karena itu, strategi yang perlu dilakukan meliputi: 1) Pengembangan unit pirolisis skala kecil yang efisien dan rendah emisi bagi kelompok tani; 2) Integrasi aplikasi biochar ke dalam program bantuan sarana produksi pertanian sebagai upaya pemulihan lahan terdegradasi; dan; 3) Pemetaan dosis aplikasi biochar yang spesifik untuk berbagai jenis tanah di Indonesia dan jenis pestisida yang dominan digunakan.

Biochar merupakan jembatan antara produktivitas pertanian dan kelestarian lingkungan, dan juga menawarkan mekanisme filtrasi alami yang efektif, murah, dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan limbah biomassa yang berlimpah, Indonesia memiliki peluang yang sangat besar untuk memulihkan kesehatan tanah melalui praktik pertanian yang ramah lingkungan (Kementan, 2025). Beberapa inovasi teknologi dari biochar seperti *Filter Inlet Outlet* (FIO) (Gambar 2) dan pupuk urea berlapis biochar (Gambar 3).

Dalam SNI 06-3730-1995, IBI (2023), dan Kepmentan No. 261/2019, biochar berkualitas harus memiliki kandungan air yang rendah agar daya serapnya tidak terganggu oleh kelembapan. Kadar abu



Gambar 1. Penurunan Konsentrasi Klorpirifos (a) dan Lindan (b) di Dalam Tanah Setelah Perlakuan Biochar 1-80 Hari Setelah Perlakuan (HSP) (Ardiwinata & Harsanti, 2014)

Tabel 1. Data Potensi Limbah Biomassa di Indonesia

Visual	Jenis Biomassa	Potensi Karakteristik Arang Aktif (Biochar)	Estimasi Jumlah (ton/tahun)	Keterangan & Rasio Limbah
	Sekam Padi	Kaya akan silika, sangat baik untuk meningkatkan daya tahan tanaman	10.63 Juta	Berdasarkan produksi padi 2024 (53,14 juta ton). Rasio sekam sekitar 20% dari GKG.
	Tempurung Kelapa	Memiliki porositas sangat tinggi, unggul dalam kapasitas adsorpsi	300 ribu – 1 Juta	Dari produksi kelapa ~3 juta ton. Potensi bervariasi tergantung pemanfaatan industri.
	Tongkol Jagung	Mudah didapat di sentra jagung, efektif untuk memperbaiki struktur tanah fisik	5,7-6 Juta	Estimasi dari produksi jagung nasional yang mencapai ~15-20 juta ton pipil kering.
	Tandan Kosong Kelapa Sawit	Potensi volume sangat besar, mengandung hara kalium yang tinggi.	56-64 Juta	Dari produksi TBS ~256 juta ton. Rasio TKKS berkisar 22-25% per ton TBS.

Sumber: INFO SAWIT (2025); Susana & Aryadi (2025); BPS (2025); Kementan (2025)

harus ditekan seminimal mungkin (maksimal 10%), yang mana kadar abu yang tinggi menunjukkan banyaknya mineral atau kotoran yang tersisa dari proses pembakaran sehingga dapat menutupi pori-pori arang. Selain itu, kadar karbon aktif minimal sebesar 65% hingga 80% (tergantung jenisnya). Semakin tinggi angka ini, semakin sedikit zat pengotor yang ada di dalamnya. Kualitas arang aktif juga ditentukan oleh seberapa kuat ia mampu menarik zat lain. SNI mengukurnya melalui dua indikator utama, yaitu daya serap terhadap Iodium yang

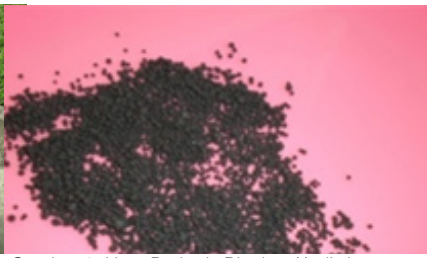
menunjukkan kemampuan arang menyerap molekul berukuran kecil (Standar minimal di angka 750 mg/g), dan daya serap terhadap Biru Metilen yang menunjukkan kemampuan menyerap molekul yang lebih besar (Standar minimal untuk butiran 60 ml/g).

KESIMPULAN

Pemanfaatan limbah pertanian seperti sekam padi, tempurung kelapa, tongkol jagung, dan TKKS merupakan solusi ganda yang mengubah residu organik menjadi



Gambar 2. FIO yang Sudah Terpasang di Saluran Irigasi (Mamat & Sukarman, 2020)



Gambar 3. Urea Berlapis Biochar (Ardiwinata et al., 2017)

material bernilai tinggi. Ketersediaan bahan baku yang kontinu menjamin keberlanjutan produksi biochar sebagai agen remediasi tanah yang ekonomis dan ramah lingkungan. Secara teknis, efektivitas biochar dalam mengelola residu pestisida, terletak pada luas permukaan spesifik dan struktur pori mikronya. Melalui mekanisme adsorpsi fisik dan kimia, biochar secara aktif mengikat molekul polutan di dalam tanah, sehingga menurunkan bioavailabilitas residu kimia dan mencegah pencemaran lebih lanjut ke dalam jaringan tanaman maupun sumber air tanah.

Pemanfaatan biochar berbasis limbah biomassa lokal yang dikembangkan perlu disesuaikan dengan lokasi, tipe tanah (latosol, aluvial, gambut), dan dosis yang tepat, serta diintegrasikan dengan pupuk guna meningkatkan efisiensi hara. Biochar dipakai sebagai media filtrasi alami seperti FIO guna menekan residu pestisida dengan didukung pengembangan unit produksi skala kecil berbasis limbah biomassa lokal. Adopsi biochar di lahan dapat menjadi langkah strategis dalam memenuhi Batas Maksimum Residu (BMR) sesuai yang diatur oleh regulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, S., Adelina, R., Burhanuddin, B., Nasution, Y., & Yanti, D.P. (2026). Analisis intensitas penyemprotan opt pada tanaman cabai merah di padangsidimpuan. *EKSAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*, 11(1), 127–137
- Abrol, V., Sharma, P., Anand, S., R. Chary., Prasad, T. N. V. K. V., Samnotra, R.K. & Khenrab, S. (2021). Biochar: a tool for sustainable agriculture and climate change mitigation. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(8), 713-727.
- Ardiwinata, A.N., & D. Nursyamsi. (2012). Residu pestisida di sentra produksi padi di Jawa Tengah. *Jurnal Pangan*. 21(1), 39-58.
- Ardiwinata, A.N., & Harsanti, E.S., (2014). Remediation of insecticide residue in soil using activated carbon. *Lingkungan Tropis*, 8(2), 69-79.
- Ardiwinata, A.N., Sulaeman, N.E., Priyatna, S., Wahyuni, E., & Harsanti. (2017). *Urea Berlapis Arang Aktif* (Indonesia Patent No. IDP000046301). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
- Ardiwinata, A. N., Ginoga, L. N., Sulaeman, E., & Harsanti, E. S. (2018). Pesticide residue monitoring on agriculture in Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 12(2), 133-144.
- Ardiwinata, A.N. (2020). Pemanfaatan arang aktif dalam pengendalian residu pestisida di tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(1), 49-62.
- BPS. 2025. *Luas Panen dan Produksi Jagung di Indonesia 2024*. Badan Pusat Statistik.
- Husni, M.H., Masulili B., & Sitorus. (2021). Pemanfaatan biochar tandan
- kosong kelapa sawit terhadap sifat kimia tanah dan residu pestisida. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 26(1), 125-132.
- IBI. (2023). *Standardized Product Definition and Product Organization Standards for Biochar Used in Soil*. International Biochar Initiative
- INFO SAWIT. (2025). *Indonesia punya potensi besar ubah limbah sawit jadi energi bersih*. <https://gwww.infosawit.com> (diakses 22 April 2026)
- Kementerian Pertanian. (2025). *Outlook kelapa 2025*. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Keputusan Menteri Pertanian (Kepmentan) No. 261/Kpts/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal (PTM) Pupuk Organik, Pembenah Tanah, dan Pupuk Hayati*. Kementerian Pertanian.
- Mamat H.S. & Sukarman. (2020). Manfaat inovasi teknologi sumberdaya lahan pertanian dalam mendukung pembangunan pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(2), 116-133.
- Santi, L. P., & Goenadi, D. H. (2017). Pemanfaatan biochar asal sekam padi dan tempurung kelapa sebagai pembawa mikroba penambat nitrogen. *Jurnal Menara Perkebunan*, 85(2), 94-104.
- SNI 06-3730-1995. *Arang aktif Teknis. ICS 75. 160. 10*. Badan Standardisasi Nasional.
- Susana, I. G. B., Adhi, I. G. A. K. C., & Aryadi, W. (2025). Kajian energi terbarukan dan peningkatan ekonomi dari pemanfaatan limbah sekam padi melalui co-firing biomassa. *Energy, Materials and Product Design*, 4(2), 293-300.

Standar Perbanyakkan Lada Varietas Malonan 1, Metode Setek Satu Ruas Berdaun Tunggal

Asep Pebriandi, Iyan Cahyana, dan Setyono

BRMP Kalimantan Timur

Jl. PM. Noor, Sempaja Sel., Kec. Samarinda Utara, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75119

Email: asepp Pebriandimarley@gmail.com

ABSTRAK

Lada merupakan salah satu komoditas perkebunan yang cukup penting di Indonesia dalam meningkatkan devisa negara. Salah satu varietas lada yang telah dilepas Kementan pada tahun 2015 adalah varietas Malonan 1 yang merupakan varietas lokal Kalimantan Timur dengan keunggulan ketahanan terhadap penyakit dan memiliki kualitas yang baik. Namun demikian, pengembangan lada umumnya dihadapkan pada masalah ketersediaan benih unggul yang berkualitas. Metode perbanyakkan vegetatif setek satu ruas berdaun tunggal menjadi salah satu solusi yang efektif. Metode ini mampu menghasilkan benih dalam jumlah banyak dengan penggunaan bahan tanaman yang lebih efisien. Metode pembenihan lada setek satu ruas berdaun tunggal terdiri dari persiapan bahan untuk benih, persiapan media tanam, proses pemotongan setek, penanaman setek, dan pemeliharaan benih. Pemenuhan persyaratan kebun induk, standar mutu benih lada dalam bentuk setek dan polibag yang juga mencakup aspek genetik, fisik, dan kesehatan benih, harus sesuai dengan standar yang berlaku yaitu Kepmentan No 316/KPts/KB.020/10/2015 tentang Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran, dan Pengawasan Benih Tanaman Lada. Penerapan standar mutu dan metode perbanyakkan yang tepat diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan benih unggul lada varietas Malonan 1 yang terstandar.

PENDAHULUAN

Lada merupakan salah satu komoditas perkebunan yang cukup penting dalam meningkatkan devisa negara. Nilai ekspor lada pada tahun 2023 sebesar USD 114.529 ribu, dengan negara utama tujuan ekspor yaitu Amerika Serikat sebesar 15,77%. Estimasi luas areal tanam lada Indonesia pada tahun 2025 sekitar 160.084 ha dengan produksi 63.461 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2024).

Keberhasilan budi daya suatu tanaman ditentukan oleh kualitas benih unggul yang digunakan. Penggunaan benih yang berkualitas dengan praktik budi daya yang baik dapat meningkatkan hasil panen sebesar 15-20% (Prasad *et al.*,

2017). Namun demikian, kurang tersedianya benih unggul yang berkualitas dan terstandar menjadi permasalahan dalam praktik budi daya lada. Menurut Wahyudi *et al.* (2021) keterbatasan benih yang tersedia menjadi masalah bagi petani dalam pengembangan maupun peningkatan produktivitas tanaman lada. Ketersediaan benih lada dapat ditingkatkan dengan perbanyakkan secara vegetatif melalui setek. Penggunaan setek batang atau sulur panjang menghasilkan benih yang baik dan seragam (Kementerian Pertanian, 2018).

Bahan setek tanaman lada untuk benih dapat berasal dari setek pendek (setek satu ruas berdaun tunggal) dan setek panjang. Menurut Suprpto dan Yani (2008), setek

pendek satu ruas berdaun tunggal dari sulur panjang memiliki beberapa keuntungan, antara lain dapat menyediakan benih dalam jumlah banyak dalam waktu yang relatif singkat, menghemat penggunaan bahan tanaman (menghemat penggunaan sulur panjang), dan seragam.

Salah satu varietas lada unggul nasional adalah varietas Lada Malonan 1 yang berasal dari Kalimantan Timur yang telah dilepas oleh Kementerian Pertanian pada tahun 2015. Keunggulan varietas Lada Malonan 1 di antaranya mengandung minyak atsiri sebesar 2,35%, oleoresin 15,60% dan piperin 3,82% atau lebih tinggi dari kandungan oleoresin dan piperin dari lada putih varietas

Petaling 1, Natar 1, Natar 2, LDK, dan Nyelungkup. Selain itu, Lada varietas Malonan 1 juga memiliki ketahanan terhadap penyakit kuning dan penyakit busuk pangkal batang (BPB), berbunga sepanjang tahun dan toleran terhadap kekeringan (Rostiana & Ruhnayat, 2020). Potensi produksi Lada varietas Malonan 1 adalah 0,6 kg/pohon atau 2,17 t/ha.

PEMBAHASAN

Pembenihan Lada Setek Satu Ruas Berdaun Tunggal

Keberhasilan pembenihan lada dengan metode setek satu ruas berdaun tunggal (Gambar 1) sangat ditentukan oleh bahan setek, persiapan media tanam, dan pemeliharaan.

Proses produksi perbenihan Lada varietas Malonan 1 dari sulur panjang menggunakan setek satu ruas berdaun tunggal dilakukan

sebagai berikut: (1) Pembuatan Rumah Persemaian; (2) Persiapan Media Tanam; (3) Penataan Media Tanam; (4) Persiapan Bahan Tanam Setek Satu Ruas Berdaun Tunggal; (5) Pemotongan Setek Lada; (6) Perendaman Setek Lada; (7) Penanaman Setek; dan (8) Penyungkupan.

Pembuatan rumah persemaian dapat dibuat dengan tiang balok kayu atau dengan atap paranet (penyinaran 50-57%) seperti pada Gambar 2. Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah + pasir + pupuk kandang + arang sekam dengan perbandingan 2:1:1:1. Kemudian dimasukkan ke dalam polibag berukuran 12 cm x 20 cm. Pengaturan media tanam dilakukan dengan menata polibag, kemudian dibuat kerangka sungkup yang terbuat dari bambu dengan tinggi ± 1 m (Gambar 3). Bahan tanaman sebaiknya diambil dari kebun induk (Gambar 4).

Pengambilan setek lada dilakukan pada pagi dan sore hari, dan setek yang diambil sebagai sumber benih berasal dari tanaman lada yang belum pernah berproduksi (umur tanaman $\pm 8-12$ bulan). Setek yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan antara lain: warna daun hijau tua, jumlah daun minimal 5 helai, diameter batang minimal 0,3 cm, bebas hama dan penyakit, visual benih tumbuh sehat, kekar dan berdaun normal serta setek berasal dari sulur panjang.

Persiapan bahan tanam setek satu ruas berdaun tunggal dilakukan dengan memotong setek bahan tanam yang panjangnya 5-7 ruas menjadi satu ruas dan berdaun tunggal (Gambar 5a dan Gambar 5b). Setek satu ruas berdaun tunggal ini digunakan untuk menghemat penggunaan sulur panjang sehingga didapatkan calon benih dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan menggunakan setek panjang lebih dari satu ruas. Setek lada tersebut selanjutnya direndam di dalam air selama ± 30 menit yang telah diberi zat perangsang tumbuh (ZPT) (Gambar 5c), berbahan aktif *natrium orto nitrofenol*, *para-nitrofenol*, dan *nitrogualakol* dengan dosis 1 cc/l air atau menggunakan air gula 0,5-1,0% atau ZPT lainnya terutama untuk perangsang akar. Tujuan perendaman dengan ZPT adalah untuk merangsang pertumbuhan akar dan tunas sehingga tanaman memiliki kemampuan untuk berkecambah dan berkembang dengan cepat (Nurbani *et al.*, 2021).

Setek satu ruas berdaun tunggal kemudian ditanam pada polibag yang sebelumnya telah disiapkan. Setek satu ruas ditanam miring (area mata ruas dan daun terletak di atas tanah) selanjutnya, polibag disiram air hingga jenuh (Gambar 6), kemudian dilanjutkan penyungkupan dengan plastik berwarna putih untuk menjaga kelembaban tanaman (Gambar 7).



Gambar 1. Bahan Setek Sulur Panjang



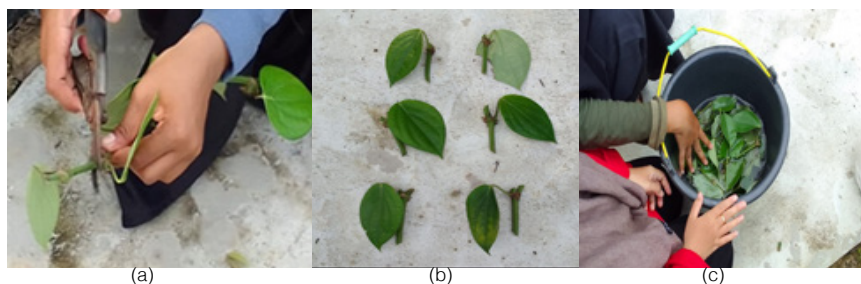
Gambar 2. Rumah Persemaian Benih Lada



Gambar 3. Penataan Media Tanam



Gambar 4. Kebun Induk Mini Sebagai Sumber Benih



Gambar 5. Pemotongan Setek Lada (a dan b) dan Perlakuan Perendaman (c)



Gambar 6. Penanaman Benih Setek Lada



Gambar 7. Penyungkupan Persemaian Lada

Persyaratan Kebun Induk Lada

Penyediaan benih unggul dari kebun induk menjadi langkah awal peningkatan produksi dan kualitas lada (Rostiana & Ruhnayat, 2020). Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 316/Kpts/KB.020/10/2015 persyaratan dan kriteria kebun yang dapat dijadikan sumber benih induk lada meliputi lokasi yang harus terbuka dengan drainase tanah yang baik, bukan termasuk daerah hama dan penyakit, dekat dengan jalan guna memudahkan pengangkutan dan pengawasan, serta status tanah jelas dan bukan tanah sengketa

Kebun induk lada harus memiliki pH tanah berkisar 5 s.d. 6,5, kemiringan lahan kurang dari 15%, ketinggian tempat 0 s.d. 500 mdpl dengan suhu optimal 23°C s.d 30°C dan kelembaban udara 70-90% serta curah hujan 2000 s.d 3000 mm/th.

Kemurnian varietas kebun lada induk $\geq 98\%$, dengan populasi kebun induk lada sekitar 2500-3200 pohon/ha. Luas Kebun Induk (KI) lada minimal 1 ha dan Blok Penghasil Tinggi (BPT) paling sedikit minimal 0,5 ha.

Kebun induk lada membutuhkan pencahayaan sekitar 50-75%. Selain itu pemupukan dan penyiraman harus sesuai kebutuhan, dengan penyiangan dilakukan sebanyak 3-4 kali setahun. Pemangkasan kebun induk lada dilakukan beberapa tahap meliputi 1). pemangkasan

Tabel 1. Standar Mutu Benih Lada dalam Bentuk Setek

No.	Tolak Ukur	Standar Setek Lada
1	Varietas	Benih Unggul dan Unggul Lokal
2	Asal Usul Setek	Kebun Sumber Benih Bersertifikat
3	Mutu Genetik • Kemurnian	100%
4	Mutu Fisik a. Fisik setek b. Panjang setek c. Warna setek	Kekar dan mengayu 5-7 buku atau 1 ruas berdaun tunggal Hijau tua sampai hijau kecoklatan
5	Kesehatan	Bebas hama dan penyakit
6	Isi Kemasan	200 setek
7	Perlakuan	Cuci dengan air mengalir dan dicelupkan dalam larutan fungisida

Tabel 2. Standar Mutu Benih Lada dalam Bentuk Polibag

No.	Tolak Ukur	Standar
1	Umur Benih	a. Minimal 5 bulan setek awal 1 ruas b. Minimal 4 bulan setek awal 2 ruas c. Maksimal 12 bulan
2	Tinggi Benih	Minimal 20 cm
3	Warna Daun	Hijau Tua (daun ke-3)
4	Jumlah Daun	Minimal 5 helai
5	Diameter Batang	Minimal 0,5 cm
6	Jumlah Ruas	Minimal 5
7	Kesehatan	Bebas hama dan penyakit
8	Kenampakan Visual	Benih tumbuh sehat, kekar dan berdaun normal
9	Sistem Perakaran	Baik
10	Perlakuan	Disemprot fungisida/aplikasi Trichoderma sp. untuk daerah endemik penyakit busuk pangkal batang

pertama setelah sulur mencapai 7 – 9 ruas (umur tanaman $\pm 7 - 9$ bulan) pada ketinggian ± 30 cm dari permukaan tanah, hanya 3 sulur yang terbaik yang dipelihara; 2). pemangkasan kedua dilakukan 6 bulan kemudian (umur tanaman 13 – 15 bulan) untuk mendapatkan 9

sulur terbaik; dan 3). pemangkasan selanjutnya dilakukan setiap 6 bulan.

Standar Mutu Benih Lada

Kemurnian dan kualitas benih lada yang dihasilkan harus dijaga, maka benih yang diproduksi wajib

disertifikasi terlebih dahulu dan diberi label sebelum diedarkan kepada pengguna. Sertifikasi bertujuan untuk menjaga kemurnian/kebenaran benih lada, memelihara mutu benih, memberikan jaminan kepada konsumen bahwa benih yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu benih lada, dan memberikan legalitas kepada pengguna bahwa benih yang dihasilkan berasal dari kebun lada yang telah ditetapkan. Sertifikasi benih lada dapat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu sertifikasi benih lada dalam bentuk setek dan sertifikasi benih lada dalam bentuk polibag (Tabel 1 dan Tabel 2).

Kendala dalam Perbanyakan Lada dengan Setek Satu Ruas Berdaun Tunggal

Umur bahan setek merupakan salah satu kendala dalam perbanyakan lada satu ruas berdaun tunggal. Bahan setek yang masih muda mengalami proses penguapan yang sangat cepat sehingga mengakibatkan tanaman menjadi lemah dan mati. Sementara itu, penggunaan bahan setek yang terlalu tua juga tidak baik karena kandungan karbohidrat dan hormon alami cukup rendah sehingga dapat memperlambat pertumbuhan tunas dan akar (Asrima & Zahra, 2023).

Setek lada yang mati dapat juga disebabkan cuaca yang kurang mendukung sehingga kelembaban udara tinggi dan air yang tergenang di polibag yang menyebabkan batang setek lada menjadi busuk. Media tanam juga ikut mempengaruhi keberhasilan setek lada, yang mana komposisi media memengaruhi hilangnya air pada setek lada yang disebabkan oleh transpirasi sebelum akar terbentuk (Wahyudi *et al.*, 2021; Almahdi *et al.*, 2022). Selain itu, kendala lain yang ditemukan adalah lambatnya pertumbuhan akar adventif sehingga menyebabkan tingkat keberhasilan

menjadi rendah (Inderiati *et al.*, 2020). Penggunaan ZPT menjadi salah satu cara untuk memacu pertumbuhan akar. Berdasarkan hasil pengujian di lapangan, persentase setek lada yang hidup menunjukkan keberhasilan yang cukup baik pada perlakuan perendaman ZPT berbahan aktif *Natrium para-nitrofenol*, *Natrium 5 nitroguairol*, *natrium orto -nitrofenol*, *Natrium 2,4 dinitrofenol* dengan rata-rata persentase lada yang tumbuh mencapai 80% dan rata-rata tinggi tunas mencapai 1,19 cm.

KESIMPULAN

Perbanyakan tanaman lada melalui metode setek satu ruas berdaun tunggal merupakan metode yang mudah, efisien, dan cukup banyak digunakan. Metode ini dinilai dapat menghasilkan benih yang seragam serta mempertahankan sifat unggul tanaman induk. Penerapan standar mutu dan metode perbanyakan yang tepat diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan benih unggul Lada varietas Malonan 1 yang tersertifikasi guna mendukung akselerasi pengembangan lada di Indonesia, khususnya Kalimantan Timur yang merupakan daerah asal Lada varietas Malonan 1.

DAFTAR PUSTAKA

Almahdi, M.A., Sugianto., Rugayah., & Susanto, H. (2022). Pengaruh pemotongan daun terhadap pertumbuhan setek tanaman lada (*Piper nigrum* L.) pada komposisi media yang berbeda. *Agrotropika*, 21(2), 97-106.

Asrima., & Zahra, S. (2023). Respon pertumbuhan setek sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap berbagai komposisi media tanam dan konsentrasi IBA (Indole Butyric Acid). *Agroteknologi Agribisnis dan Akuakultur*, 3(1), 39-15

Direktorat Jenderal Perkebunan. (2024). *Statistik Perkebunan Jilid 1 2023-2025*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Inderiati, S., Qur'an., & Wijaya, A. (2020). Pertumbuhan setek lada satu ruas berdaun satu pemberian zat pengatur tumbuh. *Agroplanta*, 9(1), 1-7.

Kementerian Pertanian Indonesia. 2018. Kiat berkebun lada. *Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian*. Bogor.

Nurbani., Pebriandi, A., Emilya., & Setyono. (2021). *Rekomendasi paket teknologi spesifik lokasi perbenihan lada panjat satu ruas berdaun tunggal*. BPTP Kalimantan Timur. Balitbangtan. Kementerian Pertanian.

Prasad, S. R., Chauhan, J. S., & Sripathy, K. V. (2017). An overview of national and international seed quality assurance systems and strategies for energizing seed production chain of field crops in India. *Indian J Agric Sci*, 87(3), 287-300.

Rostiana, O., & Ruhnayat, A. (2020). *Varietas unggul tanaman lada di indonesia*. Pusat penelitian dan pengembangan perkebunan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kemeterian Pertanian.

Suprpto., & Yani. (2008). *Teknologi budidaya lada*. Balitbangtan, Kementerian Pertanian.

Wahyudi., Pujowati, P., & Kurniadinata, O.F. (2021). Studi pertumbuhan akar dan tunas setek lada (*Piper nigrum* L) kombinasi media tanam dan jumlah ruas yang berbeda. *Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(3), 92-96.

Teknologi Bernilai Kekayaan Intelektual

Public Domain Rezim Paten

Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Mekanisasi Pertanian
per Agustus 2026

No	Judul	No Pendaftaran	No Sertifikat
1	Pengabut Air Model Bayonet	S00200100015	-
2	Peralatan Penyangk Bermotor untuk Padi Sawah (Weeder)	S00200100217	ID S0001039
3	Alat Penakar Benih dan Pupuk Buatan Sistem Putar Vertikal	S00200100218	IDS000000791
4	Alat Penebar Pakan Ikan dan Pakan Udang Terprogram	P20010051	-
5	Peralatan Penakar dan Penabur Tanah dan penakar dan Penabur Benih untuk Penyiapan Bibit Padi dalam Kotak Persemaian (Judul revisi : Peralatan penakar dan penabur tanah dan benih)	P00200800843	IDP000030913
6	Mesin Pencampur Pupuk Irigasi (Fertigasi) untuk Tanaman Sayuran	P00200900055	ID P0031485
7	Penukar Kalor Tipe Sirip Pada Mesin Chiller Susu (Judul Akhir: Penukar Kalor Tipe Sirip pada Mesin Pendingin Susu)	P00200900056	IDP0030869
8	Mesin Pemeras Daging Buah Berbiji	S00200900028	IDS0001088
9	Alat Irigasi Tipe Sprinkler Berjalan untuk Rumah Kaca	P00200900054	IDP0031417
10	Pemipil Jagung Berkelobot (Judul baru: Mesin Pemipil Jagung Berkelobot)	P00200900536	IDP000039174
11	Peralatan Penyangk Bermotor Untuk Padi Sawah Yang Diperbaharui (Judul Akhir : Peralatan Penyangk Padi Sawah yang Digerakkan Motor yang Diperbaharui)	S00201100053	IDS000001906
12	Mesin Pemanen Padi Tipe Mini Combine (Judul Akhir: Mesin Pemanen Padi Mini Tipe Kombinasi)	S00201300233	IDS000001477
13	Mesin Penanam Padi (Rice Transplanter) Untuk Sistem Tanam Jajar Legowo (Judul Akhir: Mesin Penanam Padi untuk Sistem Tanam Jajar Legowo)	S00201300234	IDS000001509
14	Mesin Pengepras Tebu Multi Fungsi untuk Tanaman Tebu Ratoon	S00201300322	IDS000001606
15	Rubber Track pada Mesin Pemanen Padi Tipe Mini Combine Harvester untuk Menurunkan Ground Pressure (Judul Akhir: Tapak Roda Karet (Rubber Track) pada Mesin Pemanen Padi Tipe Mini Combine Harvester untuk Menurunkan Ground Pressure)	S00201500614	IDS000001631
16	Transplanter Jajar Legowo untuk Lahan Sawah dengan Kedalaman Lumpur : 60 cm (Judul Revisi: Transplanter Jajar Legowo utk Lahan Sawah dg Kedalaman Lumpur Smp Dg 60 cm) (Judul Akhir: Mesin Penanam Padi untuk Lahan Sawah Dalam)	S00201500619	IDS000001580
17	Mesin Rawat Raton Tipe Juring Ganda	S00201500620	IDS000003722
18	Komponen Pembuka dan Penutup Alur pada Alat Tanam Benih Langsung (ATABELA) Jarwo yang Ditarik Traktor Roda 2 (Dua) (Judul Akhir: Alat Tanam Benih Padi Langsung Jajar Legowo Lahan Kering Dg Komponen Pembuka dan Penutup Alur yg Ditarik Traktor Roda Dua)	S00201701390	IDS000003317
19	Mesin Pemipil Jagung Tipe Mini Single Roll (Judul Akhir : Mesin Pemipil Jagung Silinder Tunggal Tipe Mini)	S00201702286	IDS000001886

No	Judul	No Pendaftaran	No Sertifikat
20	Mesin Tanam Bibit Padi (Rice Transplanter) Sistem Tanam Jajar Legowo 2:1 Tipe 2 Baris (Judul Akhir : Mesin Tanam Bibit Padi (Rice Transplanter) Tipe 2 Baris)	S00201702285	IDS000002494
21	Pompa Air Bertenaga Hybrid	S00201708417	IDS000001960
22	Mesin Panen Tebu Tipe Whole Stalk	S00201709508	IDS000002081
23	Mesin Tanam Padi Sistem Jajar Legowo Tipe Riding (Judul Akhir: Mesin Tanam Padi Jajar Legowo Tipe Riding)	S00201709507	IDS000002179
24	Alat Penebar Pupuk Organik	S00201709509	IDS000002508
25	Core Sampler untuk Mengambil Sampel dalam Pengukur Rendemen Tebu (Judul Akhir: Core Sampler untuk Mengambil Sampel dalam Pengukuran Rendemen Tebu)	S00201709876	IDS000001956
26	Mesin Pemupuk Tanaman Teh (Judul akhir: Alat Pemupuk Tanaman Teh)	S00201802159	IDS000002137
27	Mesin Pengiris Umbi Tipe Ulir	S00201802145	IDS000002116
28	Pompa Axial Multi Kedalaman (Judul Akhir : Pompa Air Aksial Multi Kedalaman)	S00201802154	IDS000002117
29	Rangkaian Mesin Semai Benih Otomatis Terintegrasi (Automatic Integrated Seedling Machine) (Judul Akhir : Rangkaian Mesin Semai Benih Otomatis Terintegrasi)	S00201802158	IDS000002255
30	Mesin Penyosoh Sorgum Tipe Silinder Tiga Tingkat	S00201802144	IDS000002118
31	Mesin Pompa Air Sentrifugal Tipe Apung	S00201802152	IDS000002124
32	Mesin Penyemai Benih Kerja Ganda Sistem Kombinasi Pneumatic, Mekanik dan Elektronik (Judul Akhir: Mesin Penyemai Benih Kerja Ganda)	S00201802162	IDS000002178
33	Mesin Penyiapan Lahan, Penanam Biji-Bijian dan Pemberian Pupuk Padat (Judul Akhir: Alat Pengolah Tanah, Penanam Biji-Bijian, Serta Pemberian Pupuk Padat yang Ditingkatkan)	S00201807148	IDS000002985
34	Penanam Tebu Mekanis dan Pemasang Dripline (Judul Akhir: Alat Penanam Tebu dan Pemasang Dripline yang Terintegrasi)	S00201807147	IDS000002903
35	Mesin Penanam Padi (Rice Transplanter) Untuk Sistem Tanam Jajar Legowo (Judul Akhir: Mesin Penanam Padi untuk Sistem Tanam Jajar Legowo)	S00201902885	IDS000002780
36	Batu Abrasive Berlubang pada Mesin Penyosoh Sorghum Tipe Sederhana (Judul Akhir: Batu Abrasif Berlubang pada Mesin Penyosoh Sorghum Tipe Sederhana)	S00201902882	IDS000002832
37	Drone sebagai Penebar Benih Padi (Judul akhir: Alat Penyebar Benih Padi untuk Drone)	S00201902887	IDS000002781
38	Mesin Pembuat Rorak (Judul Akhir: Alat Pembuat Rorak)	S00201902881	IDS000002790

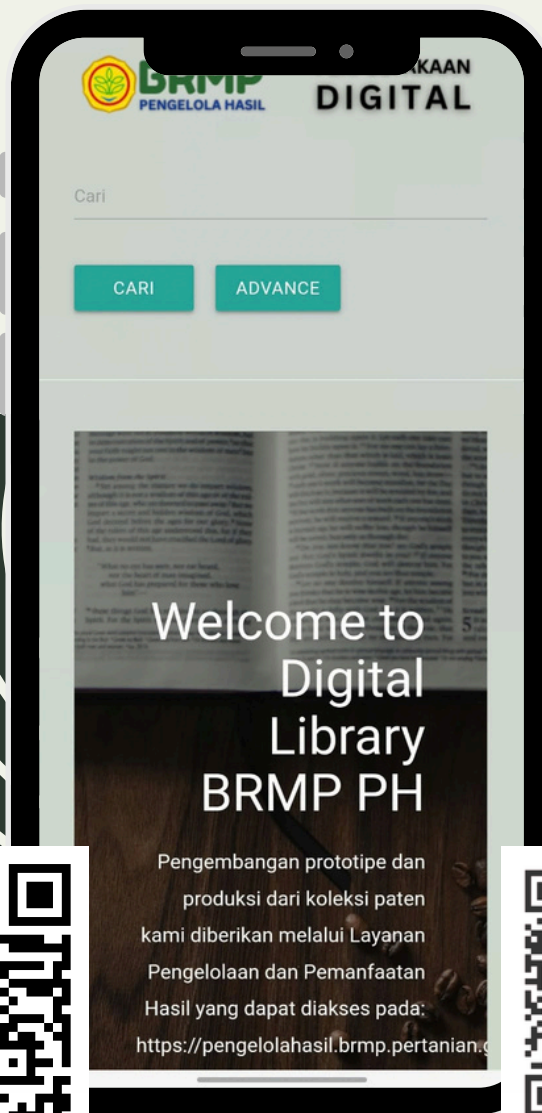
No	Judul	No Pendaftaran	No Sertifikat
39	Mesin Sortasi (Grader) Biji Sorgum (Judul Akhir: Mesin Sortasi Biji Sorgum)	S00201903100	IDS000002946
40	Alat untuk Memotong, Mengupas dan Membersihkan Daun Tebu	S00201904369	IDS000009246
41	Mesin Penyosoh Sorgum Tipe Silinder Tiga Tingkat Dilengkapi Konveyor dan Siklon	S00201904364	-
42	Mesin Pemanen Umbi	S00201912569	
43	Implement Penanam dan Pemeliharaan Tanaman Biji-Bijian pada Mesin Cultivator (Judul Akhir: Mesin Kultivator yang Disempurnakan)	P00201912575	IDP000079970
44	Sistem Pelayanan Perangkat Bengkel Alat Mesin Pertanian Bergerak (Judul Akhir: Sistem Bengkel Berjalan untuk Mesin Pertanian)	S00201912588	IDS000005503
45	Sistem Pelayanan Pengangkut Alat Mesin Pertanian (Judul Akhir: Alat Pengangkut Mesin Pertanian)	S00201912579	IDS000004260
46	Mesin Sambung Pucuk (Grafting) Semi Otomatis Untuk Benih Tanaman Keras (Judul Akhir: Mesin Sambung Pucuk Semi Otomatis untuk Benih Tanaman Keras)	S00202006784	IDS00000 5295
47	Proses Pembuatan Batu Penyosoh Biji Sereal	S00202104518	IDS000005230
48	Implement Direct Seeder untuk Lahan Padi Sawah, sebagai Optional Implement Transplanter Tipe Riding	S00202008361	IDS000009214
49	Alat Penanam Pneumatik Sistem Monokultur dan Tumpangsari (Judul Akhir: Alat Penanam Biji-bijian Pneumatik Sistem Monokultur dan Tumpangsari) (Judul Akhir: Alat Penanam Biji-bijian Pneumatik untuk Pola Budidaya Tanam Monokultur dan Tumpangsari)	S00202010725	IDS000009247
50	Alat Ukur Evaporasi Minyak Atsiri Eucalyptus (Judul Akhir: Alat Ukur Evaporasi Minyak Atsiri)	S00202010734	IDS000004253
51	Mesin Panen Kombinasi dan Olah Tanah Terintegrasi (Judul Akhir: Kombinasi Mesin Pemanen dan Pengolah Tanah Terintegrasi)	S00202010743	
52	Sistem Penggerak Pompa Air Cerdas Bertenaga Listrik 1 Phase	S00202010770	IDS000004234
53	Sistem Cerdas Pengendali Jarak Jauh Pompa Air Bertenaga Listrik 1 Phase	S00202010769	
54	Alat Uji Toksisitas Perinhalasi pada Hewan Percobaan (Mencit)	S00202103572	IDS000004888
55	Alat Multifungsi Penanam Ubi Kayu, Penebar Pupuk Butiran dan Penyemprot Pestisida serta Pembuat Guludan (Judul Akhir: Alat Multifungsi Penanam Ubi Kayu, ... yang Terintegrasi dengan Traktor Roda Empat)	S00202108303	IDS000009129
56	Mesin Sterilisasi Media Tanam dengan Lampu Ultra Violet Sistem Kontinyu (Judul Akhir: Mesin Sterilisasi Media Tanam dengan Lampu Ultra Violet)	S00202204269	IDS000005510
57	Mesin Grader Biji Sorgum (Judul Akhir: Mesin Penyortir Biji Sorgum dengan Lima Tingkat Penyortiran)	S00202204793	IDS000007485
58	Alat Pengabut Air Berbentuk Tongkat yang Multifungsi, untuk Menghasilkan Beras Berkualitas (Judul akhir : Alat Pemoles Beras dengan Tongkat Pengabut Air Multi - Injeksi)	P00200800844	IDP000036990



Digital Library

BRMP Pengelola Hasil

Perpustakaan digital milik Balai Pengelola Hasil Perakitan dan Modernisasi Pertanian (BRMP Pengelola Hasil) yang di dalamnya tersimpan banyak pengetahuan dan kekayaan intelektual, khususnya **Rezim Paten** di bawah lingkup BRMP.



BRMP PH Digital Library



Layanan Informasi Paten