

# **TEKNOLOGI MEKANISASI UNTUK PERTANIAN BEBAS LIMBAH PADA SISTEM INTEGRASI TANAMAN PADI DAN TERNAK SAPI POTONG**

**Tota Suhendrata**



**IAARD  
PRESS**

**TEKNOLOGI MEKANISASI**  
**UNTUK PERTANIAN BEBAS LIMBAH PADA**  
**SISTEM INTEGRASI TANAMAN PADI DAN**  
**TERNAK SAPI POTONG**



# **TEKNOLOGI MEKANISASI UNTUK PERTANIAN BEBAS LIMBAH PADA SISTEM INTEGRASI TANAMAN PADI DAN TERNAK SAPI POTONG**

**Penulis:**

Tota Suhendrata

**Editor:**

Agus Hermawan  
Susanto Prawirodigdo  
Ekaningtyas Kushartanti  
Moh. Ismail Wahab



**INDONESIAN AGENCY FOR AGRICULTURAL RESEARCH  
AND DEVELOPMENT (IAARD) PRESS  
2016**

**TEKNOLOGI MEKANISASI  
UNTUK PERTANIAN BEBAS LIMBAH PADA SISTEM INTEGRASI  
TANAMAN PADI DAN TERNAK SAPI POTONG**

Cetakan 2016

Hak cipta dilindungi undang-undang

©Badan Penelitian dan Pengembanagan Pertanian, 2016

---

Katalog dalam terbitan

---

SUHENDRATA, Tota

Teknologi mekanisasi untuk pertanian bebas limbah pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong/Penulis, Tota Suhendrata; Editor, Agus Hermawan.--Jakarta: IAARD Press, 2016.

xii, 114 hlm.: ill.; 25 cm

ISBN 978-602-344-125-9

1. Teknologi Mekanisasi 2. Integrasi 3. Padi 4. Sapi  
I. Judul II. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
III. Hermawan, Agus

631.3

---

**IAARD Press**

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540

Telp. +62 21 7806202, Faks. +62 21 7800644

**Alamat Redaksi:**

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian

Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122

Telp. +62-251-8321746. Faks. +62-251-8326561

e-mail: [iaardpress@litbang.pertanian.go.id](mailto:iaardpress@litbang.pertanian.go.id)

ANGGOTA IKAPI NO: 445/DKI/2012

# DAFTAR ISI

	Hal
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
I. PENDAHULUAN .....	1
II. PERAN DAN POSISI TEKNOLOGI MEKANISASI PERTANIAN DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI SIPT ...	9
2.1. Konseps dan Penerapan SIPT di Lapangan .....	10
2.2. Introduksi Teknologi Mekanisasi Pertanian dalam SIPT .....	16
III. KINERJA TEKNOLOGI MEKANISASI PERTANIAN PADA SIPT .....	21
3.1. Teknologi Mekanisasi Pertanian Pada Usahatani Padi .....	22
A. Sub Sistem Prapanen .....	23
B. Sub Sistem Panen .....	46
C. Sub Sistem Pascapanen .....	64
3.2. Teknologi Mekanisasi Pertanian Pada Usahatani Sapi .....	70
A. Sub Sistem Pemeliharaan .....	71
B. Sub Sistem Pakan .....	72
C. Sub Sistem Pupuk Organik .....	80
D. Sub Sistem Energi .....	83
IV. KELEMBAGAAN .....	87
4.1. Kelembagaan Petani .....	88
4.2. Peran Kelembagan dalam Memasifkan Mekanisasi Pertanian.	95
V. PENUTUP .....	97
DAFTAR ISTILAH .....	101
DAFTAR PUSTAKA .....	105
INDEKS .....	113
PROFIL PENULIS .....	117





## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Perbandingan kinerja secara manual dan menggunakan alat dan mesin pertanian (alsintan) pada usahatani padi .....	18
Tabel 2. Spesifikasi alat penebar benih ( <i>seeder</i> ) .....	23
Tabel 3. Spesifikasi <i>rice transplanter</i> sistem tanam jarwo 2:1 .....	34
Tabel 4. Spesifikasi <i>rice transplanter</i> sistem tanam tegel .....	35
Tabel 5. Kinerja <i>rice transplanter</i> dibandingkan dengan cara tanam manual .....	35
Tabel 6. Hasil penerapan <i>rice transplanter</i> sistem tanam tegel dan cara tanam manual sistem tanam tegel di Kabupaten Sragen periode 2012 – 2014 .....	37
Tabel 7. Hasil penerapan <i>rice transplanter</i> sistem tanam tegel dan <i>rice transplanter</i> sistem jajar legewo 21 pada MT-3 2014 .....	37
Tabel 8. Keuntungan tanam menggunakan <i>rice transplanter</i> sistem tanam tegel dan sistem jajar legewo tahun 2012-2015 .....	38
Tabel 9. Hasil analisis kelayakan finansial <i>rice transplanter</i> sistem tanam tegel .....	39
Tabel 10. Spesifikasi mesin penyiang gulma bermotor model YA-1.....	44
Tabel 11. Spesifikasi mesin pemotong batang padi ( <i>paddy mower</i> ) .....	48
Tabel 12. Spesifikasi mesin pemotong batang padi ( <i>paddy reaper</i> ) model YAP 120 .....	50
Tabel 13. Spesifikasi mesin panen padi model Tomcat .....	54
Tabel 14. Spesifikasi <i>mico harvester</i> tipe <i>riding</i> .....	55
Tabel 15. Spesifikasi mesin panen model Hornet .....	57
Tabel 16. Spesifikasi mesin panen model DC 35 .....	58
Tabel 17. Spesifikasi mesin panen <i>indo combine harvester</i> .....	59
Tabel 18. Spesifikasi mesin panen model CCH-2000 Star .....	61
Tabel 19. Kinerja panen padi cara mekanik ( <i>combine harvester</i> ) berdasarkan ukuran dan cara manual ( <i>sabit dan power thresher</i> ) .....	63

Tabel 20. Kelayakan investasi beberapa mesin panen padi .....	64
Tabel 21. Spesifikasi mesin pemecah kulit (Huller/Husker) .....	68
Tabel 22. Spesifikasi pemutih beras (Polisher) .....	68
Tabel 23. Spesifikasi mesin penggilingan padi berjalan .....	69
Tabel 24. Spesifikasi mesin pencacah jerami .....	73
Tabel 25. Spesifikasi alat press jerami padi manual .....	76
Tabel 26. Spesifikasi alat press jerami padi hidrolik .....	76
Tabel 27. Ciri-ciri jerami segar dan fermentasi .....	78
Tabel 28. Nilai gizi jerami padi tanpa fermentasi dan fermentasi .....	78
Tabel 29. Spesifikasi alat pengolah pupuk organik .....	80
Tabel 30. Pemanfaatan biogas .....	85

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Skema sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong .....	5
Gambar 2. Posisi mekanisasi pertanian pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak .....	15
Gambar 3. Penebaran dan penutupan benih pada kotak persemaian ( <i>tray</i> ) dengan tanah cara manual dan menggunakan <i>seeder</i> ..	24
Gambar 4. Persemaian sistem kering langsung di halaman rumah .....	27
Gambar 5. Pengolahan lahan menggunakan tenaga ternak dan traktor 2 roda dan 4 roda .....	30
Gambar 6. <i>Rice transplanter</i> manual dan bermesin .....	31
Gambar 7. <i>Rice transplanter walking</i> dan <i>riding type</i> .....	32
Gambar 8. Pengoperasian dan hasil tanam <i>rice transplanter</i> sistem tanam tegel dan sistem tanam jarwo 2:1 .....	33
Gambar 9. Pompanisasi air tanah di Kabupaten Sragen pada MT-3 2015 .....	42
Gambar 10. Penyiangan cara manual, semi mekanis dan mekanis menggunakan mesin penyiang gulma bermotor ( <i>power weeder</i> ) model YA-1 di Kabupaten Sragen pada tahun 2015 .....	45
Gambar 11. Alat dan mesin pemotong batang padi: sabit dan <i>paddy mower</i> .....	49
Gambar 12. Penggunaan <i>paddy reaper</i> .....	51
Gambar 13. Perkembangan alat perontok padi .....	52
Gambar 14. Panen padi menggunakan <i>mini combine harvester</i> tipe <i>walking</i> di Kabupaten Sragen pada tahun 2014 .....	54
Gambar 15. Panen padi menggunakan <i>mini combine (mico) harvester</i> tipe <i>riding</i> di Kabupaten Sragen pada tahun 2015 .....	56
Gambar 16. Panen padi menggunakan <i>combine harvester</i> ukuran sedang di Kabupaten Sragen pada tahun 2015 .....	57
Gambar 17. Mesin panen padi ukuran sedang ( <i>indo combine harvester</i> ) hasil rakitan Balitbangtan .....	60

Gambar 18. Panen padi menggunakan <i>combine harvester</i> ukuran besar di Kabupaten Sragen pada tahun 2014 .....	61
Gambar 19. Dukungan teknologi mekanisasi pada penggilingan padi, proses usaha pengolahan beras, hasil samping dan limbah ..	65
Gambar 20. RMU <i>single pass</i> (a) dan (b) <i>double pass</i> skala kecil .....	67
Gambar 21. Mesin pemecah kulit (a), mesin penyosoh (b) dan mesin pemoles beras Kristal .....	68
Gambar 22. Penggilingan padi berjalan .....	69
Gambar 23. Pabrik pengolahan padi/beras modern .....	70
Gambar 24. Timbangan sapi .....	71
Gambar 25. Menara air berada di dekat dengan kandang sapi .....	72
Gambar 26. Beberapa tipe mesin pencacah jerami padi .....	73
Gambar 27. Proses amoniasi dan fermentasi pada jerami padi .....	75
Gambar 28. Beberapa jenis mesin pengepres jerami padi .....	77
Gambar 29. Tahapan proses pembuatan jerami padi amofer untuk pakan ternak .....	77
Gambar 30. Mesin pengalus, alat pengayak dan <i>granulator</i> .....	81
Gambar 31. Proses pembuatan pupuk organik menggunakan decomposer orgadec .....	82
Gambar 32. Tahapan proses pembuatan pupuk organik padat dari kotoran ternak sapi menggunakan decomposer orgadec .....	82
Gambar 33. Sistem bio-energi pada integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong .....	83
Gambar 34. Unit instalasi pemrosesan kotoran sapi menjadi energi biogas .....	84
Gambar 35. Tipe digester terbuat dari (a) bata kapasitas 9 m <sup>3</sup> , (b) drum plastik <i>polyethilin</i> kapsitas 4 m <sup>3</sup> dan (c) drum kapasitas 4,6 m <sup>3</sup> .....	85
Gambar 36. Pemanfaatan energi biogas dari kotoran sapi .....	86
Gambar 37. Struktur organisasi gapoktan .....	94



## KATA PENGANTAR



Program peningkatan produksi pangan (beras dan daging) masih menjadi prioritas utama dalam pembangunan pertanian. Hal ini misalnya dapat dilihat dari dicanangkannya swasembada padi (beras) berkelanjutan dan swasembada daging. Namun upaya peningkatan produksi padi tidak mudah karena dihadapkan pada berbagai kendala, antara lain lahan sawah “sakit” akibat kekurangan bahan organik, terjadi kelangkaan tenaga kerja pertanian, serta menurunnya minat generasi muda dalam usaha di bidang pertanian, tingkat kehilangan atau susut hasil panen masih tinggi, kualitas gabah masih rendah, dan penciptaan lahan sawah akibat alih fungsi lahan untuk kepentingan non pertanian. Begitu juga dalam penyediaan daging, peningkatan konsumsi daging khususnya daging sapi belum dapat diimbangi oleh peningkatan produksi daging sapi dalam negeri, baik kualitas maupun kuantitasnya, sehingga terjadi ketimpangan yang semakin lebar antara permintaan dan ketersediaan. Kondisi ini tercermin dari volume impor sapi bakalan dan daging yang cenderung terus meningkat, sebagai akibat berkurangnya populasi sapi potong.

Berdasarkan kondisi tersebut di atas, peran dan fungsi teknologi mekanisasi pertanian dalam sistem integrasi tanaman padi dan ternak (SIPT) sapi potong akan menjadi sangat strategis dan dapat memberikan manfaat baik secara teknis, ekonomis maupun sosial apabila pemilihan dan penggunaan serta manajemen alat dan mesin pertanian (alsintan) dapat dilakukan secara tepat dan benar. Alat dan mesin pertanian dapat mendukung usahatani padi pada kegiatan prapanen, panen, dan

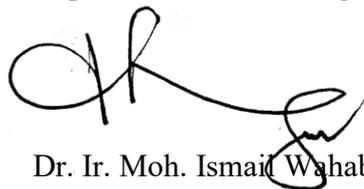
pascapanen. Sedangkan dalam usahatani sapi mendukung pada kegiatan pemeliharaan, penyiapan dan pembuatan pakan, pembuatan pupuk organik, dan pembuatan serta pemanfaatan biogas. Tujuan penerapan teknologi mekanisasi pertanian pada SIPT sapi potong adalah untuk meningkatkan produktivitas usahatani, efisiensi kerja (waktu, tenaga kerja dan biaya), mutu hasil, nilai tambah, kenyamanan kerja, menekan/mengurangi susut hasil, mengurangi kejerihan/beban kerja petani dan meningkatkan pendapatan petani.

Penerapan teknologi mekanisasi pertanian pada SIPT sapi potong sejalan dengan pertanian bioindustri berkelanjutan yang mengarahkan pengelolaan sistem usaha pertanian kepada *zero-waste*. Selain itu, penerapannya dapat mendukung program ketahanan pangan (padi dan daging sapi) melalui peningkatan produktivitas padi dan daging sapi, dan program ketahanan energi melalui pemanfaatan biogas sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan (listrik) dan bahan bakar generator.

Buku ini memaparkan penerapan alsintan pada SIPT sapi potong di beberapa lokasi di Jawa Tengah. Aspek yang dibahas meliputi konsep SIPT sapi potong, peran, fungsi dan kinerja alsintan serta kelembagaan untuk mendukung kegiatan SIPT sapi potong. Buku ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong berbasis mekanisasi dalam upaya mewujudkan swasembada padi (beras) berkelanjutan dan swasembada daging.

Ungaran, Agustus 2016

Kepala BPTP Jawa Tengah,



Dr. Ir. Moh. Ismail Wahab, M.Si.



# BAB I



# PENDAHULUAN

**S**alah satu agenda program Nawacita Pemerintahan Joko Widodo-Jusuf Kalla adalah mewujudkan kedaulatan pangan atau kemampuan untuk mengatur dan memenuhi kebutuhan pangan rakyat secara berdaulat. Secara detail maknanya adalah (1) mencukupi kebutuhan pangan dari produksi dalam negeri, (2) mengatur kebijakan pangan secara mandiri, dan (3) melindungi dan menyejahterakan petani sebagai pelaku utama usaha pertanian pangan. Lebih lanjut kedaulatan pangan harus dimulai dari swasembada pangan, secara bertahap diikuti dengan peningkatan nilai tambah usaha pertanian secara luas untuk meningkatkan kesejahteraan petani (Irianto, 2015). Untuk itu sasaran strategis Kementerian Pertanian pada tahun 2015-2019 antara lain adalah pencapaian swasembada padi dan daging, dan peningkatan pendapatan keluarga petani.

Padi sawah dan ternak sapi potong merupakan komoditas utama dalam sistem ketahanan pangan nasional karena memiliki kontribusi yang besar dalam penyediaan pangan (beras dan daging) dan peningkatan kualitas sumberdaya manusia. Tidak berlebihan apabila beras dan daging selalu menjadi komoditas pertanian yang sangat strategis baik secara ekonomi maupun sosial. Dalam upaya menciptakan ketahanan pangan nasional, pemerintah bertekad untuk mencapai swasembada padi berkelanjutan serta swasembada daging dengan terus meningkatkan produksi padi dan ternak sapi potong agar mampu secara mandiri memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia.

Program peningkatan produksi pangan (beras dan daging) masih menjadi prioritas utama dalam pembangunan pertanian. Hal ini dapat dilihat dari dicanangkannya swasembada padi berkelanjutan dan swasembada daging oleh pemerintah. Namun upaya peningkatan produksi padi saat ini dihadapkan pada berbagai kendala, antara lain (i) lahan sawah “sakit” akibat kekurangan bahan organik, (ii) terjadi kelangkaan tenaga kerja khususnya

tenaga tanam bibit dan panen, (iii) upah buruh terus meningkat, (iv) menurunnya minat generasi muda dalam usaha di bidang pertanian, (v) tingkat kehilangan atau susut hasil panen masih tinggi, dan (vi) penciptaan lahan sawah akibat alih fungsi lahan untuk kepentingan non pertanian.

Untuk meningkatkan kesuburan tanah yang sedang “sakit” akibat penggunaan pupuk an-organik yang tidak berimbang dan terjadi kekurangan bahan organik diperlukan masukan berupa bahan organik dalam jumlah yang cukup. Cara yang mudah dan murah untuk memperoleh bahan organik adalah dengan memanfaatkan pupuk organik yang berasal dari limbah ternak. Sedangkan untuk mengatasi kelangkaan tenaga kerja, menarik minat generasi muda, menekan susut panen dan peningkatan luas tanam dapat diintroduksikan teknologi mekanisasi pertanian, yaitu penerapan dan manajemen alat dan mesin pertanian pada setiap tahapan aktivitas budidaya padi mulai dari prapanen, panen hingga pascapanen.

Peningkatan konsumsi daging khususnya daging sapi belum dapat diimbangi oleh peningkatan produksi daging dalam negeri, baik kualitas maupun kuantitasnya, sehingga terjadi jurang yang semakin lebar antara permintaan dan ketersediaan. Kondisi ini tercermin dari volume impor sapi bakalan dan daging yang cenderung terus meningkat. Upaya peningkatan produksi daging sapi dalam mencukupi permintaan daging yang terus meningkat menghadapi beberapa kendala antara lain terjadinya penurunan populasi sapi lokal dan sapi murni. Sapi lokal adalah sapi asli atau sapi introduksi atau sapi persilangan antara sapi asli dengan sapi asli yang sudah berkembang biak cukup lama (lebih dari tiga generasi) di wilayah tertentu, serta sudah beradaptasi dengan baik dengan lingkungannya misalnya sapi peranakan Ongole atau PO, sedangkan sapi murni adalah sapi yang didomestikasi di Indonesia atau tetuanya berasal dari Indonesia misalnya sapi

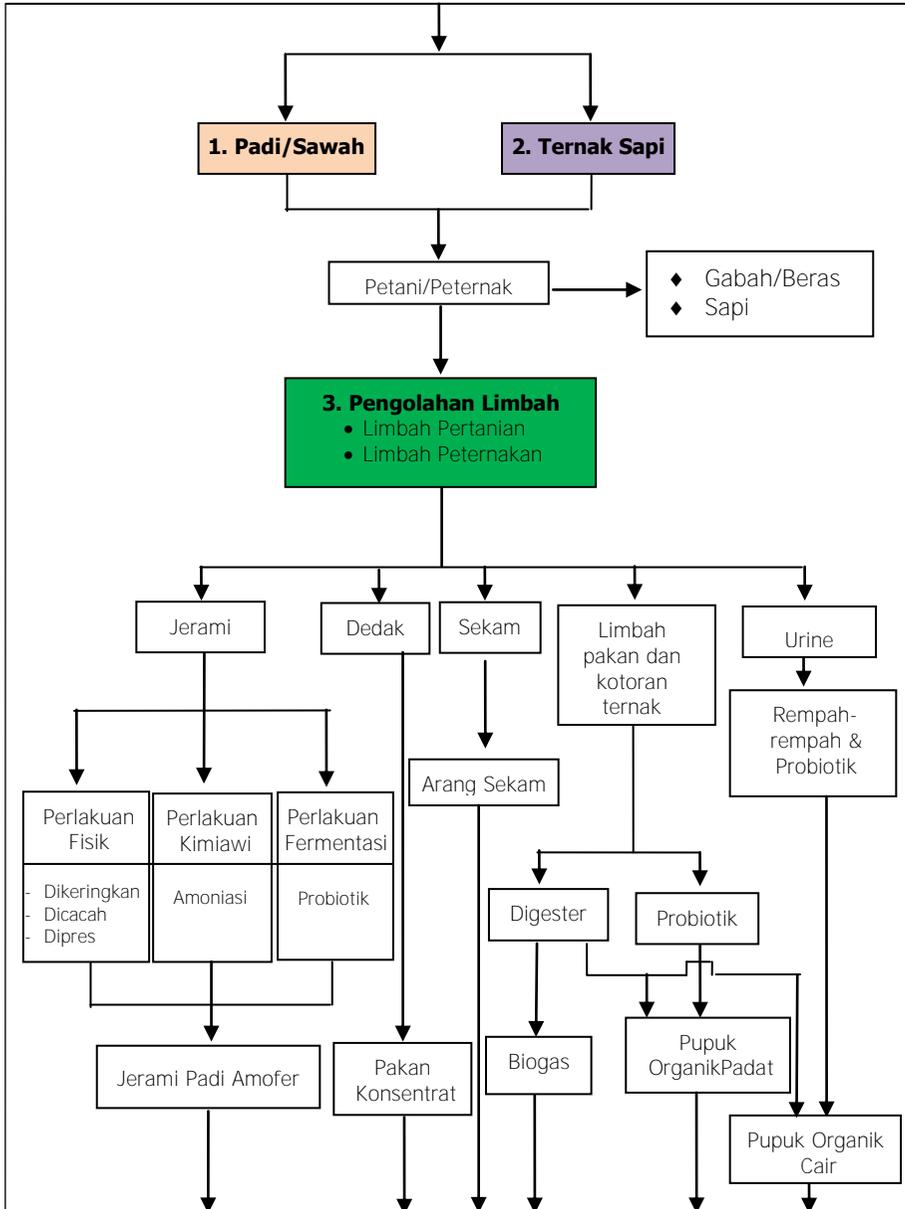
Bali (Fagi, *et al.*, 2009). Kondisi ini merupakan peluang bagi pengembangan usahatani perbibitan dan penggemukan sapi potong.

Sistem integrasi tanaman dan ternak adalah suatu sistem pertanian yang dicirikan oleh keterkaitan yang sinergis antara komponen tanaman dan ternak. Hijauan tanaman dan limbah hasil tanaman menjadi salah satu sumber pakan utama dan sebaliknya ternak menyediakan pupuk organik yang penting bagi pertumbuhan tanaman (Pasandaran *et al.*, 2006 *dalam* Bamualim dan Tiesnamurti, 2009). Sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi (SIPT) sebenarnya sudah sejak lama diterapkan atau dipraktekkan oleh para petani di Jawa Tengah. Para petani mengelola tanaman padi sekaligus memelihara sapi, baik untuk orientasi perbibitan maupun penggemukan sapi potong dalam skala kecil dan sederhana di samping rumah bahkan di dalam dapur rumahnya.

Penerapan sistem integrasi padi dan ternak sapi bersifat saling menguntungkan. Kotoran sapi dapat digunakan untuk memupuk areal persawahan yang dikelola petani dan jerami padi digunakan untuk pakan sapi yang dipelihara oleh petani. Pemberian pupuk organik dari kotoran ternak sapi pada areal persawahan mampu meningkatkan kesuburan tanah yang mempunyai arti penting untuk keberlanjutan usahatani padi. Disamping itu, kotoran sapi juga dapat diuraikan menjadi biogas untuk menghasilkan energi yaitu gas dan listrik. Terdapat tiga komponen teknologi utama dalam sistem integrasi ini, yaitu teknologi budidaya padi, teknologi budidaya ternak sapi potong dan teknologi pengolahan limbah padi dan ternak sapi potong (Gambar 1).

Penerapan sistem integrasi padi dan ternak sapi potong pada ekosistem sawah akan membuka peluang bagi petani padi sawah untuk meningkatkan pendapatannya melalui peningkatan produktivitas padi, peningkatan produktivitas sapi potong dan pemanfaatan limbah padi (jerami

padi, dedak dan katul) untuk pakan ternak sapi potong, sementara kotoran ternak sapi potong dapat dimanfaatkan untuk pupuk organik dan biogas.



Gambar 1. Skema sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong

Seperti telah diterangkan sebelumnya, pada SIPT terjadi hubungan timbal balik antara sumberdaya tanaman padi dan ternak sapi potong. Dalam hal ini, limbah tanaman padi (jerami) dan hasil samping dari penggilingan padi (dedak dan katul) dapat menjadi bahan pakan sapi potong untuk menghasilkan daging dan tenaga ternak. Sebaliknya limbah ternak sapi potong (kotoran dan urin) berubah status dari bahan pencemar lingkungan menjadi pupuk organik untuk mempertahankan dan meningkatkan kesuburan lahan sawah. Selain itu, kotoran ternak sapi potong dapat menjadi biogas sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan dan bahan bakar generator. Sementara itu, limbah dari penggilingan padi berupa sekam berubah status dari bahan pencemar lingkungan menjadi arang sekam, briket arang sekam dan bahan bakar untuk alat pengering gabah (*dryer*). Dengan demikian, SIPT merupakan salah satu sistem pertanian bebas limbah, dimana produk samping dan limbah dapat dikelola dan dimanfaatkan menjadi energi melalui proses bioindustri dan agroindustri dengan dukungan teknologi mekanisasi pertanian.

Penerapan sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong sejalan dengan sistem pertanian bioindustri berkelanjutan yang mengarahkan agar lahan pertanian dipandang sebagai satu industri dengan seluruh faktor produksi untuk menghasilkan produk utama pangan (untuk ketahanan pangan), juga produk lainnya (produk turunan, produk sampingan, produk ikutan dan limbah) yang dikelola menjadi bioenergi untuk kepentingan industri serta mengarahkan pengelolaan menuju *zero-waste* dengan prinsip *reduce*, *reuse* dan *recycle* (Kementerian Pertanian, 2014). Selain itu, penerapan sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong dapat mendukung program ketahanan pangan (padi dan daging sapi) melalui peningkatan produktivitas padi dan daging sapi, dan program ketahanan energi melalui pemanfaatan biogas sebagai sumber energi untuk memasak,

penerangan (listrik) dan bahan bakar generator serta sekam sebagai bahan bakar alat pengering gabah (*dryer*).

Penerapan teknologi mekanisasi pertanian atau penerapan alat dan mesin pertanian (alsintan) pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong mempunyai peran penting dan strategis dalam pencapaian swasembada padi (beras) berkelanjutan dan swasembada daging sapi. Teknologi mekanisasi pertanian dapat mendukung usahatani padi pada kegiatan (i) sub sistem prapanen (pengolahan tanah, tanam pindah bibit padi, penyemprotan, dan penyiangan gulma), (ii) sub sistem panen (pemotongan batang padi dan perontok padi), dan (iii) sub sistem pascapanen (pengeringan gabah, penggilingan gabah, dan pengolahan hasil samping dan limbah penggilingan padi). Disisi lain teknologi mekanisasi pertanian dapat berperan untuk mendukung usahatani sapi pada kegiatan (i) sub sistem pemeliharaan (penyediaan air bersih dan penimbangan bobot sapi), (ii) sub sistem pakan (pencacahan, fermentasi dan pengepresan jerami), (iii) sub sistem pupuk organik (pembuatan, penghalusan dan pengayakan pupuk organik), dan (iv) sub sistem energi (pembuatan dan pemanfaatan biogas).

Teknologi mekanisasi pertanian sebagai sistem pendukung (*supporting systems*) mempunyai peran sangat penting dan strategis dalam mendukung pembangunan pertanian dari pertanian yang sifatnya tradisional menuju ke pertanian modern antara lain pembangunan sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong berbasis mekanisasi. Menurut Birowo dalam Unadi dan Suparlan (2011) pertanian modern adalah modernisasi sistem dan usaha agribisnis yang harus mampu menjamin pengadaan pangan yang cukup untuk bangsa dan masyarakat. Pemanfaatan teknologi alat dan mesin pertanian yang mengacu kepada kondisi spesifik wilayah merupakan unsur penting untuk meningkatkan efisiensi produksi.

Handaka (2005) menyatakan bahwa pengembangan alat dan mesin pertanian selalu memiliki kaitan yang erat dengan perkembangan sistem usaha pertanian sehingga diperoleh efisiensi produksi dan nilai tambah dengan bertumpu pada keterbatasan tenaga kerja, kapital dan sumberdaya pertanian lainnya. Pemanfaatan alat dan mesin pertanian khususnya pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong bertujuan untuk mengisi kekurangan tenaga kerja dan meringankan beban kerja sehari-hari sehingga tercapai efisiensi dan mutu produksi sesuai dengan yang diharapkan. Menurut Irianto (2015) mekanisasi pertanian berperan untuk akselerasi dan peningkatan mutu produk dan daya saing baik produk pertanian primer maupun olahannya.

Alat dan mesin pertanian telah banyak digunakan dalam usahatani tanaman pangan (padi) dan peternakan (sapi potong). Penggunaan alat dan mesin pertanian telah dirasakan manfaatnya oleh petani, yaitu (i) usahatani padi dalam mempercepat pengolahan tanah, tanam, pengendalian hama, penyiangan gulma, panen, perontokan padi, pengeringan gabah, penggilingan padi, penepungan beras dan pengolahan hasil samping maupun limbah penggilingan padi, dan (ii) usahatani sapi potong dalam mempercepat proses pembersihan kandang, penyiapan hijauan pakan, pakan konsentrat, pengepresan jerami, pembuatan pupuk organik padat dan cair, serta pembuatan dan pemanfaatan biogas. Namun demikian jumlah alat dan mesin pertanian masih sangat sedikit dibanding dengan luas lahan dan jumlah kelompok ternak sapi potong.



## **BAB II**

# **PERAN DAN POSISI TEKNOLOGI MEKANISASI PERTANIAN DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI SIPT**

## 2.1. Konsep dan Penerapan SIPT di Lapangan

Konsep sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi telah diterapkan sejak lama oleh petani di Jawa Tengah, namun hasil yang diperoleh belum sesuai dengan yang diharapkan. Secara alamiah, SIPT mengikuti tiga azas yaitu (a) pemanfaatan dan konservasi sumberdaya alam, (b) keberlanjutan sistem biologi dan sumber bahan organik, dan (c) peningkatan pendapatan dan stabilitas produksi (Djajanegara, 2006 *dalam* Bamualim dan Tiesnamurti, 2009). Selanjutnya dikatakan lingkungan fisik, biologi dan sosial ekonomi petani berubah secara dinamis sejalan dengan tuntutan kebutuhan hidup yang semakin meningkat. Cara-cara konvensional ternyata tidak lagi mampu merespon dinamika tersebut tanpa intervensi teknologi yang seringkali memerlukan *input* lebih tinggi. Pengalaman membuktikan bahwa penggunaan teknologi modern yang mengabaikan nilai-nilai tradisional juga dapat menimbulkan dampak negatif berupa degradasi kualitas sumberdaya alam dan lingkungan. Oleh karena itu, SIPT yang dikembangkan perlu mengkombinasikan antara teknologi modern (mekanisasi pertanian) dengan kearifan lokal yang terbukti mampu mempertahankan stabilitas dan pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

Pengembangan SIPT sejak lama telah dikemas dalam berbagai program Kementerian Pertanian, yaitu Sistem Usahatani Terpadu (SUT), *Corporate Farming* (CF), Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T), Program Rintisan dan Akselerasi Pemasarakatan Inovasi teknologi Pertanian (Prima Tani) dan Pengembangan Unit Pengolah Pupuk Organik (UPPO). Menurut Priyanto *et al.*, (2009) dalam konsep program SUT, komponen ternak dalam model pengembangan diupayakan sebagai komponen usahatani terpadu dengan usaha pokok pertanian. Sedangkan program CF periode tahun 1999 – 2000, memfokuskan pada konsep pengembangan usahatani secara *corporate*, yakni konsolidasi lahan petani

dalam kelompok, yang didukung dengan kepemilikan saham kelompok dalam kawasan hamparan tertentu. Dalam implementasi di lapangan model penggabungan lahan tidak dapat dilakukan oleh petani karena tradisi adat maupun status peran dan fungsi lahan bagi petani. Dalam pelaksanaannya, konsep *corporate* diubah menjadi *cooperatif farming*, yakni hanya dikelola secara bersamaan (tanpa menggabungkan asset lahan). Komponen ternak sapi potong adalah sebagai komponen utama pendukung usahatani pada kondisi lahan sawah yang dikelola petani. Sementara program P3T periode tahun 2002-2003, mengkombinasikan usahatani ternak sapi potong sebagai sumber pupuk organik untuk memperbaiki struktur tanah (Haryanto *et al.*, 2002). Dalam konsepnya, di lahan hamparan tanaman padi 100 ha dikembangkan ternak sapi potong 80 ekor secara berkelompok sebagai bahan sumber kompos (Priyanto *et al.*, 2009).

Prima Tani periode 2005-2010, memfokuskan pada konsep Sistem Usaha Intensifikasi Diversifikasi (SUID) dan Agribisnis Industrial Pedesaan (AIP). Sebagian besar lokasi Prima Tani di Jawa Tengah mengembangkan sistem integrasi tanaman dan ternak (SITT) disesuaikan dengan potensi secara spesifik dimasing-masing lokasi. Pada lokasi Prima Tani agroekosistem sawah dikembangkan sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong. Inovasi teknologi yang diterapkan dalam mendukung usahatani padi adalah pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) padi sawah dengan dukungan teknologi mekanisasi meliputi mesin pengolah lahan (traktor roda 2), alat penyemprot (manual *sprayer*), pompa air, alat pemotong batang padi (sabit biasa dan bergigi) dan mesin perontok padi (*power thresher*). Sedangkan dukungan inovasi teknologi pada usahatani ternak sapi antara lain pengolahan pakan sapi dari jerami, dedak dan bekatul, pengolahan pupuk organik dari kotoran dan urin sapi, pengolahan kotoran sapi untuk energi (biogas). Inovasi teknologi mekanisasi yang diterapkan pada

usahatani ternak sapi meliputi pompa air, timbangan ternak, alat pengolah pupuk organik (APPO) dan reaktor biogas (*digester*). Contoh SIPT pada lokasi Prima Tani Kabupaten Sukoharjo di Desa Palur Kecamatan Mojolaban diimplementasikan pada 4 kelompok tani, yaitu kelompok tani Masudi Kromo Boga, Marsudi Raharjo, Marsudi Utomo, dan Marsudi Roso. Inovasi teknologi yang diterapkan meliputi pendekatan PTT padi sawah, kandang komunal kapasitas 10-20 ekor sapi, tempat pengolahan pupuk organik, tempat pengolahan dan penyimpanan jerami fermentasi dengan dukungan teknologi mekanisasi traktor 2 roda, manual *sprayer*, pompa air, sabit biasa dan sabit bergigi, *power thresher*, timbangan sapi, pompa air dan APPO.

Pada periode tahun 2010-sekarang, Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian meluncurkan kegiatan Pengembangan Unit Pengolah Pupuk Organik (UPPO). Paket bantuan sosial tersebut berupa satu unit UPPO yang diberikan kepada kelompok tani/Gapoktan terdiri dari (i) satu unit bangunan rumah kompos, (ii) satu unit bangunan bak fermentasi, (iii) satu unit alat pengolah pupuk organik (APPO), (iv) satu unit kendaraan roda 3, (v) satu unit bangunan kandang komunal, (vi) 10 ekor ternak sapi potong dan (vii) bantuan pakan ternak untuk 6 bulan. Tujuan memfasilitasi bantuan UPPO adalah untuk mendukung petani dalam kemandirian mengembangkan pupuk organik dalam upaya memperbaiki kesuburan lahan untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Dengan bantuan UPPO tersebut, diharapkan petani dapat memproduksi dan menggunakan pupuk organik *insitu* secara optimal (Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, 2015). Paket UPPO tersebut merupakan bentuk sistem integrasi tanaman (tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan rakyat) dan ternak sapi potong.

Contoh implementasi UPPO pada lahan sawah antara lain (1) UPPO yang diimplementasikan pada lahan sawah tadah hujan dengan pola tanam

padi-kedelai/jagung/kacang hijau-tembakau adalah UPPO kelompok tani Barokah Makmur Desa Kebonagung Kecamatan Tegowanu Kabupaten Grobogan. Kelompok tani tersebut mendapat bantuan satu unit UPPO pada tahun 2015 terdiri dari (i) satu unit kandang komunal sapi, (ii) sepuluh ekor sapi potong terdiri dari 9 ekor betina dan 1 ekor jantan, (iii) mesin pencacah rumput, (iv) kendaraan roda 3 “VIAR”, (v) gudang penyimpanan pakan dan (vi) tempat untuk mengolah pupuk organik serta (vii) sumur dan pompa air yang diadakan oleh kelompok tani, (2) UPPO yang diimplementasikan pada lahan tadah hujan dengan pola tanam padi-padi-kedelai/jagung/kacang hijau) adalah UPPO kelompok tani Subur Makmur I Desa/Kecamatan Tanggungharjo Kabupaten Grobogan. Kelompok tani tersebut mendapat bantuan satu unit UPPO pada tahun 2011, sarana dan prasarana yang dimiliki pada saat ini (2016) antara lain (i) dua unit kandang komunal sapi, (ii) 43 ekor sapi potong, (iii) satu unit mesin pencacah rumput, (iv) satu unit kendaraan roda 3 “VIAR”, (v) satu unit sumur dan pompa air untuk pemeliharaan ternak, (vi) satu unit gudang penyimpanan pakan dan (vii) satu unit tempat pengolah pupuk organik dan kelompok tani Loh Jinawi III Desa Boloh Kecamatan Toroh mendapat bantuan satu unit UPPO pada tahun 2011, sarana dan prasarana yang dimiliki pada saat ini (2016), yaitu (i) satu unit kandang komunal sapi, (ii) 35 ekor sapi potong, (iii) satu unit APPO, (iv) satu unit kendaraan roda 3 “VIAR”, (v) satu unit sumur dan pompa air, (vi) satu unit gudang penyimpanan pakan, (vii) satu unit tempat pengolah pupuk organik, dan (viii) satu unit instalasi biogas, dan (3) UPPO yang diimplementasikan pada lahan sawah irigasi dengan pola tanam padi-padi-padi, yaitu kelompok tani Sido Makmur 3 Desa Jungke Kecamatan Karanganyar Kabupaten Karanganyar. Pada tahun 2015 terdiri dari (i) satu unit bangunan rumah kompos, (ii) satu unit bangunan bak fermentasi, (iii) satu unit alat pengolah pupuk organik (APPO), (iv) satu unit kendaraan roda

3, (v) satu unit bangunan kandang komunal, (vi) 10 ekor sapi potong dan (vii) bantuan pakan ternak untuk 6 bulan.

Penerapan mekanisasi pertanian pada sistem integrasi padi dan ternak sapi terbukti dapat meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga kerja, menekan atau mengurangi kehilangan hasil (gabah) meningkatkan kualitas gabah dan beras yang dihasilkan pada usahatani padi, sedangkan pada usahatani ternak juga terbukti dapat meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga kerja, kualitas pupuk organik, dan menekan volume jerami fermentasi serta meningkatkan kebersihan kandang.

Ada empat komponen utama pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong berbasis mekanisasi yaitu (1) Teknologi budidaya padi, (2) Teknologi budidaya ternak sapi potong, (3) Teknologi pengolahan limbah padi dan ternak sapi potong, dan (4) Teknologi pendukung, yaitu teknologi mekanisasi pertanian. Posisi teknologi mekanisasi pertanian dalam SIPT disajikan pada Gambar 2.

Teknologi budidaya padi dapat dikembangkan dengan pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) yaitu dengan memanfaatkan pupuk organik dari hasil pengolahan limbah ternak. Penerapan PTT pada usahatani padi sawah dengan dukungan teknologi mekanisasi pertanian selain dapat meningkatkan produktivitas, kualitas gabah, dan pendapatan petani, juga berguna untuk mempertahankan dan meningkatkan kesuburan lahan, sehingga terjadi keberlanjutan produksi dan sumberdaya lahan (Haryanto *et al*, 2003; Suhendrata, 2009). Sementara itu, penerapan teknologi budidaya sapi potong mencakup bibit/bakalan, sistem perkandangan, pemberian pakan dan manajemen pemeliharaan dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani (Ernawati dan Budiharto, 2002; Ernawati dan Nuschati, 2006; Suhendrata, 2009).



dalam reaktor biogas (*digester*) menghasilkan biogas sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan (listrik) dan bahan bakar generator, dan limbah berupa *slurry* (cair) dan *sludge* (padat) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan bagi ikan dan sebagai pupuk untuk tanaman padi (Ernawati dan Budiharto, 2002; Haryanto *et al.*, 2003; Muryanto *et al.*, 2006; Widodo *et al.*, 2008).

## **2.2. Introduksi Teknologi Mekanisasi Pertanian dalam SIPT**

Teknologi mekanisasi pertanian dapat diterapkan pada kegiatan usahatani padi, usahatani ternak sapi potong dan usaha pengolahan limbah. Teknologi mekanisasi pertanian untuk mendukung usahatani padi pada kegiatan (i) sub sistem prapanen: pengolahan tanah (traktor roda 2 dan roda 4), persemaian (dapog dan penebar benih/seedler), tanam pindah bibit padi (*rice transplanter*), penyemprotan (*battery sprayer*) dan penyiangan gulma (*power weeder*), (ii) sub sistem panen: pemotongan batang padi (*paddy reaper* dan *mower*), perontok padi (*power thresher*) dan pemanen padi (*combine harvester*), dan (iii) sub sistem pascapanen: pengeringan gabah (*dryer*), penggilingan padi (*rice milling unit*) dan pengolahan hasil samping dan pengolahan limbah penggilingan padi.

Penerapan mekanisasi pertanian pada SIPT dapat meningkatkan kinerja pada kegiatan usahatani padi, usahatani ternak sapi potong dan pengolahan limbah padi dan ternak sapi potong. Sebagai contoh peningkatan kinerja pada usahatani padi antara lain (1) pengolahan lahan sampai dengan siap tanam secara manual menggunakan tenaga kerja manusia memerlukan 30-40 orang/hari/ha sedangkan menggunakan traktor tangan (*hand tractor*) atau traktor dua roda 2 hari/ha, (2) tanam pindah bibit padi secara manual menggunakan tenaga manusia (konvensional) memerlukan tenaga kerja 10-15 orang/hari/ha, menggunakan mesin tanam pindah bibit padi (*rice transplanter*) hanya memerlukan tenaga kerja 2-3 orang dalam waktu 5-6

jam/ha dengan hasil lebih presisi dan konsisten, (3) penyiangan gulma secara manual menggunakan tangan manusia 20-30 HOK/ha, semi mekanis menggunakan gasrok 70 jam/ha dan mekanis menggunakan mesin penyiangan gulma (*power weeder*) 15/jam/ha untuk satu arah dan 27 jam/ha untuk dua arah, (4) panen padi: pemotongan batang padi menggunakan sabit dan perontokan menggunakan *power thresher* memerlukan tenaga kerja 20-25 orang/ha/hari sedangkan menggunakan mesin panen padi (*combine harvester*) ukuran kecil 8-10 jam/ha, ukuran sedang 4-7 jam/ha dan ukuran besar 2-3 jam/ha (Suhendara *et al.*, 2015; Suhendrata, 2015e). Penggunaan mekanisasi selain meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga kerja juga meningkatkan efisiensi biaya proses kegiatan (Tabel 1), menekan kehilangan hasil (gabah), meningkatkan mutu dan harga jual gabah sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani.

Dari uraian di atas dapat dilihat bahwa teknologi mekanisasi pertanian pada usahatani padi sudah diterapkan pada setiap tahapan budidaya padi kecuali pada kegiatan pemupukan baik penyebaran pupuk anorganik maupun organik. Teknologi mekanisasi yang relatif masih baru bagi petani adalah mesin tanam pindah bibit padi sistem tanam tegel (*rice transplanter*) diintroduksikan pada tahun 2005, 2009-2011 dan mulai berkembang pada tahun 2012, mesin tanam pindah bibit padi sistem tanam jajar legowo 2:1 (*indo jarwo transplanter*) diintroduksikan pada tahun 2014 dan mulai diadopsi pada awal 2016. Sementara itu mesin panen padi (*combine harvester*) ukuran besar diintroduksikan pada tahun 2012 dan langsung diadopsi oleh petani, mesin panen padi (*combine harvester*) ukuran kecil dan sedang diintroduksikan pada tahun 2013 dan mulai diadopsi oleh petani pada 2014. Sedangkan mesin penyiangan gulma 2 roda (*power weeder*) diintroduksikan pada tahun 2013 dan mulai diminati petani pada tahun 2015. Lamanya proses adopsi dikarenakan harga alsintan tersebut relatif mahal

sehingga tidak terjangkau oleh kelompok tani/gapoktan/UPJA. Teknologi mekanisasi yang diintroduksikan relatif dapat berkembang di lapangan karena adanya bantuan alsintan (mesin tanam pindah bibit padi, mesin panen ukuran kecil, sedang dan besar) dari pemerintah sehingga petani dapat mengenali teknologi dan merasakan manfaat dari penerapan alsintan tersebut.

Tabel 1. Perbandingan kinerja secara manual dan menggunakan alat dan mesin pertanian (alsintan) pada usahatani padi

Jenis Kegiatan	Mekanis	Manual
1. Pengolahan tanah	Traktor tangan	Cangkul
	1-2 orang	30-40 orang
	16 jam/ha	240-400 jam/ha
	Rp. 900.000 -1.200.000	Rp. 2.000.000 - 2.500.000
2. Penanaman bibit	<i>Rice transplanter</i>	Tangan
	2 orang	25 orang
	5-6 jam/ha	150 jam/ha
	Rp. 750.000	Rp. 1.250.000
3. Penyiangan gulma	<i>Power weeder</i>	Tangan
	1-2 orang	10-15 orang
	15-27 jam/ha	130-180 jam/ha
	Rp. 750.000	Rp. 1.500.000
		Semi mekanis (gasrok)
		6-8 orang
	90-120 jam/ha	
	Rp. 1.050.000	
4. Potong batang padi	<i>Paddy mower</i>	Sabit
	18-20 jam/ha	150 jam/ha
	<i>Paddy reaper</i>	
	3-4 jam/ha	
5. Panen padi	<i>Combine harvester</i> ukuran:	Sabit dan gebot
	Kecil : 2-3 orang,	20-30 orang
	8-10 jam/ha	160-240 jam/ha
	Sedang: 3-4 orang	Rp. 2.000 000-2.500.000
	4-7 jam/ha	Sabit dan power thresher
	Besar : 4-6 orang	20-25 orang
	2-3 jam/ha	5-6 jam/ha
Rp. 1.950.000- 2.250.000	Rp. 2.000 000-2.500.000	

Teknologi mekanisasi dapat mendukung usahatani sapi pada kegiatan (i) sub sistem pemeliharaan: penimbangan bobot sapi (timbangan ternak), dan penyediaan air bersih (pompa air), (ii) sub sistem pakan: pencacahan (*chopper*), fermentasi dan pengepresan jerami padi (mesin pengepres), (iii) sub sistem pupuk organik: pembuatan, penghalusan, pengayakan (APPO dan granulator) dan pengemasan pupuk organik, dan (iv) sub sistem energi (pembuatan dan pemanfaatan biogas). Namun demikian, teknologi mekanisasi pada usahatani sapi potong dan usaha pembuatan pupuk organik belum berkembang seperti pada usahatani padi.

Peran dan fungsi teknologi mekanisasi dalam sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong akan menjadi sangat strategis dan dapat memberikan manfaat teknis, ekonomis serta sosial apabila pemilihan dan penggunaan serta manajemen alat dan mesin pertanian tepat dan benar dan akan terjadi sebaliknya bila pemilihan, penggunaan dan manajemen tidak tepat dan benar.

Manfaat pengembangan SIPT berbasis mekanisasi antara lain (a) Tersedianya sumber pakan (jerami, dedak dan katul) untuk pakan sapi potong, (b) Tersedianya sumber pupuk organik (kotoran dan urin sapi potong) berfungsi sebagai pupuk untuk memperbaiki sifat fisik, sifat kimia, dan biologi tanah pertanian, (c) Tersedianya sumber energi terbarukan (biogas dari kotoran sapi potong dan bahan bakar pengering padi dari sekam), (d) Peningkatan produktivitas dan produksi padi dan ternak sapi potong, (e) Peningkatan efisiensi usahatani padi dan ternak sapi potong, dan (f) Peningkatan pendapatan petani/peternak. Masalah yang dihadapi dalam pengembangan SIPT berbasis mekanisasi antara lain (a) Tingkat pengetahuan dan keretampilan di tingkat petani masih rendah, (b) Kekurangan modal usaha untuk pengadaan sapi potong dan alsintan, dan (c) Manajemen usahatani masih lemah. Dengan pengembangan SIPT berbasis mekanisasi

diharapkan sumberdaya lahan sawah akan terpelihara (pemulihan kondisi lahan sawah yang "sakit" dan peningkatan produktivitas lahan) dan terjadi peningkatan produksi padi, sapi potong dan pendapatan petani.

Terlepas dari permasalahan tersebut di atas, pengembangan sistem integrasi padi dan sapi potong berbasis mekanisasi akan lebih cepat dan berkelanjutan apabila dilakukan dengan menggunakan pendekatan kelembagaan kelompok, yaitu usahatani padi dan ternak sapi potong dikelola oleh kelompok tani atau gapoktan dimana kepemilikan lahan sawah dan ternak sapi potong tetap di kuasai oleh masing-masing individu tetapi kegiatan individu tersebut dilakukan dan digabung menjadi satu kesatuan kelompok seperti pengumpulan, fermentasi dan penyimpanan jerami, pembuatan pupuk organik, pembuatan dan pemanfaatan biogas dan pemasaran hasil. Sedangkan pengelolaan alat dan mesin pertanian dikelola oleh usaha pelayanan jasa alsintan (UPJA) baik berada di dalam maupun di luar kelompok tani atau gapoktan. Dalam hal ini, petani penggarap atau pemilik lahan sawah sebagai pengguna jasa alsintan sedangkan UPJA sebagai penyedia jasa alsintan. Usaha pelayanan jasa alat dan mesin pertanian (UPJA) adalah suatu lembaga ekonomi perdesaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan) baik di dalam maupun di luar kelompok tani atau gapoktan untuk mendapatkan keuntungan usaha (Kementerian Pertanian, 2008). Tujuan dibentuknya UPJA adalah untuk memberi kemudahan kepada petani dalam mendapatkan pelayanan jasa alsintan yang lebih baik dan lebih murah sehingga terjamin dan terjaganya kepastian dalam pengelolaan sistem integrasi padi dan sapi potong berbasis mekanisasi.



# **BAB III**

## **KINERJA TEKNOLOGI MEKANISASI PERTANIAN PADA SIPT**

### **3.1. Teknologi Mekanisasi Pertanian Pada Usahatani Padi**

Strategi pembangunan sektor pertanian khususnya komoditas padi difokuskan pada upaya mendorong percepatan proses perubahan dari sistem pertanian tradisional ke sistem pertanian yang maju dan modern, serta dari sistem pertanian subsisten ke sistem pertanian yang berorientasi pasar. Untuk memenuhi tuntutan di atas, alternatif inovasi teknologi yang relevan adalah teknologi mekanisasi pertanian. Sudah saatnya dilakukan penerapan mekanisasi pertanian meskipun tetap dilaksanakan secara selektif. Penggunaan alat dan mesin pertanian saat ini sudah merupakan suatu kebutuhan terutama bagi daerah yang mengalami kelangkaan tenaga kerja pertanian.

Mekanisasi pertanian pada usahatani padi sawah adalah penerapan alat dan mesin pertanian (alsintan) sejak tahap prapanen, panen sampai dengan pascapanen. Tujuan penerapan alsintan yaitu untuk menggantikan aktivitas atau kegiatan yang tidak dapat dilakukan secara manual, selain itu juga untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas usahatani padi. Penerapan alsintan pada usahatani padi mempunyai peranan yang sangat penting dan strategis dalam rangka mendukung pemenuhan produksi padi yang terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Alat dan mesin pertanian berperan terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi waktu, tenaga dan biaya, mengurangi beban kerja petani, menekan/mengurangi susut hasil, meningkatkan mutu dan nilai tambah gabah, meningkatkan kenyamanan kerja, pendapatan dan kesejahteraan petani. Teknologi mekanisasi pertanian memberi kontribusi pada usahatani padi sawah dalam 3 sub sistem yaitu (A) sub sistem prapanen dan (B) sub sistem panen dan (C) sub sistem pascapanen.

## A. Sub Sistem Prapanen

Posisi dan fungsi teknologi mekanisasi pertanian pada sub sistem prapanen berperan dalam aktivitas atau kegiatan: (1) pembuatan persemaian (*seeder* atau *sowing machine*) untuk tanam menggunakan *rice transplanter*, (2) pengolahan tanah (mesin traktor roda 2 dan roda 4), (3) tanam pindah bibit padi (*rice transplanter*), (4) penyemprotan (*battery/power sprayer*), (5) penyiapan air irigasi (pompa air), dan (6) penyiangan gulma (*power weeder*).

### 1. Alat penebar benih (*seeder* atau *sowing machine*)

Untuk tanam pindah bibit padi menggunakan *rice transplanter* diperlukan bibit padi yang memenuhi persyaratan tertentu. Untuk mendapatkan bibit tersebut diperlukan persemaian khusus, yaitu persemaian menggunakan dapog atau kotak persemaian (*tray*). Untuk mempercepat proses penebaran benih digunakan alat penebar benih (*seeder*), yang berfungsi untuk menebarkan benih pada permukaan tanah di kotak persemaian agar kerapatan benih rata dan seragam. Alat tersebut dapat juga digunakan untuk menyebarkan tanah dalam penutupan benih dengan media tanah (Tabel 2 dan Gambar 3). Kecepatan penebaran benih 2-3 detik/kotak persemaian lebih cepat dibandingkan dengan cara manual yaitu sekitar 1-2 menit/dapog (Suhendrata, 2015c).

Tabel 2. Spesifikasi alat penebar benih (*seeder*) SR-K610ID

Model	Mesin penabur benih SR-K610ID	
Dimensi	• Panjang	339 mm
	• Lebar	770 mm
	• Tinggi	268 mm
Berat	± 8 kg	
Volume hopper	± 16 liter	
Lebar penyemaian	580 – 590 mm	
Kecepatan penyemaian	2-3 detik/kotak	

Sumber: PT. Kubota (2010)



Gambar 3. Penebaran dan penutupan benih pada kotak persemaian (*tray*) dengan tanah cara manual dan menggunakan *seeder*

Sistem persemaian padi menggunakan dapog dapat dilaksanakan dengan persemaian sistem kering yang dilakukan di luar lahan sawah. Pada umumnya di tanah darat/pekarangan rumah. Untuk menghemat lahan dapat dilakukan dengan persemaian sistem rak. Rak berfungsi sebagai tempat penyusunan dapog dan pemeliharaan persemaian. Persemaian ini juga dapat dilakukan dengan sistem basah di lahan sawah dengan cara membuat bedengan dan caren/parit air seperti pada persemaian konvensional, dapog disusun pada bedengan. Yang terakhir adalah persemaian kombinasi sistem kering dan basah, yaitu sistem kering dilakukan pada tahap awal persemaian yaitu mulai pengisian media sampai dengan penutupan dengan terpal, dibiarkan sampai dengan umur 4-5 HSS. Kemudian dapog dipindah ke lahan

sawah pada umur 4-5 HSS sampai dengan bibit siap tanam (Suhendrata, 2015c). Pada umumnya usaha persemaian dalam dapog dilakukan dengan sistem kering di halaman rumah dan tempat penjemuran/pengeringan gabah.

Keunggulan persemaian sistem kering dibandingkan dengan cara konvensional antara lain:

- a) Persemaian dilakukan di luar lahan sawah, biasanya di pekarangan rumah, tempat penjemuran gabah dll,
- b) Mengurangi risiko serangan hama dan penyakit,
- c) Mengurangi risiko banjir, dan
- d) Mudah dalam pemeliharaan.

Adapun kelemahan dari persemaian sistem kering menggunakan dapog antara lain:

- a) Harus dilakukan penyiraman dengan menggunakan gembor (alat penyiram) satu sampai dua kali sehari, dan
- b) Perlu dijaga dari gangguan ayam yang umumnya banyak berkeliaran di pekarangan.

Tahapan pembuatan persemaian sistem kering menggunakan dapog adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan terdiri dari (a) media tanah halus 2,5-3,0 kg/dapog dan pupuk organik 0,5-1,0 kg/dapog, (b) benih padi 30 kg/ha, (c) pupuk NPK 3 g/dapog, (d) dapog 200 buah/ha untuk sistem tanam tegel (ukuran dapog 28 x 58 x 3 cm) dan 300 buah/ha untuk sistem tanam jajar legowo (ukuran dapog 18 x 58 x 3 cm), (e) timbangan, (f) terpal, (g) penabur benih (*seeder*), (h) papan perata media (i) gembor, dan (j) penutup dapog: daun pisang/jerami/terpal,
2. Seleksi, perendaman dan pemeraman benih: Seleksi benih bertujuan untuk memisahkan benih yang bernas dan setengah hampa atau hampa. Seleksi benih dilakukan dengan larutan ZA 20 g/liter air. Benih yang mengapung

dibuang dan benih yang tenggelam berarti benih yang bagus direndam selama 24 jam, kemudian benih ditiriskan dan diperam selama 24 jam. Sebelum dilaksanakan penebaran benih dilakukan perlakuan benih menggunakan insektisida berbahan aktif fiprofil dengan dosis 12,5-15 ml/kg benih. Hal tersebut untuk mencegah bibit padi terserang penggerek batang padi,

3. Pembuatan persemaian: (a) pemasangan koran pada alas dapog, (b) pengisian dapog dengan media tanah dan pupuk organik dengan perbandingan 4:1 atau media tanah dan pupuk NPK halus sebanyak 3 g/dapog dengan ketebalan  $\pm 2$  cm, (c) penyiraman media sampai air menetes dari dasar dapog, (d) penaburan benih menggunakan *seeder* atau secara manual dengan benih  $\pm 1$  gelas aqua (200 ml) untuk sistem tanam tegel dan  $\pm 0,75$  gelas aqua untuk sistem tanam jajar legowo 2:1, (e) penutupan benih dengan media tanah dengan ketebalan  $\pm 0,5$  cm menggunakan *sedeer* atau cara manual, (f) penumpukan dan penutupan dapog dengan terpal atau penyusunan dapog langsung di lahan persemaian dan penutupan dapog dengan daun pisang/jerami/ terpal, (g) pembukaan penutup dapog pada hari ke 4 setelah penyebaran benih, (h) bila menggunakan sistem penumpukan dapog maka hari ke 4 dilakukan pemindahan dan penyusunan dapog di lahan persemaian dan penyiraman, penyiraman dilakukan dilakukan setiap hari di pagi hari,
4. Perawatan persemaian: bila daun bibit berwarna kuning, dipupuk dengan larutan NPK (1 g NPK/dapog/0,5 l air) kemudian disiram/dibilas dengan air sebanyak 0,5 l/dapog, dan
5. Panen bibit: bibit siap ditanam pada umur 12-18 hari setelah semai, bibit digulung seperti menggulung karpet (Gambar 4).



Gambar 4. Persemaian sistem kering langsung di halaman rumah

## 2. Mesin pengolah tanah (Traktor)

Pengolahan tanah merupakan salah satu faktor penting dalam usahatani padi, karena pengolahan lahan merupakan proses awal sebelum kegiatan penanaman. Dengan pengolahan lahan yang baik maka diharapkan kondisi tanah menjadi lebih baik. Tujuan pengolahan tanah 1) memperbaiki struktur tanah agar menjadi lebih gembur, 2) membersihkan dan meratakan permukaan tanah, dan 4) mengendalikan pertumbuhan gulma. Dengan pengolahan tanah, gulma akan mati dan membusuk menjadi pupuk organik, aerasi tanah menjadi lebih baik, lapisan bawah tanah menjadi jenuh air sehingga dapat menghemat air.

Sebelum ada traktor, pengolahan tanah atau lahan sawah biasanya dilakukan secara manual (tenaga manusia) menggunakan cangkul dan ternak/hewan sebagai penarik bajak, gelebek dan garu. Kata traktor berarti alat penghela/penarik sehingga fungsi utama traktor adalah untuk menghela atau menarik sesuatu, yaitu selain sebagai alat penarik dan penggerak alat pengolah tanah, juga sebagai penarik gerobag atau *trailer* (Gambar 5). Berdasarkan jumlah roda traktor dapat dipilahkan menjadi traktor 2 roda dan traktor 4 roda.

### 2.1. Traktor roda dua (2)

Traktor roda dua sering disebut juga sebagai traktor tangan (*hand tractor*). Traktor roda dua adalah traktor yang mempunyai poros roda tunggal dan dilengkapi motor penggerak diesel satu silinder dengan daya antara 3-12 hp. Berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan, traktor roda dua dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu 1) traktor tangan berbahan bakar solar, 2) traktor tangan berbahan bakar bensin, dan 3) traktor tangan berbahan bakar minyak tanah (kerosin), sedangkan berdasarkan kapasitasnya, traktor roda dua dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu 1) traktor roda dua berukuran kecil dengan tenaga penggeraknya kurang dari 5 hp, 2) traktor roda dua berukuran sedang dengan tenaga penggeraknya antara 5 - 7 hp, dan 3) traktor roda dua berukuran besar dengan tenaga penggeraknya antara 7-12 hp. Traktor roda dua dengan bahan bakar bensin dan minyak tanah biasanya berukuran kurang dari 7 hp. Jenis motor yang paling banyak digunakan traktor 2 roda di Jawa Tengah adalah motor berbahan bakar solar.

Alat-alat bantu pada traktor roda dua adalah 1) unit roda (roda ban, roda pengatur kedalaman bajakan, roda besi dan roda apung), 2) unit peralatan (bajak singkal, bajak rotary, gelebeg, *ridger*, *trailer*, dan pengapung). Traktor roda dua pada umumnya dapat dioperasikan pada semua lahan sawah yaitu lahan sawah yang ukuran petakan kecil/sempit dan petakan

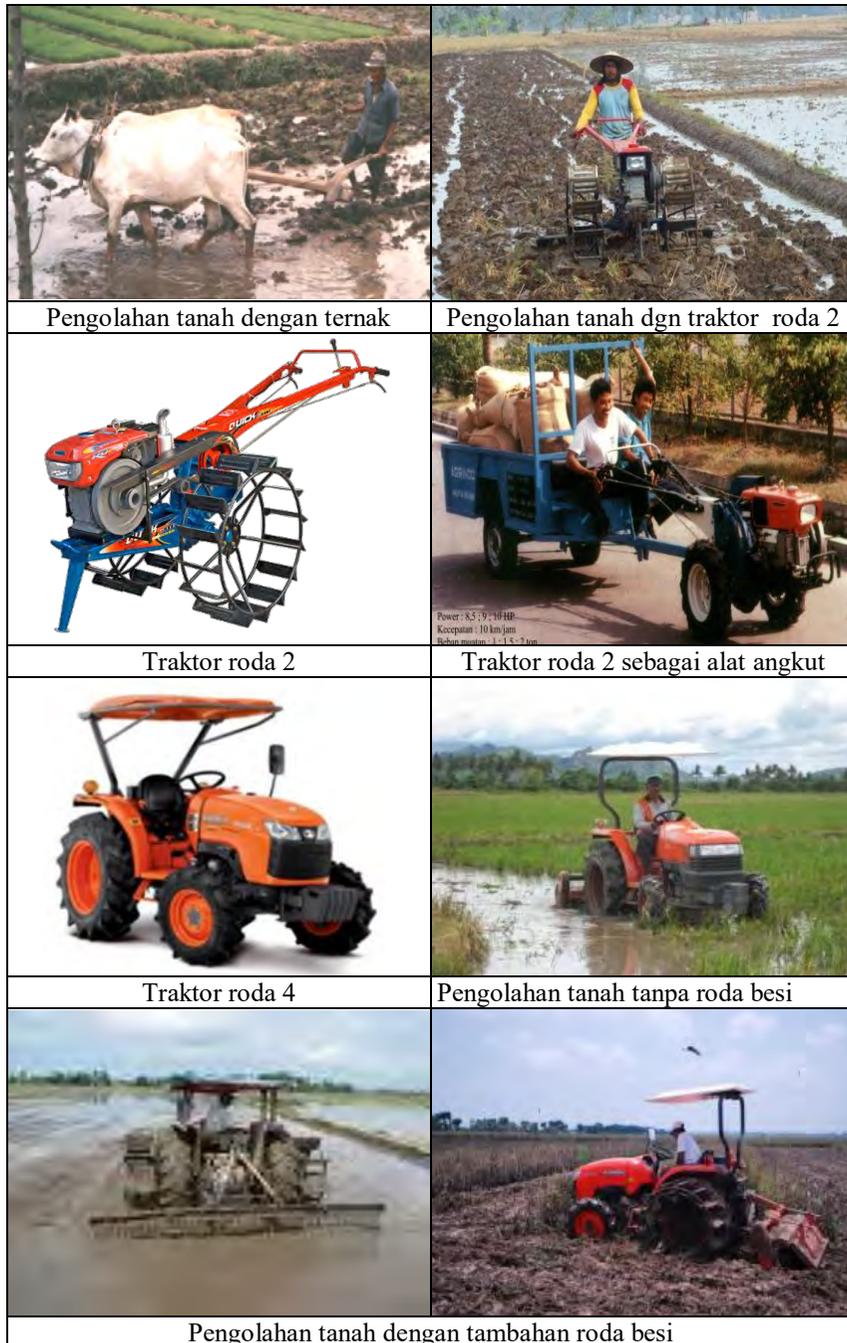
luas. Pada pengoperasian traktor roda dua operator/pengemudi berjalan dibelakangnya, alat kemudi berupa stang yang dipegang dengan tangan kanan dan kiri. Kapasitas kerja pengolahan tanah dengan traktor roda dua sampai siap tanam adalah 2 hari/ha.

Kelebihan traktor roda dua dibanding traktor roda empat antara lain 1) harganya lebih murah, 2) konstruksinya lebih sederhana, sehingga perawatan lebih mudah, biaya pemeliharaan lebih murah, 3) bisa dirakit sendiri, 4) mampu untuk digunakan pada petak yang kecil dan besar serta petak yang berada di tengah sawah. Traktor roda empat membutuhkan adanya jalan ke tiap petak yang akan dikerjakan. Sedangkan traktor roda dua dapat melintas melalui sawah sebelahnya, dan 5) penggunaannya lebih mudah, tidak memerlukan ketrampilan yang tinggi.

Dalam implementasi di lapangan, pengolahan tanah menggunakan traktor roda dua memerlukan tenaga kerja 1 - 2 orang/ha, waktu kerja 16 jam/ha dan biaya Rp. 900.000 - 1.200.000/ha, sedangkan pengolahan lahan secara manual (cangkul) memerlukan tenaga kerja 30 - 40 orang hari/ha, waktu kerja 240 - 400 jam/ha dan biaya Rp. 2.000.000 -2.500.000/ha (Balai Alsintan dan Pengujian Mutu Hasil Pertanian Jawa Tengah, 2015).

## 2.2. Traktor roda empat

Traktor roda empat merupakan traktor yang mempunyai dua buah poros roda (beroda empat). Traktor roda empat digerakkan oleh motor diesel dua silinder atau lebih, mempunyai 6 kecepatan maju, dan 2 kecepatan mundur, yang dibedakan menjadi 4 macam kecepatan rendah (termasuk kecepatan mundur) dan 4 macam kecepatan tinggi (termasuk kecepatan mundur). Traktor roda empat dengan daya besar dimana dalam mengoperasikannya sama dengan mengendarai mobil yang dilengkapi dengan stir kemudi sebagai pengendali arah dengan operator duduk.



Gambar 5. Pengolahan lahan menggunakan tenaga ternak dan traktor roda 2 dan roda 4

Berdasarkan kapasitasnya, traktor roda 4 dibedakan menjadi 1) traktor mini (17-29 hp), 2) traktor sedang (29-60 hp), dan 3) traktor besar (60-107 hp). Traktor roda 4 mempunyai tenaga yang cukup besar sehingga cocok digunakan pada areal persawahan yang luas. Apabila areal persawahanya dalam maka traktor ini bisa memakai roda apung.

### 3. Mesin tanam pindah bibit padi (*Rice transplanter*)

Mesin tanam pindah bibit padi (*rice transplanter*) adalah jenis mesin penanam padi yang dipergunakan untuk menanam bibit padi yang telah disemaikan pada areal khusus dengan umur tertentu, pada areal tanah sawah kondisi siap tanam. *Rice transplanter* merupakan alat penanam bibit dengan jumlah, kedalaman, jarak dan kondisi penanaman yang seragam. *Rice transplanter* dapat dibedakan berdasarkan sumber penggerak, cara pengoperasian dan sistem tanam.

#### 3.1. Berdasarkan atas sumber penggerak

Berdasarkan sumber penggeraknya, rice transplanter dibedakan menjadi dua yaitu (1) *Rice transplanter* manual (*manually operated transplanter*) yaitu *rice transplanter* yang sumber daya penggerakya berasal dari tenaga manusia, dan (2) *Rice transplanter* bermesin (*self propelled transplanter*) yaitu *rice transplanter* yang unit penggeraknya menjadi satu kesatuan unit dengan alat penanamnya (Gambar 6).



Gambar 6. *Rice transplanter* manual dan bermesin

### 3.2. Berdasarkan cara pengoperasian

Berdasarkan cara pengoperasiannya, *rice transplanter* dibedakan menjadi dua yaitu (1) *Rice transplanter walking type*, yaitu *rice transplanter* yang operatornya jalan dibelakang, dan (2) *Rice transplanter riding type*, yaitu *rice transplanter* yang operator duduk menyetir (Gambar 7).



Gambar 7. *Rice transplanter walking* dan *riding type*

### 3.3. Berdasarkan sistem tanam

Berdasarkan sistem tanam, *rice transplanter* dibedakan menjadi dua yaitu (1) *Rice transplanter* sistem tanam tegel, dan (2) *Rice transplanter* sistem tanam jajar legowo 2:1 (*indo jarwo transplanter*) (Gambar 8). Spesifikasi *rice transplanter* sistem tanam jajar legowo 2:1 dan sistem tanam tegel disajikan pada Tabel 3 dan 4.



*Rice transplanter sistem tanam tegel*      *Rice transplanter sistem tanam jarwo 2:1*

Gambar 8. Pengoperasian dan hasil tanam *rice transplanter* sistem tanam tegel dan sistem tanam jarwo 2:1

Tabel 3. Spesifikasi *rice transplanter* sistem tanam jarwo 2:1

	Deskripsi	Satuan
Type	<i>Rice transplanter walking type</i>	
Model	Legowo 2:1, 20 dan 40 cm	
Dimensi mesin	Panjang	2480 mm
	Lebar	1700 mm
	Tinggi	860 mm
Berat total	178 kg	
Penggerak	Jenis	Motor 4 langkah
	Putaran	3600 rpm
	Daya	4,6 HP
	BBM	Bensin premium
	Konsumsi BBM	0,8 liter/jam
Transmisi	2 maju, 1 mundur	
Roda	Type	Besi berlapis karet
	Jumlah	2 buah
	Diameter	625 mm
Jarak tanam	Antar baris	200 mm
	Legowo	400 mm
	Dalam baris	100/130/150 mm
	Deskripsi	Satuan
Jumlah alur tanam	4 rumpun	
Syarat Bibit	Metoda pembibitan	Dapog
	Tebal tanah pada dapog	20 – 30 mm
	Umur bibit	15 – 18 hss
	Tinggi bibit	150 – 200 mm
	Ukuran dapog	180 x 580 mm
	Kebutuhan dapog/ha	300 buah
	Kebutuhan benih/ha	40 kg
Syarat Lahan	Persiapan lahan	Pengolahan sempurna
	Kedalaman kaki/lapisan keras	250 mm
	Tinggi genangan air	30 – 50 mm
Unjuk Kerja	Kecepatan	1,5 – 2,5 km/jam
	Kapasitas lapang	6 – 7 jam/ha
	Jumlah bibit/rumpun	2 – 5 tanaman
	Kedalam tanam	30 – 60 mm

Sumber: Balitbangtan (2013)

Tabel 4. Spesifikasi *rice transplanter* sistem tanam tegel

Model		AP4
Motor Penggerak	Model	MZ175
	Type	4 langkah berpendingin udara, OHV
	Volume silinder	171 cc
	Bahan bakar	Bensin
	Kapasitas tanki	4 liter
Dimensi	Panjang	2190 mm
	Lebar	1500 mm
	Tinggi	1034 mm
Berat		145 kg
Penanaman	Jumlah alur	4
	Jarak atur alur	30 cm
	Jarak tanam alur	12, 15, 17, 22
	Kedalaman tanam	17 – 40 mm (6 tingkat)
Kapasitas kerja		30-40 menit/1000 m <sup>2</sup>

Sumber: PT. Yanmar (2014)

### Kinerja *Rice Transplanter*

Secara teknis, *rice transplanter* 4 baris baik *rice transplanter* sistem tanam tegel maupun sistem tanam jajar legowo (jarwo) 2:1 mudah dioperasikan di lahan sawah dangkal dengan kedalaman lumpur kurang dari 40 cm, meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga kerja, kualitas hasil tanam presisi (akurat) dan konsisten (Tabel 5). Kinerja *rice transplanter* dipengaruhi oleh kondisi lahan (luas petakan dan kedalaman lumpur) dan keterampilan operator (Suhendrata, 2013).

Tabel 5. Kinerja *rice transplanter* dibandingkan dengan cara tanam manual

Parameter	<i>Rice Transplanter</i>	Manual (regu tanam)
Jumlah tenaga kerja	3 orang	10 – 15 orang
Produktivitas	6-7 jam/ha	8-10 jam/ha
Kualitas tanam	konsisten	kurang konsisten
Kontrol tenaga kerja	mudah	sulit

Sumber: Suhendrata (2013)

Disamping hemat tenaga kerja, tanam bibit padi menggunakan *rice transplanter*, baik *rice transplanter* sistem tanam tegel maupun sistem tanam jajar legowo (jarwo) 2:1 dapat menekan biaya, meningkatkan hasil gabah dan pendapatan petani pengguna jasa *rice transplanter* tersebut. Sebagai gambaran beberapa hasil pengkajian di Kabupaten Sragen pada periode tahun 2012 – 2014 menunjukkan bahwa hasil gabah tanam menggunakan *rice transplanter* sistem tanam tegel dengan jarak tanam 30 x 18 cm lebih tinggi antara 0,3 – 1,2 t/ha (0,7 t/ha) dengan kenaikan antara 4,11 – 16,96% (10,96%) dibandingkan hasil gabah tanam cara manual sistem tanam tegel dengan jarak tanam 20 x 20 cm (Tabel 6), Menurut Taufik (2010) hasil uji coba *rice transplanter* di beberapa daerah juga menunjukkan terjadi peningkatan hasil antara 10 – 15% di lahan sawah beririgasi. Peningkatan hasil tersebut di atas disebabkan antara lain penggunaan bibit muda umur 15-18 hari setelah sebar, pengaturan jarak dan kedalaman tanam sehingga jumlah anakan produktif meningkat antara 9,59 - 13,13% (Suhendranta dan Kushartanti, 2013).

Begitu juga hasil tanam menggunakan *rice transplanter* sistem tanam jajar legowo 2:1 lebih tinggi antara 1,0 - 1,1 t/ha (1,0 t/ha) atau terjadi peningkatan antara 11,72 - 15,37% (12,88%) dibandingkan produktivitas *rice transplanter* sistem tanam tegel di lahan sawah irigasi Kabupaten Sragen dan Karanganyar (Tabel 7). Peningkatan hasil ini disebabkan terjadinya peningkatan populasi tanaman dan adanya pengaruh pinggir (*border effect*), karena pada sistem jajar legowo dua baris semua rumpun padi berada di barisan pinggir dari pertanaman (Suhendranta, 2014). Permana (1995) melaporkan bahwa rumpun padi yang berada di barisan pinggir hasilnya 1,5 - 2 kali lipat lebih tinggi dari produksi padi yang berada di bagian dalam.

Tabel 6. Hasil penerapan *rice transplanter* sistem tanam tegel dan cara tanam manual sistem tanam tegel di Kabupaten Sragen periode 2012 - 2014

No.	Varietas	Musim Tanam	Hasil (t/ha GKG)		Peningkatan	
			Manual Tegel	<i>Transplanter</i> Tegel	(t/ha) GKG	%
1	Mekongga	MT-3 2012	6,7	7,5	0,8	12,67
2	Mekongga	MT-3 2013	7,3	7,6	0,3	4,11
3	Ciherang	MT-1 2013/14	5,1	5,9	0,8	15,69
4	Inpari 18	MT-1 2012/13	8,1	8,7	0,7	8,12
5	Inpari 19	MT-1 2012/13	7,1	8,4	1,2	16,96
6	Inpari 20	MT-1 2012/13	6,3	6,9	0,6	9,60
7	Ciherang	MT-1 2012/13	6,8	7,5	0,7	9,96
8	Inpari 1	MT-2 2013	5,7	6,4	0,6	11,18
9	Sidenuk	MT-2 2013	6,3	7,1	0,8	13,13
10	Pepe	MT-2 2013	6,4	7,2	0,7	11,45
11	Inpari 29	MT-1 2013/14	6,2	6,9	0,6	10,29
12	Inpari 30	MT-1 2013/14	6,8	7,4	0,6	8,32
Rata-rata			6,6	7,3	0,7	10,96

Sumber: Suhendrata *et al.* (2012), Suhendrata *et al.* (2013), Suhendrata (2014b)

Tabel 7. Hasil penerapan *rice transplanter* sistem tanam tegel dan *rice transplanter* sistem jajar legowo 2:1 pada MT-3 2014

No.	Varietas	Musim Tanam	Lokasi	Hasil (t/ha GKP)		Peningkatan	
				Jarwo	Tegel	(t/ha) GKP	%
1	Sidenuk	MT-3 2014	Karanganyar	9,499	8,490	1,009	11,89
2	Ciherang	MT-3 2014	Sragen	8,653	7,500	1,153	15,37
3	Mekongga	MT-3 2014	Sragen	9,064	8,113	0,951	11,72
Rata-rata				9,072	8.034	1.038	12,99

Sumber: Suhendrata *et al.* (2014a)

Secara finansial tanam menggunakan *rice transplanter* sistem tanam tegel dapat meningkatkan pendapatan/keuntungan antara Rp. 2.570.000 - Rp. 3.965.200 dengan *Margin Benefit Cost Ratio* (MBCR) antara 6,72-13,85 dibandingkan tanam secara manual sistem tanam tegel. Sementara tanam menggunakan *rice transplanter* sistem jajar legowo 2:1 meningkat Rp. 3.690.000 dengan MBCR 6,72 dibandingkan tanam sistem tanam jajar

legewo cara manual. Malian (2004) berpendapat bahwa teknologi usaha pertanian yang dikaji akan menarik petani bila secara intuitif nilai MBCR lebih besar atau sama dengan dua. Ini berarti bahwa perubahan cara tanam dari tanam cara manual menjadi tanam menggunakan *rice transplanter* sangat layak untuk dilakukan. Sedangkan tanam menggunakan *rice transplanter* sistem jajar legowo 2:1 dapat meningkatkan pendapatan petani antara Rp. 3.500.000 - Rp. 6.000.000 dibandingkan tanam menggunakan *rice transplanter* sistem tanam tegel (Tabel 8). Besaran nilai peningkatan pendapatan petani akibat perubahan penggunaan teknologi cara tanam baik dari cara manual menjadi mekanis menggunakan *rice transplanter* maupun dari *rice transplanter* sistem tanam tegel menjadi *rice transplanter* sistem tanam jajar legowo 2:1 sangat dipengaruhi oleh harga gabah dan volume kenaikan hasil gabah.

Tabel 8. Keuntungan tanam menggunakan *rice transplanter* sistem tanam tegel dan sistem jajar legowo tahun 2012-2015

Cara Tanam	Peningkatan Pendapatan/ha	Lokasi dan Tahun	Sumber
A VS C	Rp. 3.965.200 MBCR 6,72	Sragen MT-3 2012	Suhendrata dan Kushartanti, 2013
A VS C	Rp. 2.570.000 MBCR 13,85	Sragen MT-2 2013	Suhendrata, 2015
B VS D	Rp. 3.690.000 MBCR 6,72	Sragen MT-2 2014	Suhendrata, 2015a
B VS A	Rp. 3.500.000	Sragen MT-3 2015	Suhendrata <i>et al.</i> , 2015a
B VS A	Rp. 6.000.000	Sragen MT-3 2015	Suhendrata <i>et al.</i> , 2015b

Keterangan: A = *Rice transplanter* sistem tanam tegel  
 B = *Rice transplanter* sistem tanam jajar legowo 2:1  
 C = Tanam manual sistem tanam tegel  
 D = Tanam manual sistem tanam jajar legowo 2:1

Selain terjadi peningkatan pendapatan juga dapat menghemat biaya tanam sebesar Rp. 340.000 atau 21,38% dibanding dengan tanam secara manual di Kecamatan Kawunganten Kabupaten Cilacap (Kuswanto, 2012).

Sementara itu, tanam menggunakan *rice transplanter* dapat menghemat biaya Rp. 110.000 atau 6,91% dibanding tanam cara manual di Desa Sidowayah Kecamatan Polanharjo Kabupaten Klaten pada tahun 2012 (Kushartanti dan Suhendrata, 2013). Penggunaan *rice transplanter* lebih efisien dibandingkan dengan cara konvensional (Dinas Pertanian TPH Provinsi Jawa Tengah, 2012).

Ditinjau dari kelayakan finansial investasi yang diukur dengan indikator *Net Present Value* (NPV), *Benefi Cost Ratio* (B/C), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period* (PP) menunjukkan bahwa investasi mesin tanam bibit padi (*rice transplanter*) layak dijalankan dan dikembangkan secara luas (Tabel 9). Dengan demikian penggunaan *rice transplanter* dapat menguntungkan kedua belah pihak, yaitu pemberi jasa atau pemilik *rice transplanter* (kelompok tani/gapoktan/UPJA) dan penerima jasa atau petani pengguna.

Tabel 9. Hasil analisis kelayakan finansial investasi *rice transplanter* sistem tanam tegel

Indikator				Sumber
NPV (Rp.)	B/C	IRR (%)	PP (Tahun)	
15.582.571	1,29	129,0	-	Ahmad dan Haryono (2007)
22.400.000	1,28	59,6	2,4	Suhendrata (2013)

Secara sosial kehadiran *rice transplanter* baik *rice transplanter* sistem tanam tegel maupun sistem tanam jajar legowo 2:1, dapat diterima petani misalnya petani di kelompok tani Gemah Ripah Loh Jinawi Desa Pilang Kecamatan Masaran dan kelompok tani Tani Maju Desa Ngarum Kecamatan Ngrampal Kabupaten Sragen. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan *rice transplanter* tersebut sesuai dengan kebutuhan riil di lapangan. Petani memilih menggunakan *rice transplanter* dibandingkan tanam secara manual dengan alasan:

- a) Tenaga kerja tanam padi tidak selalu siap bila diperlukan (kekurangan tenaga kerja tanam padi),
- b) Biaya lebih murah,
- c) Waktu tanam lebih cepat, dan
- d) Hasil gabah meningkat.

#### 4. Alat penyemprot (*Battery/power sprayer*)

*Battery sprayer* adalah alat semprot ransel elektrik bertenaga baterai. Baterai bisa diisi ulang (*rechargeable*) dan mampu digunakan selama 5 jam untuk sekali pengisian baterai (satu kali *charge*). Alat semprot elektrik selain mudah digunakan juga dapat menghemat waktu dan tenaga karena tidak perlu memompa dengan tenaga tangan.

Penggunaan alat semprot (*sprayer*) bertujuan untuk memecahkan cairan yang disemprotkan menjadi tetesan kecil (*droplet*) dan mendistribusikan secara merata pada objek yang dilindungi. Pada umumnya petani padi sawah menggunakan *sprayer* untuk:

- a) Menyemprotkan insektisida untuk mencegah dan memberantas hama,
- b) Menyemprotkan fungisida untuk mencegah dan memberantas penyakit,
- c) Menyemprotkan herbisida untuk mencegah dan memberantas gulma, dan
- d) Menyemprotkan pupuk cairan.

#### 5. Pemompaan air (pompa air)

Sistem pompanisasi air atau penggunaan pompa air untuk mengairi lahan sawah memberikan manfaat terhadap peningkatan indeks pertanian (IP) padi, pola tanam dan peningkatan produksi, namun belum secara pasti memberikan keuntungan finansial terhadap investasi pompa. Dalam pengembangan pompanisasi air perlu dikaji dari beberapa aspek antara lain aspek teknis, ekonomis, sosial, dan lingkungan, sebagai persyaratan keberlanjutan kinerja pompa air tersebut. Banyak jenis dan ukuran pompa air yang digunakan untuk pompanisasi air, baik dari aliran air sungai maupun air

tanah, yaitu sumur dangkal dan sumur dalam. Pada awal tahun 2015, salah seorang petani Kecamatan Tawangmangu Kabupaten Karanganyar membuat pompa air bertenaga sepeda motor non matik bertujuan meningkatkan efisiensi pompanisasi air dan agar pompa air tersebut mudah dipindahkan dari satu lahan ke lahan lain termasuk mudah dibawa pulang ke rumah (Gambar 9).

Spesifikasi pompa air bertenaga sepeda motor sebagai berikut:

- a) Terbuat dari plastik acrilik khusus dan almini cor
- b) Berat 1,6 kg.
- c) Pipa *input* dan *output* 2 inci
- d) Bahan bakar 1 liter bensin 3,5 jam stasioner normal
- e) Daya isap lebih dari 8 m
- f) Daya sembur vertikal lebih dari 8 m
- g) Daya sembur horisontal lebih dari 75 m.
- h) Pemasangan cukup mudah dan tanpa merubah mesin motor
- i) Bisa untuk motor jenis Honda dan Yamaha 4 tak

Penerapan pompanisasi air tanah di lahan sawah tadah hujan pada usahatani padi di Kabupaten Sragen pada MT-3 terbukti lebih menguntungkan dan layak untuk dikembangkan dengan R/C 2,01-2,03 (2,02) dibandingkan dengan usahatani kacang tanah R/C 1,75-1,99 (1,87) dan usahatani semangka R/C 1,70. Namun demikian usahatani padi membutuhkan biaya tambahan untuk pemompaan air mencapai 25,55% dari total biaya (Suhendrata *et al.*, 2012). Pompanisasi air tanah membuka peluang untuk meningkatkan indeks pertanaman padi dari 200 menjadi 300 dan meningkatkan produksi padi pada lahan sawah tadah hujan yang memiliki ketersediaan sumber air tanah yang cukup pada musim kemarau.



Gambar 9. Pompanisasi air tanah di Kabupaten Sragen pada MT-3 2015

Penggunaan air aliran sungai Bengawan Solo dengan menggunakan mesin pompa air untuk pengairan lahan sawah banyak dijumpai di beberapa desa di Kabupaten Blora dan Sukoharjo. Contoh lain, dalam pompanisasi air dari aliran Sungai Lusi untuk pengairan lahan sawah di Desa Sembongin, Desa Balonggedong, Desa Sendang Wungu dan Desa Plosorejo Kecamatan

Banjarejo Kabupaten Blora. Air ditampung di *tower* air irigasi kemudian dialirkan ke lahan sawah melalui saluran irigasi tersier.

Beberapa kasus pompanisasi air tanah atau air aliran sungai di Jawa Tengah mampu mengubah pola tanam dan meningkatkan indeks pertanaman padi, yaitu dari IP padi 100 menjadi IP padi 200 atau dari IP padi 200 menjadi IP padi 300 tergantung pada ketersediaan sumber air tanah atau air aliran sungai. Perubahan pola tanam dan peningkatan indeks pertanaman padi terjadi karena masalah air, yang semula menjadi faktor pembatas utama dapat dipecahkan dengan pompanisasi. Pompanisasi air tersebut dapat meningkatkan kesempatan kerja.

#### 6. Mesin penyiang gulma (*Power weeder*)

Penyiangan gulma padi merupakan salah satu kegiatan dalam budidaya tanaman padi sawah. Mesin penyiang gulma bermotor (*power weeder*) merupakan salah satu alternatif cara penyiangan disamping cara-cara penyiangan yang lain (dicabut langsung dengan tangan, dengan alat landak dll). *Power weeder* tidak hanya semata-mata menyiang padi sawah, namun juga memperbaiki efek aerasi tanah di daerah perakaran akibat dari pengadukan tanah oleh cakar penyiang.

Banyak model atau tipe mesin penyiang gulma padi sawah. Salah satu adalah mesin penyiang gulma model YA-1. Mesin penyiang gulma model YA-1 mempunyai keunggulan antara lain memiliki jari cakar penyiang 3 macam, yaitu jari cakar 3 buah untuk jarak tanam 22 – 23 cm, jari cakar 4 buah untuk jarak tanam 23 – 27 cm, dan jari cakar 5 buah untuk jarak tanam 27 – 30 cm, pemakaian cakar penyiang disesuaikan dengan jarak tanam padi. Keuntungan menggunakan mesin penyiang gulma model YA-1, yaitu 1. Pengendalian gulma terpadu tanpa bahan kimia yang ramah lingkungan, 2. Lebih ekonomis, hemat tenaga dibanding cara manual, 3. Memperbaiki struktur dan aerasi tanah, 4. Merangsang pertumbuhan akar, akar jadi lebih

besar sehingga menyerap nutrisi lebih baik dan 5. Kombinasi dengan pemupukan akan membenamkan pupuk ke dalam tanah (BBP Mektan, 2013). Spesifikasi mesin penyiang gulma bermotor (*power weeder*) model YA-1 disajikan pada Tabel 10.

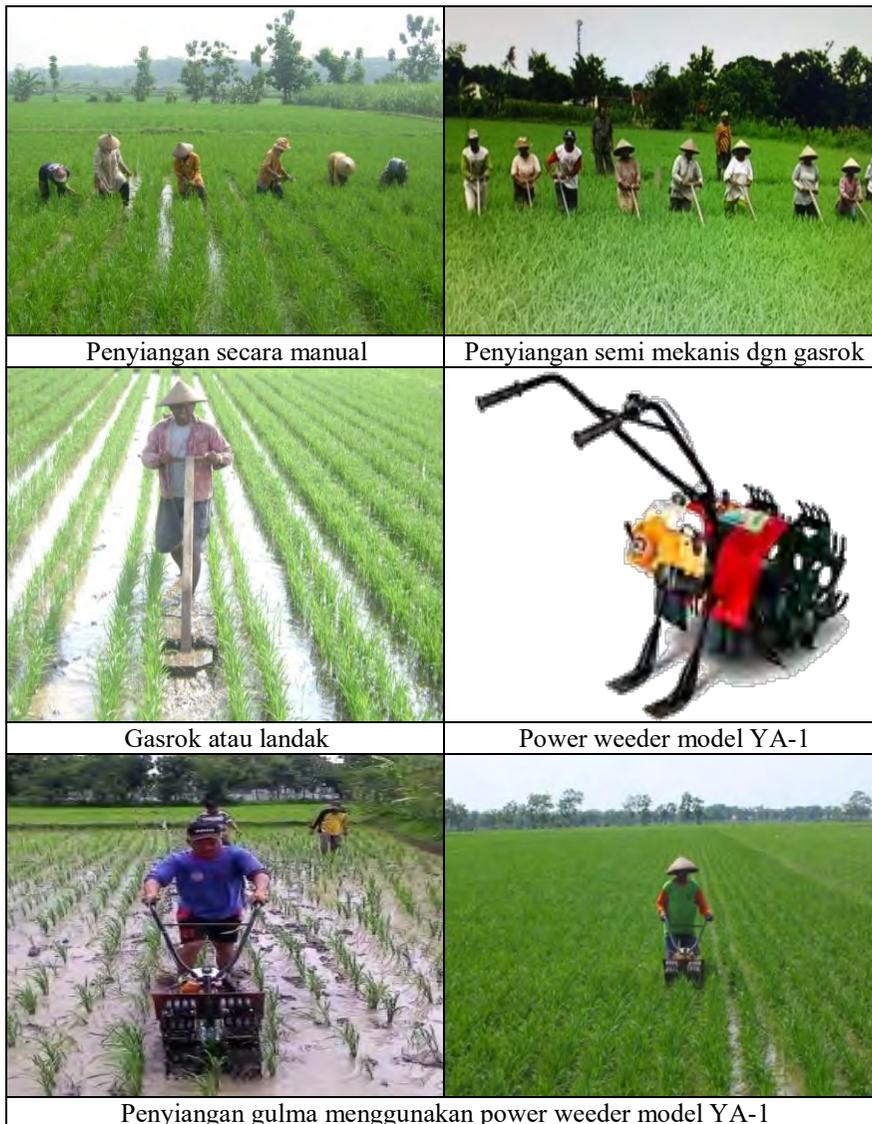
Tabel 10. Spesifikasi mesin penyiang gulma bermotor model YA-1

		Satuan		
Model			YA-1	
Dimensi	Panjang	mm	1.083	
	Lebar pada stang kemudi	mm	536	
	Lebar pada pelindung weeder	mm	653	
	Tinggi stang kemudi (minimal)	mm	930	
Berat	Rangka dan motor penggerak	kg	22	
	Merek	-	Robin	
Motor penggerak	Model	-	EC 04 ER	
	Tipe	-	Silinder tunggal, horizontal	
	Volume silinder	cc	40,2	
	Daya maksimum	hp/rpm	2,0 / 7.000	
	Jenis bahan bakar	-	Bensin campur	
	Campuran bensin	-	25 : 1	
	Kapasitas tangki bahan bakar	l	1,1	
	Konsumsi bahan bakar	l/jam	0,9	
	Berat kosong	kg	3,5	
	Cara menghidupkan	-	Tali tarik	
	Dimensi P x L x T	mm	172 x 280 x 250	
	Transmisi	Sistem	-	Worm gear
		Reduksi putaran	-	1 : 40
Cara kendali/pembelokan		Dorong/angkat		
Perlengkapan kerja ( <i>weeder</i> )	Jumlah lajur	buah	2	
	Diameter x lebar	mm	481 x 100	
	Jari cakar penyiang	buah	3	
	Jarak tanam	cm	22 - 23	
	Kapsitas kerja	jam/ha	10,7	
	Diameter x lebar	mm	481 x 132	
	Jari cakar penyiang	buah	4	
	Jarak tanam	cm	23 - 27	
	Kapsitas kerja	jam/ha	9,1	
	Diameter x lebar	mm	481 x 165	
	Jari cakar penyiang	buah	5	
	Jarak tanam	cm	27 - 30	
	Kapsitas kerja	jam/ha	8,6	

Sumber: BBP Mektan (2013)

Secara teknis pengoperasian *power weeder* cukup mudah dan berbobot ringan sehingga cukup dioperasikan oleh satu orang, hasil

penyiangan lebih bersih dan lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan gasrok dan cara manual, kecepatan kerja sangat dipengaruhi oleh kondisi lahan, kepadatan gulma dan keterampilan operator. Kemampuan kerja *power weeder* model YA-1 sekitar 15 jam/ha untuk satu arah atau 27 jam/ha untuk 2 arah (Gambar 10).



Gambar 10. Penyiangan cara manual, semi mekanis dan mekanis menggunakan mesin penyiang gulma bermotor (*power weeder*) model YA-1 di Kabupaten Sragen pada tahun 2015

Persyaratan pengoperasian mesin penyiang gulma antara lain (1) lahan: tergenang air macak-macak dengan ketinggian genangan  $\pm 5$  cm dan kedalaman lumpur maksimum 20 cm, (2) tanaman: tanaman padi berumur antara 15 - 40 hari setelah tanam, jarak tanam harus teratur dan lurus sesuai dengan jarak tanam yang ditentukan.

Secara ekonomis penggunaan *power weeder* dapat menekan ongkos kerja penyiangan, mempercepat waktu kerja dan menghemat tenaga kerja. Secara sosial kehadiran *power weeder* model YA-1 mendapat tanggapan positif dari petani. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan mesin penyiang gulma model YA-1 tersebut diterima petani karena sesuai dengan kebutuhan riil petani dan jika diterapkan berpotensi memberi keuntungan ekonomi (Suhendrata *et al.*, 2015a). *Power weeder* model YA-1 lebih efisien ditinjau dari aspek tenaga kerja, waktu dan biaya dibandingkan cara manual dicabut menggunakan tangan dan semi mekanis menggunakan gasrok atau landak (Tabel 1).

## **B. Sub Sistem Panen**

Hingga saat ini tingkat kehilangan hasil (gabah) pada saat panen dan pascapanen masih tinggi. Berbagai hasil penelitian di beberapa lokasi menunjukkan bahwa kehilangan hasil secara kuantitatif terjadi pada saat panen dan perontokan gabah, sedangkan secara kualitatif lebih banyak disebabkan oleh tertunda atau terlambatnya proses panen dan pengeringan gabah, di samping tidak sempurnanya proses penggilingan. Hal ini berdampak pada rendahnya rendemen dan mutu beras giling (Ananto *et al.*, 2003). Kehilangan hasil secara kuantitatif adalah pengurangan jumlah atau bobot, sedangkan secara kualitatif adalah penurunan mutu. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi padi adalah menekan tingkat kehilangan hasil pada saat panen dan pascapanen. Pada saat ini, tingkat kehilangan hasil padi masih tinggi, sekitar 9% terjadi pada saat

pemanenan dan 5% pada saat perontokan gabah (Ananto *et al.*, 2003). Tingkat kehilangan hasil dapat ditekan hingga 2% jika pemanenan padi menggunakan mesin panen padi (*combine harvester*), selain menekan kehilangan hasil juga gabah hasil panen menjadi lebih bersih sehingga harga jual gabah menjadi lebih tinggi dibandingkan harga gabah hasil panen cara manual.

Kegiatan panen harus dilakukan pada saat yang tepat agar susut panen minimum, panen yang dilakukan terlambat dari kondisi gabah masak optimal akan meningkatkan kehilangan hasil, penurunan kualitas gabah dan beras, serta tingginya kadar butir kuning merupakan salah satu bukti adanya penundaan perontokan dan penumpukan (Ananto *et al.*, 2000). Kehilangan hasil akibat penundaan panen selama sehari saja pada varietas Cisadane panen musim hujan mencapai 10,8% bahkan penundaan selama 3 hari mencapai 22,9% (Damardjati *et al.*, 1989). Kelangkaan tenaga kerja memunculkan terjadinya peluang mundurnya waktu panen, sehingga susut/kehilangan hasil panen menjadi makin besar.

Posisi dan fungsi teknologi mekanisasi pertanian pada sub sistem panen berperan dalam aktivitas atau kegiatan 1. Pemotong batang padi (*paddy reaper* dan *mower*), 2. Perontok padi (*power thresher*), dan 3. Panen dan perontok padi (*combine harvester*). Teknologi mekanisasi panen tersebut dapat menekan susut/kehilangan hasil panen hingga kurang dari 2%.

#### 1. Pemotong batang padi (*paddy mower* dan *reaper*)

*Paddy mower* merupakan mesin panen padi tipe gendong hasil modifikasi dari mesin pemotong rumput tipe gendong, diubah menjadi *direct couple*. Peruntukan mesin ini adalah untuk menggantikan alat panen padi manual yang menggunakan sabit (Sulistiaji, 2007). Kehadiran teknologi ini dapat menjadi alternatif bagi petani untuk mempercepat panen dan menghemat tenaga kerja. Prinsip kerja *paddy mower* dengan cara memotong

batang padi bagian bawah, mendorong dan merebahkan tegakan batang tanaman padi ke sisi kiri operator (Gambar 11). Keunggulan dari mesin ini adalah mampu melakukan panen padi dengan kecepatan 0,57 km/jam (18 jam/orang/ha), lebar kerja maksimum 100 cm atau 4 alur dengan jarak antar jalur 25 cm. Kapasitas kerja alat ini adalah 18-20 jam/orang/ha, sedangkan sabit memerlukan 150 jam/orang/ha, meningkatkan efisiensi biaya hingga 40%, mengurangi kejerihan kerja dan dapat dioperasikan di lahan sempit. Jumlah tenaga yang dibutuhkan 1 orang operator mesin dan beberapa orang pengumpul/pengangkut hasil panen. Mesin tersebut selain untuk komoditas padi juga dapat digunakan untuk komoditas jagung, kacang hijau dan kedelai (Suparlan, 2014). Spesifikasi mesin pemotong batang padi (*paddy mower*) disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Spesifikasi mesin pemotong batang padi (*paddy mower*)

Uraian	Keterangan
Tipe	: Gendong
Panjang x lebar x tinggi	: 180 x 52 x 50 cm
Penggerak	: 2 HP/6000 rpm
Bahan bakar	: Bensin 2 tak
Berat	: 10 kg
Lebar kerja	: 100 cm (maksimum 4 baris)
Kapasitas kerja	: 18-20 jam/ha
Komoditi yang sesuai	: Padi, jagung, kedelai

Sumber: Suparlan (2014)



Gambar 11. Alat dan mesin pemotong batang padi: sabit dan *paddy mower*

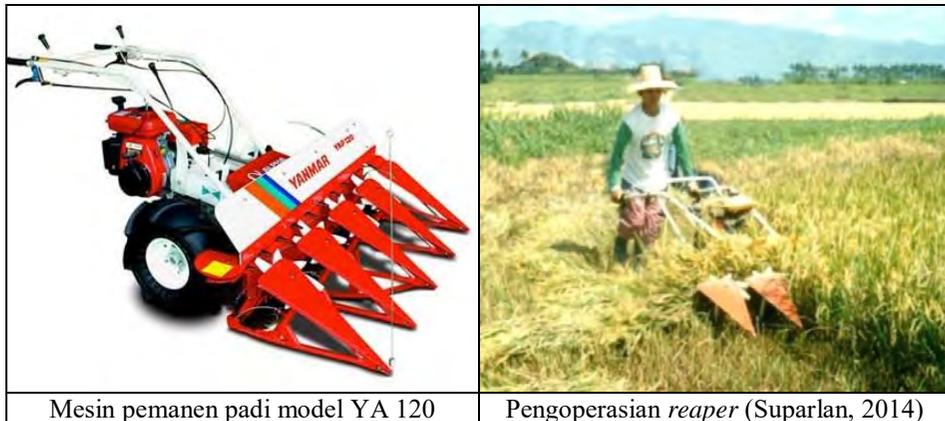
Mesin pemotong batang padi (*paddy reaper*) adalah mesin pemotong batang padi atau pemanen dengan sistem panen potong bawah dengan ketinggian pemotongan 6-30 cm dari permukaan tanah. Prinsip kerja *paddy reaper* adalah memotong dan merebahkan tegakan batang tanaman padi di sawah. Waktu mesin bergerak maju akan menerjang dan memotong tegakan batang tanaman padi, selanjutnya secara otomatis potongan batang padi tersebut dirobohkan/diletakkan atau tertumpuk berjajar ke permukaan tanah disebelah sisi kanan dari mesin (Gambar 12). Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 1 orang operator, dan 7-8 orang pengumpul/pengangkut hasil panen (Suparlan, 2014). Kapasitas kerja 3-4 jam/ha atau sekitar 2 ha/hari, dapat dioperasikan di lahan basah hingga kedalaman 15 cm, susut hasil

sekitar 12 kg/ha (0,3%) jauh lebih sedikit dibandingkan cara manual yang mencapai sekitar 80 kg/ha atau (2,0%) (PT. Yanmar, 2014). Spesifikasi *paddy reaper* disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Spesifikasi mesin pemotong batang padi (*paddy reaper*) model YAP 120

		Satuan	
Model	YAP-120		
Dimensi dengan roda karet	Panjang	mm	2.352.148
	Lebar	mm	1.500
	Tinggi	mm	890 - 1.310
Berat		kg	136,5
Sistem kopeling	Utama	-	Dog clutch
	Belok kiri-kanan	-	Bail clutch
	Pemotongan	-	Dog clutch
Kapasitas kerja		jam/ha	3 - 4
Transmisi	Maju 1 (F1)	km/jam	1,85
	Maju 2 (F2)	km/jam	3,05
	Mundur (R)	km/jam	1,34
	Gear box	tipe	Alumunium die cast
	Pelumas gigi	liter	1,1 (SAE 90)
Roda karet	Tipe	-	Tanpa ban dalam
	Ukuran	mm	18 x 10.0-8
	Jarak antar roda	mm	720-780
Kemiringan tanaman layak potong		derajat	>30 <sup>0</sup>
Sistem potong	Gerakan pemotongan	-	Pisau bolak-balik
	Lebar potong	cm	120
	Tinggi potong	cm	6-30 (dapat diatur)
Sistem pengantaran padi	Bagian atas	cm	Rantai berputar+roda bintang
	Bagian bawah	cm	Rantai berputar
Motor penggerak	Merk/Model	-	Robin/EY 20B
	Bahan bakar	-	Bensin
	Kapasitas tangki	liter	3,8
	Pelumas	liter	0,6 (SAE 20W-50)
	Daya maksimum	hp/rpm	5.0/2.000
Daya rata-rata	hp/rpm	3,5/1.800	

Sumber: PT. Yanmar (2014)



Gambar 12. Penggunaan *paddy reaper*

Hasil potongan batang padi dari kedua mesin tersebut dirontok menggunakan alat atau mesin perontok tertentu yaitu gebot, pedal *thresher* atau *power thresher* (Gambar 13).

## 2. Perontok padi (*power thresher*)

Perontok padi (*thresher*) digunakan untuk merontokan/ memisahkan bulir-bulir padi (gabah) dari tangkainya/malainya. Berdasarkan sumber penggerakannya, perontok padi dibagi menjadi 2 jenis, yaitu (1) Digerakan secara manual dengan tenaga manusia (pedal *thresher*) dan (2) Digerakan dengan mesin (*power thresher*). *Power thresher* yang beredar di pasar berbeda-beda tergantung pada merek dan model yang dikembangkan oleh masing-masing bengkel atau pabrikan (Gambar 13). *Power thresher* yang banyak digunakan oleh petani antara lain yaitu (1) *Power thresher* roda 2 (dorong): keunggulan 1. Mudah dipindah dengan didorong, ditarik oleh traktor atau sepeda motor, 2. Kapasitas kerja/kecepatan merontok 0,8 - 1,2 t/jam, 3. Tenaga penggerak 5,5 – 8,0 HP, 4. Mudah dioperasikan, 5. Tenaga kerja (operator) 3 orang, yaitu untuk mengumpan, merontok dan pengurangan gabah, dan 6. Hasil perontokan (gabah) cukup bersih, dan (2) *Power thresher* roda 3 dan 4: keunggulan 1. Mudah bergerak (*mobile*) dapat

dinaiki seperti menyetir mobil, 2. Kapasitas kerja/kecepatan merontok hingga 2 t/jam, 3. Tenaga penggerak 10,5 – 16 HP, 4. Mudah dioperasikan, 5. Tenaga kerja (operator) 3-4 orang untuk mengumpan, merontok dan pengangkutan gabah, dan 6. Hasil perontokan (gabah) cukup bersih.



Gambar 13. Perkembangan alat perontok padi (Suhendrata, 2015)

Kecepatan merontok ditentukan oleh tenaga mesin penggerak dan keterampilan operator. Pada umumnya satu regu pemanen padi terdiri dari satu unit *power thresher* dengan tenaga kerja 15 – 20 orang (3-4 orang operator, 11-16 orang pemotong batang padi menggunakan sabit dan pengangkut hasil pemotongan dari sawah ke *power thresher*). Meskipun kapasitas kerjanya rendah, gabah kurang bersih dan kehilangan hasil masih tinggi, tetapi dapat digunakan untuk perontokan padi di semua topografi sawah karena ukurannya kecil dan bobotnya ringan sehingga bersifat *mobile*

atau mudah dipindah. *Power thresher* dapat digunakan untuk merontok padi hasil pemotongan menggunakan sabit, *paddy reaper* atau *mower*.

### 3. Mesin panen padi (*combine harvester*)

Prinsip kerja mesin panen padi terdiri dari proses pemotongan batang padi, perontokan, dan pembersihan yang dilakukan dalam sekali proses kerja di lapangan dan seluruh tahapan kegiatan pemanenan dilakukan oleh mesin. Berdasarkan ukurannya mesin panen padi dapat dibedakan menjadi 3 ukuran yaitu ukuran kecil (mini), sedang (medium) dan besar.

#### 3.1. Mesin panen padi ukuran kecil (*mini combine harvester*)

Prinsip kerjanya adalah memotong batang padi, membawa potongan batang padi ke perontok, merontok, memisah dan membersihkan gabah dan sekaligus pengurangan gabah. Seluruh rangkaian/tahapan kegiatan ini dilakukan oleh mesin dalam sekali proses kerja di lapangan. Mesin panen padi ukuran kecil tidak dilengkapi penampung (tangki) gabah. Jumlah jalur pemotongan mesin panen padi ukuran kecil adalah berkisar dari 2-4 jalur tanaman padi. Mesin panen padi ukuran kecil pada umumnya digerakkan dengan tenaga motor berkekuatan antara 10-20 HP. Kecepatan panen 0,5-0,7 ha/hari, hasil gabah lebih bersih dibandingkan hasil gabah panen secara konvensional dengan perontokan padi menggunakan *power thresher*. Mesin panen padi ukuran kecil dioperasikan oleh 1 orang operator dan 2 pembantu untuk pengisian gabah ke dalam karung dan pengangkutan ke pinggir jalan. Kapasitas kerja mesin ini rendah tetapi dapat digunakan untuk pemanenan padi hampir di semua lahan sawah karena ukuran yang relatif kecil dan lebih ringan sehingga bersifat lebih mudah dipindahkan (*mobile*) untuk berpindah-pindah tempat dan dapat dioperasikan di lahan sawah kondisi basah dan kering. Mesin panen padi ukuran kecil dapat dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu tipe operator dorong/jalan (*walking*) dibelakang mesin (Gambar 14) dengan

spesifikasi seperti pada Tabel 13 dan tipe operator duduk menyetir (*riding*) (Gambar 15).

Tabel 13. Spesifikasi mesin panen padi model CCH-790 Tomcat

Umum	Harvester Model	CCH-790 TOMCAT
	Sistem Start	Elektrik / Recoil
	Lampu	12 V / 100 W
	Pendingin	Pendingin Udara
	Berat (Kg)	390 Kg
	Dimensi	2720 x 1300 x 1180
Mesin	Mesin Diesel	188 F
	Mesin	1 Cylinder vertikal
	Batas Daya (KW / HP)	7.5 /10
	Batas Kecepatan (rpm)	3600
	Konsumsi BBM	1,2 L /Jam
Performa	Kapasitas Kerja	8 - 10 Jam /Ha
	Losses Gabah (susut hasil)	≤ 2 %
	Lebar pemotongan (mm)	1000
Roda	Batas pemotongan dari tanah (mm)	210
	Jarak section x lebar x jumlah (mm)	72 x 255 x 35
	Ukuran roda (Karet)	5.00 - 12

Sumber: PT. Rutan (2012)



Gambar 14. Panen padi menggunakan *mini combine harvester* tipe *walking* di Kabupaten Sragen pada tahun 2014

Keunggulan mesin panen padi ukuran kecil (*mico harvester*) rakitan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Gambar 15) dibandingkan mesin panen padi lainnya terletak pada daya tekan (*ground pressure*), yaitu tekanan *mico harvester* ke tanah hanya 0,11 kg/cm<sup>2</sup>, daya tekan mesin panen padi lainnya umumnya 0,2 kg/cm<sup>2</sup> dan daya tekan kaki manusia 0,25 kg/cm<sup>2</sup>. Keunggulan ini menjadikan *mico harvester* cocok dengan kondisi lapangan yang dihadapi petani. *Mico harvester* dapat dioperasikan pada musim tanam pertama (MT-1) dan kedua (MT-2) pada kondisi lahan sawah becek dan MT-3 pada kondisi lahan sawah kering. Disamping itu, dengan ukuran mungil dan daya tekan rendah, *mico harvester* dapat leluasa bermanuver di jalan sempit dan becek tanpa ambles (Astu dalam Anugrah, 2015). Jumlah pekerja yang berada diatas mesin pemanen padi ukuran kecil tipe *riding* sebanyak 2 orang (1 orang operator/pengemudi dan 1 orang pengisian gabah ke dalam karung) dan 1-2 orang tenaga pengangkut gabah dari lahan sawah ke pinggir jalan. Spesifikasi *mico harvester* tipe *riding* disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Spesifikasi *mico harvester* tipe *riding*

	Panjang (cm)	260
Dimensi	Lebar (cm)	180
	Tinggi (cm)	170
Bobot (kg)		840
Ground pressure (kg/cm <sup>2</sup> )		0,11
Lebar kerja (cm)		120
Dimensi <i>track crawler</i> karet parsial (mm)		320 x 52 x 26
Kecepatan maju (km/jam)		1,5-2
Kapasitas teoritis (jam/ha)		8-10
Daya engine (HP)		13
Transmisi		3 tingkat maju, 1 mundur
Jumlah tenaga kerja (orang)		2

Sumber: CV. Adi Setia Utama Jaya (2015)



Gambar 15. Panen padi menggunakan *mini combine (mico) harvester* tipe *riding* di Kabupaten Sragen pada tahun 2015

### 3.2. Mesin panen padi (*combine harvester*) ukuran sedang

Prinsip kerja mesin panen padi ukuran sedang sama seperti mesin panen padi ukuran kecil, yaitu bekerja mulai dari proses pemotongan, pengumpanan, perontokan, pemisahan dan pembersihan, sekaligus melakukan penampungan gabah bersih dalam tangki gabah, yang dapat menampung 74-130 kg gabah bersih. Mesin panen padi ukuran sedang pada umumnya dilengkapi *blower* dan ayakan untuk pembersihan gabah. Mesin panen padi ukuran sedang digerakkan dengan tenaga motor berkekuatan 20 - 40 HP. Kecepatan panen 0,6-1,5 ha/hari dan hasil gabah lebih bersih dibandingkan hasil gabah mesin panen padi ukuran kecil (Gambar 16) dengan spesifikasi seperti pada Tabel 15 dan 16. Mesin panen padi ukuran sedang efektif dan efisien dioperasikan di lahan sawah sempit pada kondisi lahan sawah agak basah atau pada MT-2 dan kondisi lahan sawah kering atau pada MT-3. Jumlah pekerja yang berada diatas mesin panen padi ukuran sedang 2 orang (1 orang operator/pengemudi dan 1 orang pengisian gabah ke dalam karung) dan 1-2 orang tenaga pengangkut gabah dari lahan sawah ke pinggir jalan.

Tabel 15. Spesifikasi mesin panen model Hornet

Model	CCH-7130 Hornet	
Dimensi	Panjang ( mm )	3980
	Lebar ( mm )	1880
	Tinggi ( mm )	1805
Berat (kg)	1200	
Mesin penggerak	Jenis	Diesel Ratna R-2200
	Daya (HP/rpm)	23/2200
	Kapasitas tangki bahan bakar (liter)	60
Pemotong	Bentuk pisau potong	Segi lima
	Lebar potongan (mm)	1360
	Jumlah mata pisau pemotong (buah)	18,5
Perontok	Tipe perontok	Throw in
	Jumlah silinder perontok (unit)	1
	Tipe gigi perontok	Spike
	Diameter gigi perontok (mm)	10
	Putaran silinder perontok (rpm)	801
Roda	Type	Crawler
	Jumlah (unit)	2
	Lebar (mm)	380
Pembersihan	Blower dan ayakan eksentrik	
Penampung gabah	Jumlah hopper (buah)	2
	Volume (kg)	74
Kinerja	Kapasitas panen (ha/jam)	0,06 – 0,23
	Tingkat kotoran (%)	≤ 2,0
	Tingkat keremukan	≤ 1,5
	Tingkat kehilangan (%)	≤ 3,0

Sumber: PT. Rutan (2014)



Gambar 16. Panen padi menggunakan *combine harvester* ukuran sedang di Kabupaten Sragen pada tahun 2015

Tabel 16. Spesifikasi mesin panen model DC 35

Model		DC-35	
Dimensi	Panjang ( mm )	4120	
	Lebar ( mm )	1850	
	Tinggi ( mm )	2150	
Berat (kg)		1550	
Mesin penggerak	Model	Kubota D1105 T-E2-C-1	
	Type	Water-cooled 4-Cycle 4-Cylinder Turbocharged Vertical Diesel	
	Daya (kW(PS)/rpm)	24.5 (33.3) - 3000	
	Kapasitas tangki bahan bakar (liter)	60	
	Steering	Clutch and Brake	
	Pemotong	Pickup Reel Diameter x Width ( mm )	800 x 1420
	Height Adjustment	Hydraulics	
	Gathering length (mm)	1600	
	Cutter Bar length (mm)	1448	
Separating	Threshing	Diameter x Length (mm)	545 x 1520
	Cylinder	Revolutions (rpm)	630
		Concave Area (m2)	0.991
Pembersih		Oscillating • 3 Way Air Stream Cleaning System	
Kapasitas tangki gabah (kg)		130	
Kapasitas panen (ha/jam)		0.1 – 0.3	

Sumber: PT. KMI (2013)

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian telah merakit mesin panen padi ukuran sedang (*indo combine harvester*) yang dirancang untuk mendukung pencapaian program swasembada beras nasional melalui usaha penurunan susut hasil panen (Gambar 17) dengan spesifikasi seperti pada Tabel 17. Kinerja mesin tersebut mampu menggabungkan kegiatan potong – angkut – rontok – pembersihan – sortasi - pengantongan dalam satu proses kegiatan yang terkontrol. Mesin panen yang memungkinkan proses kegiatan panen menjadi tergabung dan terkontrol, menurunkan susut hasil menjadi hanya sebesar 1,87 % atau berada di bawah rata-rata susut hasil metode “gropyokan” (sekitar 10%).

Tabel 17. Spesifikasi mesin panen *indo combine harvester*

Tipe		Mini Combine, Riding Type
Dimensi	Panjang ( mm )	3900
	Lebar ( mm )	1700
	Tinggi ( mm )	2150
Berat (kg)		1680
Motor penggerak	Daya (kW (HP))	17,15 (23)
	Jenis	4-Cylinder in line, direct injection
	Putaran (rpm)	2200
	BBM	Solar
	Konsumsi BBM (liter/jam)	2,37
Transmisi		3 maju, 1 mundur
Roda	Type	Crawler
	Jumlah (unit)	2
	Panjang (mm)	1400
	Lebar (mm)	450
Pemotong	Bentuk pisau potong	Segi lima
	Panjang (mm)	75
	Lebar (mm)	8
	tebal (mm)	6
	Jumlah mata pisau pemotong (buah)	18
Perontok	Type	Throw in
	Jumlah silinder (unit)	1
	Type gigi	Spike
	Jumlah baris gigi (baris)	6
	Putaran silinder (rpm)	800
Roda	Type	Crawler
	Jumlah (unit)	2
	Panjang (mm)	1400
	Lebar (mm)	450
Pembersih	Pembersihan	Blower dan ayakan eksentrik
	Blower	Sentrifugal
	Putaran (rpm)	800
Penampung gabah	Jumlah hopper (buah)	2
	Volume (kg)	74
Kinerja	Kecepatan (km/jam)	2 – 3
	Kapasitas lapang (jam/ha)	4 – 6
	Ground pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	0,13
	Lebar kerja (mm)	1200

Sumber: Balitbangtan (2013)

Sedangkan tingkat kebersihan gabah panen yang dihasilkan oleh mesin tersebut mencapai 99,5%. Mesin panen padi ukuran sedang *indo combine harvester* dioperasikan oleh 1 orang operator dan 2 pembantu yang mampu menggantikan tenaga kerja panen sekitar 50 HOK/ha. Kapasitas kerja mesin mencapai 5 jam per hektar (Balitbangtan, 2013).



Gambar 17. Mesin panen padi ukuran sedang (*indo combine harvester*) hasil rakitan Balitbangtan

### 3.3. Mesin panen padi (*combine harvester*) ukuran besar

Seperti mesin pemanen ukuran sedang, mesin panen ukuran besar ini bekerja mulai dari proses pemotongan, pengumpanan, perontokan, pemisahan dan pembersihan, juga sekaligus melakukan penampungan gabah bersih dalam tangki gabah. Kapasitas tangki gabah dapat menampung 250-300 kg gabah bersih. Kecepatan panen 0,3-0,5 ha/jam. Mesin panen padi ukuran besar digerakkan dengan tenaga motor berkekuatan di atas 40 HP (Gambar 18). Spesifikasi mesin panen padi ukuran besar disajikan pada Tabel 18.

Mesin panen padi ukuran besar efektif dan efisien dioperasikan dilahan sawah datar dan lebar/luas pada musim kemarau atau MT-3 pada kondisi lahan sawah kering. Jumlah pekerja yang berada diatas mesin panen padi sebanyak 3 orang (1 orang operator/pengemudi dan 2 orang pengisian

gabah ke dalam karung) dan 2-3 orang tenaga pengangkut gabah dari lahan sawah ke pinggir jalan. Kecepatan panen 2-3 jam/ha jauh lebih cepat dari mesin panen padi ukuran kecil dan sedang, kehilangan hasil kurang dari 2% dan hasil panen lebih bersih dari mesin panen padi ukuran kecil dan sedang.

Tabel 18. Spesifikasi mesin panen model CCH-2000 Star

Uraian	Keterangan
Model	CCH 2000 star
Effisiensi kerja	0.53 - 0.80 ha/h (1,32 - 2,00 acre / h)
Kapasitas kerja	2 kg/s
Dimensi ukuran	4700 x 2700 x 2713 mm
Dimensi pengemasan	4700 x 2330 x 2550 mm
Berat	2490 kg
Motor penggerak	Diesel engine
Model engine	Rdx-4610
Daya kontinyu	61 hp /2400 rpm
Crawler karet	450 mm x 90 mm x 48
Jumlah sambungan	48
Transmisi	Automatic hydraulic hst f:3/r:3
Tekanan pada tanah	≤ 18 kpa
Jarak dari tanah	240 mm
Lebar pemotongan	2000 mm
Jenis pengangkat	Hydraulic
Kumparan pengangkat	Hydraulic
Kemudi	Hydraulic
Conveyor	Chain rack tooth type

Sumber: PT. Rutan (2013)



Gambar 18. Panen padi menggunakan *combine harvester* ukuran besar di Kabupaten Sragen pada tahun 2014

### **Kinerja Mesin Pemanen Padi (*Combine Harvester*)**

Ditinjau dari aspek teknis menunjukkan bahwa mesin panen padi (*combine harvester*) baik ukuran kecil, sedang maupun besar relative mudah dioperasikan di lahan sawah, wilayah operasi cukup luas, meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga kerja, serta menekan kehilangan hasil dibandingkan dengan panen secara manual (konvensional) dengan perontokan padi menggunakan *power thresher*. Karena setiap tipe dan ukuran mesin panen padi mempunyai kelebihan dan keunggulan masing-masing (Table 1 dan 19), maka pengoperasian mesin pemanen padi di lahan sawah harus disesuaikan dengan persyaratan teknis mesin panen padi tersebut.

Mesin panen padi ukuran kecil dan sedang efektif dan efisien bila dioperasikan pada petakan sawah yang relatif sempit, sedangkan mesin panen padi ukuran besar lebih efektif dan efisien bila dioperasikan pada petakan sawah yang lebar atau luas dengan topografi datar. Petani yang memiliki petakan sawah sempit lebih menyukai mesin panen padi ukuran kecil dan sedang sedangkan petani yang memiliki petakan sawah yang lebar lebih menyukai mesin panen padi ukuran besar.

Ditinjau dari aspek finansial bagi pengguna jasa, biaya jasa sewa mesin panen rendah dibandingkan cara panen manual, meningkatkan hasil (gabah) baik kuantitas maupun kualitas, meningkatkan nilai tambah dan pendapatan petani. Hasil panen ini lebih bersih dan banyak antara 150-200 kg/0,33 ha atau 450-600 kg/ha dan harga gabah lebih tinggi antara Rp.150-200/kg sehingga pendapatan petani meningkat/ bertambah. Peningkatan keuntungan panen padi menggunakan mesin panen padi ukuran sedang model DC 35 berkisar antara Rp. 2.340.000 - Rp 3.120.000/ha/musim tanam (Suhendrata *et al*, 2015a).

Tabel 19. Kinerja mesin panen padi (combine harvester) berdasarkan ukuran dan cara manual (regu tanam) menggunakan sabit dan power thresher

Parameter			
Ukuran/model	Kecil/tipe <i>walking</i>	Kecil/tipe <i>driving</i>	Kecil/ Hornet
Kecepatan panen	8 - 10 jam/ha	8-10 jam/ha	6-7 jam/ha
Daya mesin	10 HP	13 HP	23 HP
Berat	390 kg	840 kg	1.200 kg
Kap. tangki gabah	Tidak ada	Tidak ada	74 kg
Hasil kerja	Gabah kurang bersih	Gabah kurang bersih	Gabah bersih
Kehilangan hasil	Sedikit (<2%)	Sedikit (<2%)	Sedikit (<2%)
Sasaran penerapan	Sawah sempit/kecil	Sawah sempit/kecil	Sawah sempit/kecil
Masa penerapan	MT-1, MT-2 & MT-3	MT-1, MT-2 & MT-3	MT-2 dan MT-3
Jumlah pekerja	2-3 orang	2-3 orang	3-4 orang

Parameter			
Ukuran/model	Sedang/DC 35	Besar/CCH 2000 Star	Sabit+ <i>power thresher</i>
Kecepatan panen	4-5 jam/ha	2-3 jam/ha	1 hari/ Ha
Daya mesin	35 HP	61 HP/2400 RPM	5-8 HP
Berat	1.550 kg	2.490 Kg	-
Kap. Tangki gabah	130 kg	250 kg	-
Hasil kerja	Gabah bersih	Gabah bersih	Gabah kotor
Kehilangan hasil	Sedikit (<2%)	Sedikit (<2%)	Tinggi
Sasaran penerapan	Sawah sempit/kecil	Sawah datar & luas	Semua lahan sawah
Masa penerapan	MT-2 dan MT-3	MT-3	MT-1, MT-2 dan MT-3
Jumlah pekerja	3-4 orang	5-6 orang	20-25 orang

Sumber: Suhendrata (2015)  
 Sumber: Suhendrata (2013d)

Kelayakan finansial investasi mesin panen padi yang diukur dengan indikator *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (B/C), *Payback Period* (PP), menunjukkan bahwa usaha jasa mesin panen padi ukuran kecil model Tomcat, ukuran sedang model DC 35 dan Hornet serta ukuran besar tipe Maxxi J Padi layak diterapkan dan dikembangkan (Tabel 20).

Tabel 20. Kelayakan financial investasi beberapa model mesin panen padi

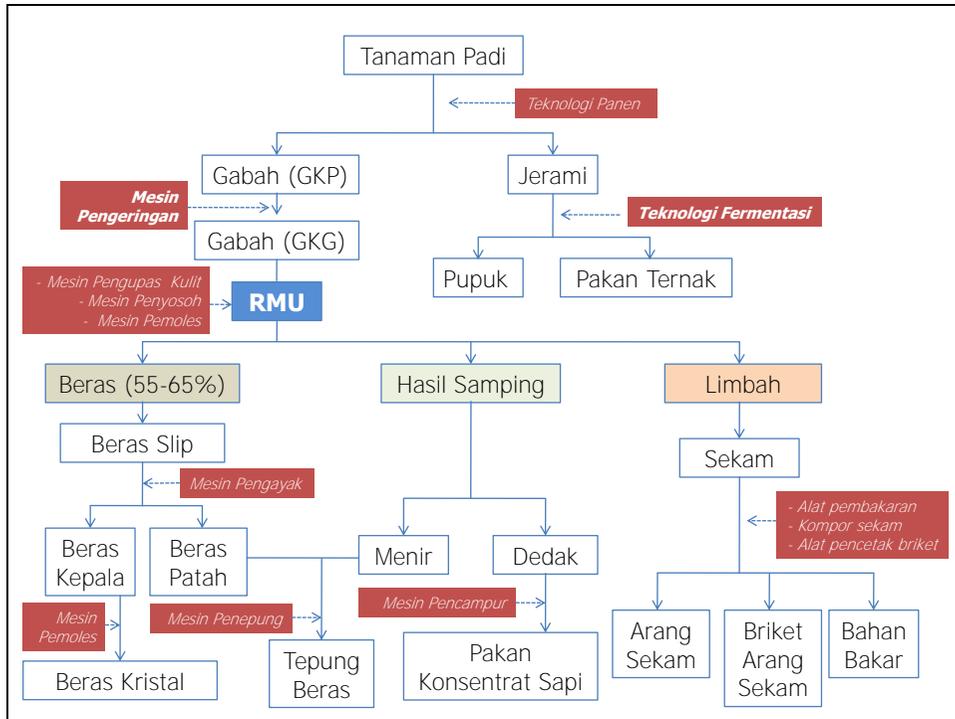
Mesin Panen	NPV (Rp.)	B/C	IRR (%)	PP (Tahun)	Sumber
Tomcat	59.046.234	1,32	-	2,20	Suhendrata <i>et al</i> , 2015a
DC 35	59.298.569	1,14	-	3,90	Suhendrata <i>et al</i> , 2015a
Hornet	40.085.111	1,20	-	3,46	Suhendrata <i>et al</i> , 2015a
Maxxi J	80.591.176	-	37,73	2,47	Basuki dan Haryanto, 2012

Dari aspek finansial, penerapan mesin panen padi menguntungkan bagi kedua belah pihak, yaitu pengguna jasa (petani) dan pemberi jasa (pemilik mesin panen padi).

Ditinjau dari aspek sosial kehadiran mesin panen padi dapat diterima petani misalnya di Kabupaten Sragen. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan mesin tersebut sesuai dengan kebutuhan riil di lapangan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi, memberi manfaat dan secara ekonomi memberikan keuntungan dibandingkan dengan teknologi panen menggunakan sabit dan mesin perontok padi (*power thresher*) yang biasa digunakan petani

### C. Sub Sistem Pascapanen

Yang dimaksud dengan kegiatan pascapanen dalam sub system pascapanen adalah kegiatan pengeringan, penggilingan dan pengolahan atau penanganan hasil samping dan limbah dari penggilingan padi (Gambar 19).



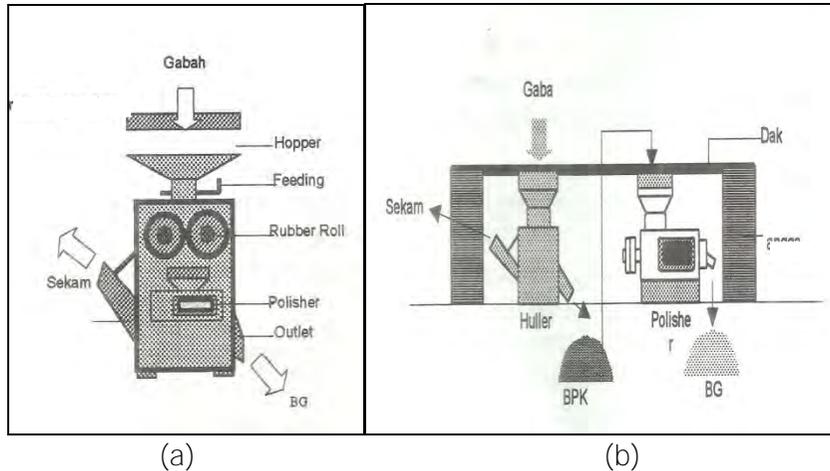
Gambar 19. Dukungan teknologi mekanisasi pada penggilingan padi, proses usaha pengolahan beras, hasil samping dan limbah

Pengeringan gabah bertujuan untuk mengurangi kadar air gabah dilakukan dengan menggunakan udara panas. Pengeringan dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu (i) melalui penjemuran dengan sinar matahari dan (ii) menggunakan mesin pengering buatan (*dryer*). Pengeringan gabah sangat menentukan rendemen dan mutu beras. Beras yang baik adalah yang mempunyai persentase beras utuh tinggi, butir pecah dan kotoran rendah, penampilan putih dan rendemen giling tinggi. Keterlambatan atau proses pengeringan tidak sempurna menyebabkan mutu beras giling rendah, ditunjukkan oleh tingginya butir pecah, menir, butir kuning, butir merah, gabah berkecambah dan rendahnya rendemen giling (Ananto *et al.*, 2003). Selanjutnya dikatakan, apabila fasilitas penjemuran terbatas, upaya untuk pengamanan mutu beras dapat dilakukan dengan pengeringan bertahap, yaitu

1. Kalau gabah akan disimpan untuk sementara waktu, pengeringan hanya dilakukan hingga kadar air gabah 16-17%, dan 2. Kalau gabah akan digiling atau disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama, pengeringan dilakukan hingga kadar air gabah 14%. Pengaruh negatif dari terlambatnya proses penjemuran terhadap mutu terhadap mutu gabah maupun mutu beras giling yang dihasilkan antara lain 1. Gabah tumbuh, 2. Berasnya berwarna, 3. Beras giling hancur, dan 4. Kenampakan beras kusam.

Gabah yang sudah kering (kadar air 14%) selanjutnya digiling di RMU (*Rice Milling Unit*). Fungsi penggilingan padi (RMU) adalah proses mengolah gabah kering giling menjadi beras melalui pemisahan bulir beras dari kulitnya, dengan tetap mempertahankan rendemen dan mutu beras serta meminimalisir kehilangan hasil dalam proses penggilingan padi. Oleh karena itu mesin penggilingan padi sangat penting untuk proses pembentukan beras yang berkualitas.

Peralatan atau mesin penggilingan terdiri dari mesin pemecah kulit (*husker*), mesin penyosoh (*polisher*) tipe friksi dan abrasive, dan mesin pemoles (*refiner*) (Rachmat dan Suismono, 2007). Ada dua tipe penggilingan padi (Ananto *et al.*, 2003), yaitu (1) penggilingan padi tipe *single pass*, merupakan unit penggilingan padi yang paling sederhana dan kompak dengan satu aliran dimana mesin pemecah kulit dan penyosoh/pemutih menyatu dalam satu rumah (Gambar 20a), dan (2) penggilingan padi tipe *double pass* terdiri dari unit pemecah kulit dan penyosoh terpisah, tetapi masih dikategorikan sebagai unit penggilingan skala kecil (Gambar 20b). Model *double pass* dapat diklasifikasikan ke dalam tipe (1) diskontinyu, yaitu penggilingan padi dengan pengangkutan gabah dari proses satu ke proses yang lain dilakukan secara manual, dan (2) kontinyu, yaitu penggilingan padi dengan pengangkutan gabah dari proses satu ke proses yang lain dilakukan secara kontinyu dengan elevator.

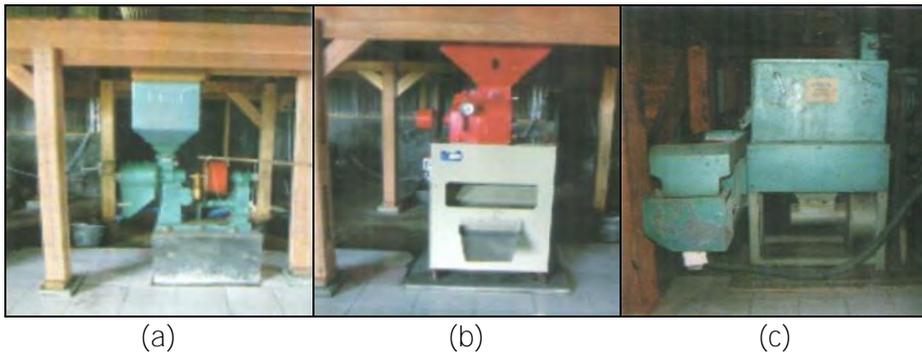


Gambar 20. RMU *single pass* (a) dan (b) *double pass* skala kecil (Ananto *et al.*, 2003)

Penggilingan padi menghasilkan produk utama beras, produk samping berupa dedak dan menir, dan limbah berupa sekam. Beras yang dihasilkan dari mesin pengupasan kulit (Gambar 21a) dan mesin penyosoh abrasive (Gambar 21b) adalah beras slip yang terdiri dari beras kepala, beras pecah dan beras menir. Mutu beras dapat ditingkatkan dengan cara memilah beras pecah dan beras menir dari beras kepala dengan menggunakan pengayak sistem silinder berputar. Untuk mendapatkan beras hasil giling yang mempunyai penampakan bersih dan cemerlang (lebih populer dengan istilah beras Kristal atau beras mutiara) digunakan mesin pemoles (Gambar 21c) (Rachmat dan Suismono, 2007).

Selain penggilingan padi tetap ukuran kecil, di beberapa wilayah berkembang penggilingan padi berjalan atau penggilingan padi keliling (Gambar 22) dan penggilingan padi tetap ukuran besar atau *rice milling plant* atau pabrik pengolahan padi/beras modern (P3M) dengan kapasitas diatas 2 ton GKG/jam, misalnya yang dikelola oleh PT. Prakarsa Bumi Pertiwi (Sukun Group), kapasitas 6 ton GKG/jam di Kabupaten Kudus tahun 2005

dan PT. Sakti, kapasitas 2 ton GKG/jam di Kabupaten Sragen tahun 2014 (Gambar 23).



Gambar 21. Mesin pemecah kulit (a), mesin penyosoh (b) dan mesin pemoles beras kristal (Rachmat dan Suismono, 2007)

Tabel 21. Spesifikasi mesin pengukas kulit gabah (Husker)

Uraian		Uraian
Model		HC-600 A2
Dimensi	Panjang (cm)	13,5
	Lebar (cm)	67,5
	Tinggi (cm)	157,0
Bobot (kg)		180
Daya motor penggerak		6 HP
Putaran motor penggerak (rpm)		1.000
Kapasitas (kg/jam)		1500 kg/jam
Dimensi roll karet		6 x 8,75 inci

Sumber: PT. Rutan (2014)

Tabel 22. Spesifikasi pemutih beras (Polisher)

Uraian		Uraian
Model		N – 110– F
Dimensi	Panjang (cm)	132
	Lebar (cm)	44
	Tinggi (cm)	74
Bobot (kg)		200
Daya motor penggerak (kw)		11-15
Putaran motor penggerak (rpm)		750-850
Kapasitas (kg/jam)		1200-1500

Sumber: PT Mesin Maksindo (2014)



Gambar 22. Penggilingan padi berjalan

Tabel 23. Spesifikasi mesin penggilingan padi berjalan

Uraian	Uraian	
Model	: Mobil Colt T120	
Mesin penggerak	: Diesel 24 PK	
<b>Mesin pemecah kulit</b>	:	
Model	: N-70	
Dimensi	Panjang (cm)	: 112
	Lebar (cm)	: 44
	Tinggi (cm)	: 74
Bobot (kg)	: 185	
Daya	: 10-11 KW	
Putaran (rpm)	: 750-850	
Kapasitas (kg/jam)	: 1.100-1.200 kg/jam	
<b>Mesin pemoles</b>		
Model	: LM24	
Dimensi	Panjang (cm)	: 212
	Lebar (cm)	: 91
	Tinggi (cm)	: 164
Bobot (kg)	: 115	
Daya	: 5 KW	
Putaran (rpm)	: 1.050	
Kapasitas (kg/jam)	: 1.000 kg/jam	

Sumber: Agritek Inovasi (2012)



Gambar 23. Pabrik pengolahan padi/beras modern

### 3.2. Teknologi Mekanisasi Pertanian Pada Usahatani Ternak Sapi

Salah satu luaran utama dari sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong adalah meningkatnya daya dukung pakan. Daya dukung pakan merupakan faktor penting dalam meningkatkan populasi sapi potong, mengingat pakan merupakan peubah langsung yang yang mempengaruhi peningkatan populasi dan keragaan ternak (Bamualim dan Tiesnamurti, 2009). Selain itu, juga meningkatnya daya dukung pupuk organik. Daya dukung pupuk organik merupakan faktor penting dalam mempertahankan dan meningkatkan kesuburan lahan sawah.

Teknologi mekanisasi pertanian memberikan kontribusi pada usahatani perbibitan dan penggemukan sapi potong dapat dikelompokkan dalam empat sub sistem yaitu A. Sub sistem pemeliharaan, B. Sub sistem pakan, C. Sub sistem pupuk organik, dan D. Sub sistem energi. Penerapan alat dan mesin pertanian pada usahatani sapi berperan terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi waktu, tenaga dan biaya pemeliharaan, pemanfaatan dan pengolahan pakan (fermentasi jerami dan konsentrat), dan limbah ternak (pembuatan pupuk organik padat dan cair, dan biogas), mengurangi beban

kerja peternak dan meningkatkan kenyamanan kerja, meningkatkan mutu dan nilai tambah hasil, dan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani.

### A. Sub Sistem Pemeliharaan

Posisi dan fungsi teknologi mekanisasi pertanian pada sub sistem pemeliharaan berperan dalam aktivitas atau kegiatan (i) penimbangan sapi menggunakan timbangan ternak (Gambar 24) untuk mengetahui bobot awal, bobot akhir dan pertambahan bobot harian, dan (ii) penyiapan air bersih dengan pemompan air dari sumur ke menara air (Gambar 25). Air digunakan untuk membersihkan kandang dan pengenceran kotoran sapi pada waktu persiapan pembuatan biogas. Sebagai gambaran kondisi seperti ini pada kelompok Sistem Integrasi Padi dan Ternak Sapi Bebas Limbah kelompok tani Marsudi Kromo Boga Desa Palur, Kabupaten Sukoharjo.



Gambar 24. Timbangan sapi (Anonim, 2009)



Gambar 25. Menara air berada di dekat dengan kandang sapi

## B. Sub Sistem Pakan

Pada sub sistem pakan mekanisasi berfungsi untuk menyiapkan dan memproses jerami padi limbah dari mesin perontok gabah (*power thresher*) dan panen padi (*combine harvester*) pada sub sistem panen usahatani padi menjadi pakan dan pengepresan jerami padi, serta pembuatan pakan konsentrat. Peran teknologi mekanisasi pertanian pada proses pemanfaatan jerami padi menjadi pakan sapi antara lain dalam aktivitas pencacahan jerami menggunakan mesin pencacah (*chopper*), pengepresan jerami menggunakan alat pengepres jerami padi, mesin mixer dan mesin diesel pada proses pembuatan pakan konsentrat dengan bahan baku dedak yang merupakan hasil samping dari penggilingan padi.

Ada beberapa cara yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas jerami padi untuk pakan sapi potong, yaitu perlakuan secara fisik, kimiawi (amoniasi), biologis (fermentasi), dan gabungan amoniasi dan fermentasi (amofer) (Ernawati dan Budiharto, 2002).

**Perlakuan secara fisik:** Perlakuan fisik dilaksanakan melalui proses pengeringan dan pemotongan/pencacahan. Proses pengeringan jerami bertujuan mengurangi kadar air (kurang dari 16%) untuk menghindari tumbuh jamur atau mikroorganisme lain yang tidak dikehendaki. Pencacahan jerami menggunakan mesin pencacah jerami (*chopper*) bertujuan untuk memperkecil ukuran menjadi 5-10 cm serta memperluas permukaan sehingga memudahkan pengunyahan dan proses pencernaan. Di lapangan banyak bentuk dan kapasitas mesin pencacah jerami mulai dari 100 kg/jam hingga 2 ton/hari (Gambar 26). Spesifikasi mesin pencacah jerami disajikan pada Tabel 24.



Gambar 26. Beberapa tipe mesin pencacah jerami padi

Tabel 24. Spesifikasi mesin pencacah jerami

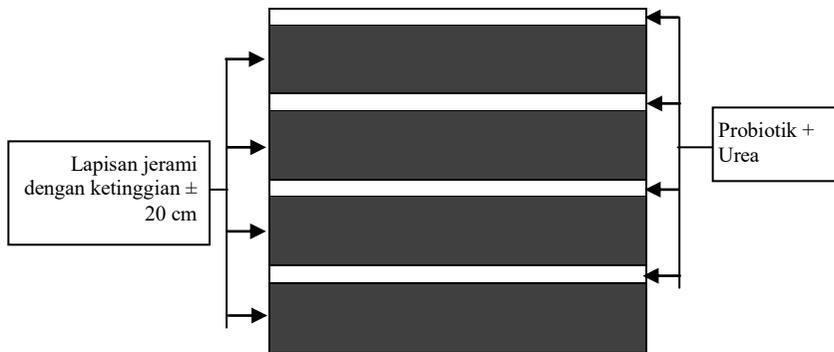
Uraian	Keterangan
Dimensi	- Panjang (mm) : 700
	- Lebar (mm) : 500
	- Tinggi (mm) : 900
Material rangka	:Siku Besi atau UNP Besi
Bahan body	: Plat Besi
Bahan Pisau	: Baja
Motor penggerak	: Diesel
Daya motor (HP)	: 8
Bahan bakar	: Solar
Transmisi	: Pulley dan V-belt
Fungsi	: Pencacah jerami padi

**Perlakuan secara kimia:** Perlakuan kimia (proses amoniasi) menggunakan urea 5-7% dari bobot jerami untuk meningkatkan penggunaan jerami padi sebagai pakan melalui peningkatan pencernaan dan kandungan nitrogen (protein kasar) jerami padi.

**Perlakuan secara biologis:** Perlakuan biologis (fermentasi) dilakukan dengan bantuan mikroorganisme atau enzim produk mikroorganisme (probiotik) melalui suatu proses fermentasi untuk meningkatkan pencernaan zat gizi jerami terolah bagi ternak secara alami. Probiotik yang banyak beredar di pasar antara lain probion, bioplus, Starbio, EM4 dan akhir-akhir ini banyak menggunakan Mikro Organisme Lokal (MOL). Penggunaan prodiotik berkisar antara 0,25-0,75% berat jerami padi.

**Perlakuan secara gabungan:** Perlakuan secara gabungan antara amoniasi dan fermentasi (amofer). Untuk meningkatkan kualitas nutrisi jerami dilakukan melalui proses fermentasi terbuka selama 21 hari. Sebagai pemacu proses pelapukan serat jerami agar mudah dicerna digunakan probiotik dan urea masing-masing 2,5 kg untuk satu ton jerami segar. Proses fermentasi dilakukan di tempat terlindung dari hujan dan sinar matahari secara langsung (Haryanto *et al.*, 2003). Tahap amoniasi dan fermentasi dibagi menjadi 2 tahap, yaitu tahap amoniasi dan fermentasi dan tahap pengeringan dan penyimpanan.

Tahap fermentasi. Jerami yang akan di amoniasi dan fermentasi ditimbun dengan ketebalan  $\pm$  20 cm, lalu ditaburi campuran probiotik dan urea secukupnya secara merata. Kemudian diteruskan pada lapisan timbunan berikutnya dengan ketebalan  $\pm$  20 cm sehingga tumpukan jerami mencapai 2-3 meter (Gambar 27), didiamkan selama 21 hari agar proses fermentasi dapat berlangsung dengan baik.



Gambar 27. Proses amoniasi dan fermentasi pada jerami padi

Tahap pengeringan dan penyimpanan. Jerami yang telah difermentasi dikeringkan di bawah sinar matahari dan diangin-anginkan sehingga cukup kering. Jerami fermentasi yang sudah cukup kering disimpan di tempat yang terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung. Sebaiknya jerami fermentasi kering dipres menggunakan mesin pengepres jerami (Gambar 28) sebelum disimpan. Fungsi alat/mesin press jerami adalah untuk memadatkan atau mengurangi volume jerami dengan tujuan agar jerami dapat disusun dengan rapi dan tidak memakan tempat baik dalam penyimpanan maupun pengangkutan. Tenaga atau penggerak press/tekan pada alat press jerami manual menggunakan ulir puntir, sedangkan pada mesin press jerami dengan pompa hidrolis. Ukuran hasil pengepresan atau hasil cetak bervariasi antara lain 35 x 35 x 40 cm, 40 x 40 x 50 cm, 50 x 50 x 50 cm, 50 x 50 x 60 cm. Spesifikasi alat dan mesin pres jerami disajikan pada Tabel 25 dan 26. Tahapan pembuatan jerami padi amoniasi dan fermentasi disajikan pada (Gambar 29).

Tabel 25. Spesifikasi alat press jerami padi manual

Uraian	Keterangan
Dimensi	- Panjang (mm) : 900
	- Lebar (mm) : 500
	- Tinggi (mm) : 1.500
Material rangka	: UNP Besi
Bahan bodi dan pintu	: UNP di lapis plat 3 mm
Cara pres	: Drat ulir/ulir puntir
Kapasitas (kg/jam)	: 50-75
Ukuran hasil (mm)	: 400 x 400 x 500
Fungsi	: Pengepresan jerami

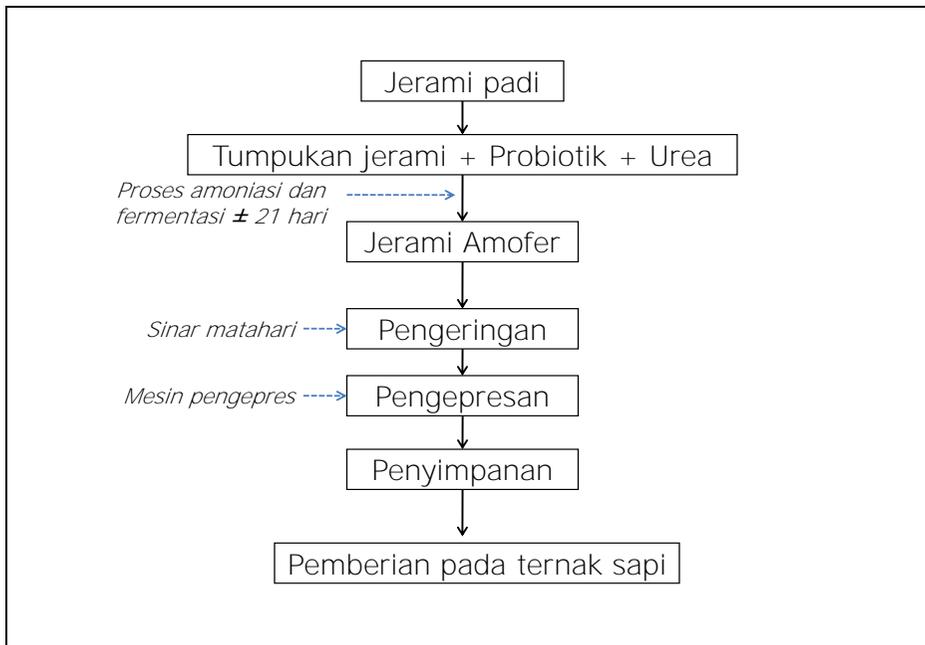
Tabel 26. Spesifikasi alat press jerami padi hidrolik

Uraian	Keterangan
Model	: MPJ 1000
Dimensi	- Panjang (mm) : 1.750
	- Lebar (mm) : 1.000
	- Tinggi (mm) : 2.030
Dimensi box	- Panjang (mm) : 610
	- Lebar (mm) : 600
	- Tinggi (mm) : 710
Material rangka	: UNP Besi
Bahan bodi dan pintu	: UNP di lapis plat 3 mm
Cara pres	: hidrolik
Kapasitas (kg/jam)	: 1107
Motor penggerak	- penggerak : Diesel
	- Daya (HP) : 8,5
	- Sistem pembakaran : Direct injection
	- Bahan Bakar : Solar
Ukuran hasil (mm)	: 400 x 400 x 500
Fungsi	: Pengepresan jerami

Sumber: Mitra Balai Industri (2012)



Gambar 28. Beberapa jenis mesin pengepres jerami padi



Gambar 29. Tahapan proses pembuatan jerami padi amofer untuk pakan ternak (modifikasi dari Haryanto *et al.*, 2003)

Untuk membedakan antara jerami segar dan fermentasi dapat dilihat dari tekstur, warna dan bau. Ciri-ciri jerami segar dan fermentasi seperti disajikan pada Tabel 27.

Tabel 27. Ciri-ciri jerami segar dan fermentasi

No.	Uraian	Jerami segar	Jerami fermentasi
1.	Tekstur	Kaku dan sulit diputus	Empuk, tidak kaku, mudah putus
2.	Warna	Coklat kehijauan	Coklat tua
3.	Aroma	Apek bau jerami	Segar dan harum

Manfaat teknologi amoniasi dan fermentasi (amofer)

- a) Meningkatkan gizi jerami padi dan mempercepat proses pemecahan serat jerami supaya mudah dicerna oleh ternak sapi
- b) Amofer dapat meningkatkan daya cerna dari 30% menjadi 50% dan protein dari 3,5% menjadi 7,0%
- c) Menjadi cadangan pakan pada musim kemarau dan dapat digunakan sepanjang waktu sehingga ketersediaan pakan selalu tersedia
- d) Efisiensi dalam penggunaan tenaga dan waktu

Kandungan gizi Jerami padi yang telah difermentasi lebih tinggi dibanding jerami tanpa fermentasi (Tabel 28) dan lebih disukai ternak. Jerami padi fermentasi memiliki nilai gizi hampir sebanding dengan rumput gajah (Sembiring dan Kusdianan (2008).

Tabel 28. Nilai gizi jerami padi tanpa fermentasi dan fermentasi (% bahan kering)

No.	Parameter	Jerami padi	
		Tanpa fermentasi	Fermentasi
1.	Protein	3,5	7,0
2.	Seat deterjen netral	8,0	77,0
3.	Daya cerna NDF	28-30	50-55

Sumber: Balitbangtan (2003)

Pemanfaatan jerami fermentasi, memberikan dampak sebagai berikut:

- a) Mengurangi biaya pakan, khususnya dalam penyediaan hijauan sebagai pakan utama ternak sapi
- b) Meningkatnya daya dukung lahan pertanian, karena bertenak sapi tidak harus menyediakan lahan sebagai tempat menanam hijauan pakan ternak
- c) Memberikan nilai tambah bagi petani padi, apabila petani telah melihat jerami padi bukan lagi sebagai limbah yang mengganggu proses produksi, melainkan sebagai produk yang dapat menghasilkan uang
- d) Memberikan peluang baru bagi simpul-simpul agribisnis jika dikelola secara professional, karena akan muncul bisnis atau usaha baru dalam pelayanan jasa, seperti *prosessing* dan pengangkutan jerami padi sebagai pakan ternak, sehingga sektor pertanian akan memberi peluang untuk menyerap tenaga kerja yang lebih banyak.

Pemanfaatan jerami padi untuk pakan sapi pada umumnya telah dilakukan oleh semua petani/peternak pada sistem integrasi padi dan ternak sapi seperti pada kelompok ternak sapi Gapoktan Gotong Royong Desa Meteseh Kecamatan Kaliori Kabupaten Rembang, Kelompok tani Manunggal Tani I dan Marga Taruna Tani I Desa Tulakan Kecamatan Donorojo kabupaten Jepara, Kelompok tani Marsudi Kromo Boga, Marsudi Utomo, Marsudi Roso, Marsudi Raharjo Desa Palur Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo tetapi prosesnya berbeda-beda ada yang langsung diberikan pada ternak sapi tanpa diolah, diberi perlakuan dengan urea (kimia) dan sebagian kecil dengan fermentasi (Sudaryanto *et al*, 2009). Penerapan mekanisasi pada sub sistem pakan belum banyak diterapkan, sebagian kecil telah menggunakan alat pengepres jerami secara manual. Penerapan mekanisasi pada sub sistem pakan telah banyak digunakan pada perusahaan besar seperti PT. Lembah Hijau Solo.

### C. Sub Sistem Pupuk Organik

Penggunaan pupuk organik dari tahun ke tahun semakin meningkat sejalan dengan berkembangnya pertanian organik, kenaikan harga dan kelangkaan pupuk anorganik (pupuk kimia) di pasaran. Pupuk organik berperan penting dalam perbaikan sifat kimia, fisika dan biologi tanah serta sumber nutrisi bagi tanaman. Secara umum kandungan nutrisi hara dalam pupuk organik tergolong rendah sehingga dalam penerapannya diperlukan dalam jumlah cukup banyak.

Kotoran dan urin sapi merupakan salah satu bahan organik yang potensial untuk dijadikan pupuk organik. Peran teknologi mekanisasi pertanian pada sub sitem pupuk organik antara lain pada proses pembuatan pupuk organik curah menggunakan mesin penghancur/ penghalus untuk mendapatkan butiran pupuk organik yang relative sama dan pengayakan untuk memisahkan dari bahan yang tidak diinginkan, pembuatan pupuk granul menggunakan mesin granulator dan pengemasan pupuk organik menggunakan mesin pengemas (Gambar 30). Kapasitas mesin penghalus mulai dari 500 kg/jam hingga 1.500 kg/jam. Contoh spesifikasi alat pengolah pupuk organik (APPO) sebagai berikut (Tabel 29):

Tabel 29. Spesifikasi alat pengolah pupuk organik

Uraian	Keterangan
- Panjang (mm)	: 850
Dimensi - Lebar (mm)	: 500
- Tinggi (mm)	: 1300
Material rangka	: Besi Siku
Bahan body	: Plat Besi
Bahan Pisau	: Baja
Motor penggerak	: Diesel
Daya motor (HP)	: 10
Bahan bakar	: Solar
Kapasitas (kg/jam)	: 600-700

Sumber: Sudaryanto *et al.* (2009)

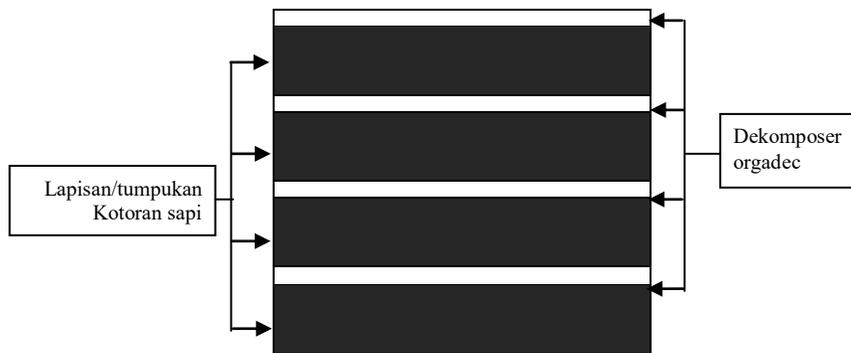


Gambar 30. Mesin penghalus, alat pengayak dan *granulator*

Untuk mempercepat waktu pembuatan pupuk organik (proses pengomposan) dapat digunakan mikroba dekomposer atau bioaktivator seperti Stardec, Biodec, EM4, Orgadec, Agrisimba, dan Promi.

**Teknis pembuatan pupuk organik:** Proses pembuatan pupuk organik menggunakan dekomposer *orgadec* adalah sebagai berikut: kotoran sapi yang telah dikumpulkan di tempat penampungan, ditumpuk dengan ketebalan  $\pm 30$  cm kemudian ditaburi dekomposer secara merata, demikian seterusnya sampai bahan habis. Atur agar ketinggian tumpukan kotoran  $\pm$  satu meter, kemudian ditutup rapat dengan plastik/terpal untuk memperoleh suhu antara  $60-70^{\circ}\text{C}$  agar proses penguraian bahan organik optimal, tumpukan didiamkan selama  $\pm 2$  minggu (Gambar 31). Untuk memproses satu ton kotoran ternak diperlukan 5 kg dekomposer *orgadec*.

Pupuk organik yang sudah jadi berwarna coklat kehitaman, kemudian pupuk dikeringkan dan dihaluskan menggunakan mesin penghalus dan penyaring/pengayakan untuk mendapatkan pupuk organik curah. Untuk memudahkan pengangkutan dan pemasaran, dilakukan pengemasan (Gambar 32). Keunggulan dekomposer *orgadec* antara lain sesuai untuk kondisi tropis, tidak memerlukan tambahan nutrisi, mudah dan tahan disimpan, mengurangi pertumbuhan gulma, antagonis terhadap jamur akar dan dalam proses pembuatan pupuk organik tidak perlu dibolak-balik.



Gambar 31. Proses pembuatan pupuk organik menggunakan dekomposer orgadec

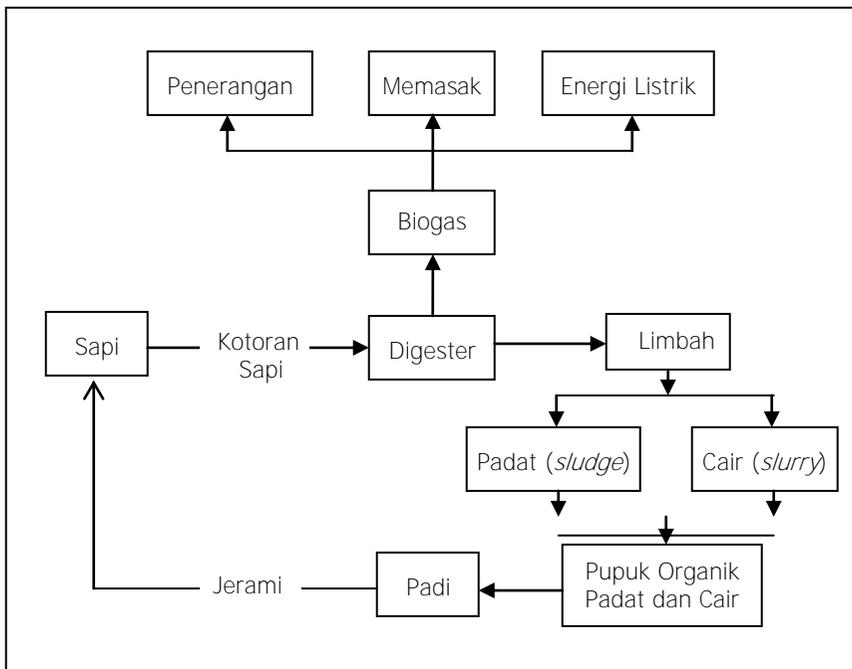


Gambar 32. Tahapan proses pembuatan pupuk organik padat dari kotoran ternak sapi menggunakan dekomposer orgadec

#### D. Sub Sistem Energi

Pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi, petani memanfaatkan kotoran ternak sebagai bahan biogas, limbah dari proses biogas berupa padatan (*sludge*) dan cairan (*slurry*) dapat digunakan langsung sebagai pupuk organik untuk tanaman (Gambar 33).

Pengelolaan limbah bertujuan untuk meminimalisasi dampak negatif dan memaksimalkan dampak positifnya dengan tetap memperhatikan keseimbangan antara sistem produksi dan lingkungan (Widodo *et al.*, 2008). Selanjutnya dikatakan penanganan kotoran ternak dengan sistem fermentasi anaerobik menggunakan reaktor biogas (digester) memiliki beberapa keuntungan antara lain mengurangi emisi rumah kaca, mengurangi bau tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, menghasilkan pupuk dan energi biogas (gas metan).



Gambar 33. Sistem bio-energi pada integrasi tanaman padi dan ternak sapi bebas limbah

Langkah operasional penerapan instalasi biogas ini sampai menghasilkan biogas melalui tiga tahap yaitu, 1. Penampungan, pengenceran, pengadukan dan pemasukkan kotoran sapi ke dalam digester, 2. Pemrosesan, pengambilan dan pemanfaatan biogas dan 3. Pengambilan sisa limbah setelah diambil gasnya. Ketiga tahap tersebut merupakan suatu alur kerja yang terus-menerus yang terjadi pada tiga tempat yang tersedia yaitu bak penampung, pemroses/reactor biogas (digester) dan bak penampung sisa proses berupa padat dan cair (Muryanto *et al.*, 2006). Unit instalasi pemrosesan kotoran sapi menjadi energi biogas disajikan pada Gambar 34. Digester yang digunakan terdiri dari berbagai tipe, ukuran dan bahan antara lain batu bata, buis beton, tangki air dan plastik (Gambar 35).



Gambar 34. Unit instalasi pemrosesan kotoran sapi menjadi energi biogas

Manfaat langsung biogas antara lain sebagai sumber energi untuk memasak (kompor gas), penerangan (lampu petromak), dan energi listrik (generator) (Tabel 30 dan Gambar 36) dan sisa atau limbah dari digester berupa lumpur ditampung menjadi pupuk organik padat dan cair (Muryanto, 2008; Widodo, 2008).



(a)



(b)

(c)

Gambar 35. Tipe digester terbuat dari (a) bata kapasitas 9 m<sup>3</sup>, (b) drum plastik *polyethilin* kapsitas 4 m<sup>3</sup> dan (c) drum kapasitas 4,6 m<sup>3</sup> (Sudaryanto *et al.*, 2009)

Tabel 30. Pemanfaatan biogas

Pemanfaatan biogas	Referensi	Hasil pengukuran
• Lampu penerang (m <sup>3</sup> /jam)	0,11-0,15 (Penerangan setara dengan 60 watt lampu bohlam @ 100 candle power @ 620 lumen) Tekanan: 70-80 mm H <sub>2</sub> O	0,15-0,3 Tekanan = 30-60 mm H <sub>2</sub> O
• Kompor gas (m <sup>3</sup> /jam)	0,2-0,45 0,3 m <sup>3</sup> /orang/hari Tekanan: 75-90 mm H <sub>2</sub> O	0,2-0,4 Tekanan: 60-85 mm H <sub>2</sub> O
• Energi listrik		
Algen gas generator (700 W)	0,5 m <sup>3</sup> biogas/kwh	0,55 m <sup>3</sup> biogas/kwh
Algen gas generator (1500 W)	0,35 m <sup>3</sup> biogas/kwh	0,40 m <sup>3</sup> biogas/kwh
Modifikasi diesel engine 6 HP (3000 W)	Perbandingan solar : biogas = 10 : 90	0,39 m <sup>3</sup> biogas/kwh

Sumber: Ditjen Pengembangan Peternakan (2003a dan 2003b); Fagi *et al.* (2004)



Gambar 36. Pemanfaatan energi biogas dari kotoran sapi



# **BAB IV**

# **KELEMBAGAAN**

## 4.1. Kelembagaan Petani

Untuk menjamin keberlanjutan upaya peningkatan produksi padi dan daging sapi serta meningkatkan kesejahteraan petani perlu diimbangi dengan pengembangan kelembagaan petani di tingkat desa, khususnya lembaga-lembaga yang terlibat langsung dalam SIPT antara lain gapoktan, kelompok tani, kelompok ternak, usaha pelayanan jasa alsintan (UPJA) dan unit pengolah pupuk organik (UPPO). Kelompok tani adalah kumpulan petani dalam hal ini petani padi sawah atau peternak yang dibentuk atas dasar kesamaan kepentingan, kesamaan kondisi lingkungan sosial, ekonomi dan sumberdaya, kesamaan komoditas dan keakraban untuk meningkatkan dan mengembangkan usaha anggotanya. Kelompok tani pada dasarnya adalah organisasi non formal di perdesaan yang ditumbuhkembangkan “dari, oleh dan untuk petani” dan gabungan kelompok tani (gapoktan) adalah kumpulan beberapa kelompok tani yang bergabung dan bekerja sama untuk meningkatkan skala ekonomi dan efisiensi usaha (Kementerian Pertanian, 2007). Sedangkan UPJA adalah suatu lembaga ekonomi perdesaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alat dan mesin pertanian baik di dalam maupun di luar kelompok tani/gapoktan untuk mendapatkan keuntungan usaha (Kementerian Pertanian, 2008).

Lembaga-lembaga tersebut di atas sebenarnya telah ada hanya belum berfungsi sebagaimana mestinya. Pada saat ini, kelembagaan pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong (SIPT) berbasis mekanisasi masih terpisah-pisah berdasarkan komoditas, yaitu usahatani padi dikelola oleh kelompok tani, usahatani ternak sapi potong dan pengolahan limbah dikelola oleh kelompok ternak dan UPPO, alat dan mesin pertanian (alsintan) dikelola oleh kelompok tani, kelompok ternak, gapoktan atau UPJA. Kedudukan kelompok ternak, UPJA dan UPPO di lapangan ada yang berada di dalam dan di luar kelompok tani/gapoktan.

Pengelolaan padi dan ternak sapi pada SIPT dilakukan dengan pendekatan kelembagaan kelompok tani atau gapoktan, tetapi kepemilikan lahan sawah dan ternak dilakukan oleh masing-masing individu petani, setiap petani memelihara sapi dan menggarap sawah. Kegiatan individu tersebut perlu diangkat sehingga merupakan satu kesatuan kelompok, seperti pengolahan kotoran ternak menjadi pupuk organik curah dan pengumpulan jerami untuk diproses menjadi jerami fermentasi.

Contoh kelompok SIPT dalam kelompok tani, yaitu kelompok SIPT Marsudi Kromo Boga pada kelompok tani Marsudi Kromo Boga Desa Palur, Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo. Kelompok ini memiliki kandang komunal kapasitas 20 ekor sapi dilengkapi dengan tempat proses fermentasi jerami dan penyimpanan jerami fermentasi, tempat pengolahan kotoran dan urin sapi, tempat penyimpanan pupuk organik, mesin penghalus dan pengayak pupuk organik, pompa air, timbangan ternak dan satu unit instalasi biogas.

Kegiatan yang dilakukan pada SIPT kelompok tani Marsudi Kromo Boga meliputi usahatani padi, usaha penggemukan sapi potong, pengelolaan limbah sapi menjadi pupuk organik dan pengelolaan limbah padi (jerami) menjadi pakan ternak sapi. Setiap anggota kelompok SIPT memiliki/menggarap sawah dan memelihara minimal satu ekor sapi. Struktur organisasi kelompok SIPT kelompok tani Marsudi Kromo Boga dipimpin oleh ketua yang dibantu oleh seorang sekretaris dan seorang bendahara serta 5 seksi usaha, yaitu 1. Seksi usahatani padi, 2. Seksi penyediaan air irigasi, 3. Seksi usahatani penggemukan sapi, 4. Seksi pengolahan limbah, dan 5. Seksi pemasaran hasil pertanian.

Masing-masing seksi mempunyai tugas sebagai berikut (i) seksi usahatani padi: mengkoordinir dalam pelaksanaan budidaya padi baik untuk menghasilkan gabah konsumsi maupun calon benih padi VUB Kelas SS,

pengadaan saprodi, pengendalian hama dan penyakit (PHT), penyediaan tenaga kerja dan alsintan, (ii) seksi usaha penyediaan air irigasi: mengkoordinir pemakaian air irigasi, perbaikan saluran, dan operasionalisasi pompa air, (iii) seksi usahatani penggemukan sapi: mengkoordinir pemeliharaan sapi, pengumpulan dan pemrosesan jerami fermentasi pengadaan/pembuatan pakan konsentrat, perawatan/pemeliharaan kandang, (iv) seksi pengolahan limbah: pembuatan pupuk organik padat dan cair, dan (v) seksi usaha pemasaran hasil pertanian: mengkoordinir pemasaran hasil (sapi dan pupuk organik) dari kegiatan SIPT (Suhendrata *et al.*, 2008).

Selain lembaga tersebut di atas, ada lembaga lain yaitu unit pengolah pupuk organik (UPPO). Pengelolaan UPPO dilaksanakan oleh kelompok ternak yang berada dalam kelompok tani/gapoktan atau langsung dikelola oleh kelompok tani/gapoktan. Kelompok ternak ini melaksanakan usahatani ternak perbibitan sapi potong, usahatani tanaman padi/jagung/ kedelai dan pengolahan limbah tanaman untuk pakan ternak sapi, dan limbah ternak sapi untuk pupuk organik dan biogas.

Prinsip pengelolaan kelompok UPPO sama seperti pengelolaan pada sistem integrasi padi dan ternak sapi potong yaitu melalui pendekatan kelembagaan kelompok tani. Pemeliharaan sapi dilakukan pada kandang komunal, tetapi kepemilikan ternak dan lahan sawah dilakukan oleh masing-masing individu petani, namun kegiatan individu merupakan satu kesatuan kelompok. Contoh UPPO yang dikelola oleh kelompok ternak, adalah kelompok ternak Loh Jinawi III di dalam kelompok tani Loh Jinawi III Desa Boloh Kecamatan Toroh Kabupaten Grobogan. Sementara UPPO yang dikelola langsung oleh kelompok tani adalah kelompok tani Wargo Asih Desa Pojok Kecamatan Pulokulon Kabupaten Grobogan dan kelompok tani Sido Makmur III Desa Jungke Kabupaten Karanganyar. Masing-masing kelompok pengelola UPPO tersebut di atas mempunyai struktur organisasi

tersendiri, tetapi merupakan bagian atau unit usaha dari kelompok tani atau gapoktan.

Pemeliharaan tenak sapi pada kedua kelembagaan tersebut di atas dilaksanakan dengan sistem kandang komunal. Pemeliharaan ternak sapi sistem kandang komunal memberikan beberapa keuntungan antara lain 1. Lebih cepat menerima informasi dan mudah saling tukar informasi, 2. Saling memotivasi antar peternak, 3. Mempercepat menerima pelayanan dari petugas, 4. Mempermudah mengontrol perkembangan bobot badan dan kesehatan ternak, 5. Mempermudah pembinaan dan pendampingan, 6. Pengelolaan lingkungan lebih terjamin, dan 7. Mempermudah pengolahan kotoran ternak (Ernawati dan Nushcati, 2006; Suhendrata, 2008).

Pada saat ini, umumnya pengelolaan alsintan untuk mendukung usahatani padi dan usahatani ternak dilakukan secara terpisah, yaitu pengelolaan alsintan untuk mendukung usahatani padi dilakukan oleh kelompok tani, gapoktan, UPJA di dalam kelompok tani, UPJA di dalam gapoktan dan UPJA di luar kelompok tani/gapoktan (UPJA berdiri sendiri), yaitu UPJA (UPJA kelas Pemula, Berkembang, dan Profesional) dan UPJA Center, serta Swasta/Perorangan, sedangkan pengelolaan alsintan untuk mendukung usahatani ternak sapi dilakukan oleh kelompok itu sendiri (Suhendrata *et al.*, 2013; Kushartanti *et al.*, 2012; Suhendrata, 2015d).

Contoh pengelolaan alsintan untuk mendukung usahatani oleh UPJA yang berada di dalam kelompok tani, yaitu UPJA Tani Maju merupakan unit usaha dari kelompok tani Tani Maju Desa Ngarum Kecamatan Ngrampal Kabupaten Sragen yang bergerak dibidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alat dan mesin pertanian untuk mendapatkan keuntungan usaha. UPJA Tani Maju memiliki struktur organisasi sendiri terdiri dari Manager, Sekretaris, Bendahara, Mekanik dan 3 operator. UPJA Tani Maju dibentuk pada akhir tahun 2013, mengelola 6 jenis alsintan (1 unit

*hand traktor*, 1 unit *rice transplanter*, 1 unit *power weeder*, 1 unit *battery sprayer* dan 1 unit *combine harvester*) dan tempat persemaian sistem dapog seluas  $\pm 630 \text{ m}^2$  (Suhendrata, 2016).

Contoh UPJA yang berada di dalam gapoktan, yaitu UPJA Tani Mulyo didirikan pada tahun 2013. UPJA Tani Mulyo merupakan salah satu unit usaha dari gapoktan Tani Mulyo Desa Jetak Kecamatan Sidoharjo Kabupaten Sragen. Tujuan pendirian UPJA adalah untuk memberi kemudahan petani dalam pengolahan lahan, tanam bibit padi, pengendalian gulma, hama dan penyakit, dan pemanenan padi. Struktur organisasi terdiri dari Pembina, Manager, Sekretaris, Bendahara dan 5 Koordinasi lapangan (Korlap) yaitu Korlap traktor, *rice transplanter*, *combine harvester*, *power thresher* dan bengkel. Pada saat ini, UPJA Tani Mulyo mengelola 6 jenis alsintan yaitu traktor, alat persemaian, *rice transplanter*, *power weeder*, *battery sprayer* dan *power thresher*. Sedangkan fungsi utama kelembagaan UPJA Tani Mulyo adalah melakukan kegiatan ekonomi dalam bentuk pelayanan jasa alsintan dalam penanganan budidaya padi seperti jasa penyiapan lahan dan pengolahan tanah, pemberian air irigasi, penanaman, pemeliharaan, perlindungan tanaman, panen, dan pascapanen seperti jasa pemanenan dan perontokan. Adanya UPJA Tani Mulyo masyarakat tani mendapatkan pelayanan alat dan mesin pertanian yang lebih baik dan lebih murah sehingga terjamin dan terjaganya kepastian dalam pengolahan lahan, tanam bibit padi, pengendalian gulma, hama dan penyakit serta pemanenan padi (Suhendrata, 2015d).

Contoh pengelolaan alat dan mesin pertanian yang dilakukan oleh UPJA yang berada di luar kelompok tani (UPJA berdiri sendiri), yaitu UPJA Agawe Santoso Desa Jimbung Kecamatan Kalikotes Kabupaten Klaten. UPJA Agawe Santoso merupakan UPJA berprestasi Juara I tingkat Nasional tahun 2012. Pada awalnya UPJA Agawe Santoso merupakan salah satu unit

Alsintan dari Gapoktan. Pada tahun 2010 memisahkan diri dan berdiri UPJA Agawe Santoso. Struktur organisasi sebagai berikut Pembina (Kepala Desa Jimbung), Manager, Sekretaris, Bendahara dan Operator (*hand tractor*, *power thresher*, *rice milling unit /RMU*, pompa air, *combine harvester*, angkutan/mobil *pick up*, *cultivator*, dan bengkel). Pembagian antara operator alsintan dengan UPJA yaitu 60:40%. UPJA Agawe Santoso mengelola 1 buah gudang, 1 unit gedung sekretariat, 1 buah bengkel alsintan, 1 unit mobil *pickup*, 8 unit *hand tractor*, 2 unit *power thresher*, 7 unit pompa air, 1 unit *combine harvester*, 1 unit *cultivator*, 1 unit *rice transplanter* dan 1 unit *RMU*. Pembukuan keuangan UPJA Agawe Santoso pada intinya dilakukan oleh dimasing-masing operator. Pembukuan di bendahara merupakan kumpulan pembukuan dari masing-masing operator (Suhendrata *et al*, 2013).

Contoh pengelolaan alat dan mesin pertanian yang dilakukan oleh UPJA Center, yaitu UPJA Center Setia Dadi Desa Bojong Kecamatan Kawunganten Kabupaten Cilacap. UPJA Setia Dadi merupakan salah satu UPJA Center dengan alsintan terlengkap di Indonesia.

Alat dan mesin pertanian untuk mendukung usahatani ternak sapi dikelola oleh kelompok SIPT, kelompok ternak atau UPPO adalah alsintan yang digunakan langsung pada usahatani ternak sapi dan pengolahan limbah, seperti timbangan sapi, pompa air, mesin penghalus pupuk organik, ayakan pupuk organik dan unit biogas. Contoh SIPT kelompok tani Marsudi Kromo Boga Desa Palur, Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo mengelola alsintan: pompa air, mesin penghalus pupuk organik, ayakan pupuk organik dan instalasi biogas. Contoh UPPO kelompok ternak Loh Jinawi III Desa Boloh Kecamatan Toroh Kabupaten Grobogan mengelola alsintan: pompa air, alat pengolah pupuk organik (APPO), dan instalasi biogas, UPPO kelompok tani Wargo Asih Desa Pojok Kecamatan Pulokulon, UPPO kelompok tani Barokah Makmur Desa Kebon Agung Kecamatan Tegowanu

Kabupaten Grobogan, dan UPPO kelompok tani Sido Makmur III Desa Jungke Kecamatan/Kabupaten Karanganyar masing-masing pengelola alsintan: alat pengolah pupuk organik (APPO), kendaraan roda 3 dan pompa air.

Untuk keberlanjutan SIPT berbasis mekanisasi diperlukan adanya pemantapan dan peningkatan kapasitas kelembagaan petani tersebut di atas agar dapat melakukan kemitraan dengan perusahaan yang telah berpengalaman, menjadi lembaga ekonomi perdesaan dan mampu menjamin ketersediaan *input* dan pemasaran produk dari SIPT berbasis mekanisasi. Pengembangan kelembagaan SIPT berbasis mekanisasi di suatu wilayah dapat berbeda dengan wilayah lainnya tergantung pada keadaan geografis, ekologi, sosial dan ekonomi masyarakat. Oleh karena itu, untuk mempermudah pembinaan dan merampingkan lembaga-lembaga yang sudah ada, ada beberapa konsep yang dapat diterapkan antara lain:

1. Lembaga-lembaga yang mempunyai prinsip pengelolaan yang relatif sama sebaiknya digabung menjadi satu atau minimal nama lembaganya sama, seperti kelompok ternak sapi, UPPO dan SIPT pada agroekosisten lahan sawah pada prinsipnya sama, yaitu mengelola usahatani padi dan ternak sapi secara terpadu sehingga dapat menjadi kelompok SIPT,
2. Lembaga-lembaga yang sudah ada seperti kelompok tani, kelompok ternak sapi, UPPO, SIPT dan UPJA masih relevan berada di dalam gapoktan atau merupakan cabang usaha dari gapoktan, tetapi masing-masing lembaga tersebut mempunyai struktur organisasi dan AD/ART yang terpisah dari gapoktan. Dengan demikian semua kelembagaan petani yang ada di desa berada dibawah pengawasan atau kontrol gapoktan (Gambar 37).



Gambar 37. Struktur organisasi gapoktan

Untuk pemasyarakatan, pengelolaan dan penggunaan alsintan diperlukan penyuluhan dan pelatihan kepada petani, operator dan pengelola alsintan, agar penggunaan alsintan secara teknis dapat digunakan secara optimal, secara ekonomis menguntungkan dan secara sosial tidak menimbulkan dampak negatif. Penyuluhan atau penyampaian teknologi mekanisasi ke tingkat petani, sebaiknya melalui kelembagaan petani sehingga akan mendorong percepatan adopsi dan penerapan teknologi mekanisasi oleh petani.

#### 4.2. Peran Kelembagaan Formal dalam Memasifkan Mekanisasi

Pada akhir-akhir ini, terjadi perkembangan sangat pesat pada penerapan mekanisasi pertanian untuk mendukung swasembada padi berkelanjutan. Hal ini dikarenakan adanya program pengembangan mekanisasi pertanian dari pemerintah dan partisipasi swasta, antara lain bantuan alsintan program Upaya Khusus (UPSUS) pencapaian swasembada padi berkelanjutan melalui Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Tengah dan Dinas Pertanian Kabupaten tahun 2014 sebanyak 3.431 unit traktor roda 2, 93 unit traktor roda 4, 1.722 unit pompa air, 473 unit mesin tanam pindah bibit padi dan beberapa unit mesin panen padi ukuran kecil dan medium (Balai Alsin dan Pengujian Mutu Hasil

Pertanian Jawa Tengah, 2015). Jumlah bantuan alsintan tersebut jauh lebih banyak dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Disamping itu, seperti telah diuraikan pada bab sebelumnya, pemerintah memberi bantuan sosial kepada kelompok tani/gapoktan berupa satu unit pengolah pupuk organik (UPPO) terdiri dari 10 ekor sapi, satu unit APPO, satu unit kendaraan roda 3, kandang komunal, tempat pengolah pupuk organik dan tempat fermentasi jerami. Bantuan tersebut untuk mendukung petani dalam kemandirian mengembangkan pupuk organik. Diharapkan dengan bantuan tersebut, petani dapat memproduksi dan menggunakan pupuk organik *insitu* secara optimal.

Sementara dari pihak swasta untuk memfasilitasi mekanisasi pertanian dilaksanakan melalui program tanggungjawab sosial perusahaan atau *Corporate Social Responsibility* (CSR). Contoh CSR dari Bank Indonesia kepada kelompok tani Gemah Ripah Loh Jinawi Desa Pilang Kecamatan Masaran dan kelompok tani Tani Maju Desa Ngarum Kecamatan Ngrampal Kabupaten Sragen masing-masing berupa tempat persemaian menggunakan dapog seluas  $\pm 600 \text{ m}^2$ , satu unit mesin tanam pindah bibit padi (*rice transplanter*) dan satu unit mesin panen padi (*combine harvester*) beserta bimbingan dan pendampingannya. Salah satu tujuannya adalah untuk meningkatkan pendapatan petani dengan memanfaatkan keunggulan teknologi mekanisasi pertanian.



# BAB V

# PENUTUP

**S**elama ini pengembangan komoditas padi dan ternak sapi dengan pendekatan bersifat sektoral atau komoditas, di lapangan perlu diintegrasikan atau dikelola secara terpadu supaya terjadi sinergis atau keterkaitan antara kedua komoditas tersebut. Sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong berbasis mekanisasi perlu dikembangkan karena saling menguntungkan dan menjadi salah satu alternatif dalam mewujudkan swasembada beras berkelanjutan dan pencapaian swasembada daging sapi. Manfaat penerapan sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong berbasis mekanisasi antara lain meningkatkan efisiensi usahatani padi dan sapi potong, menjaga kelestarian sumberdaya lahan sawah (kesuburan), ketersediaan hijauan pakan, meningkatkan produktivitas lahan, meningkatkan produktivitas padi dan produktivitas sapi (daging) serta meningkatkan pendapatan petani/peternak sekaligus dapat mendukung program ketahanan pangan (beras dan daging) nasional dan program ketahanan energi melalui pemanfaatan biogas sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan dan bahan bakar generator pembangkit listrik.

Penerapan mekanisasi pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong mempunyai prospek cukup baik untuk dikembangkan terutama di wilayah yang telah mengalami kelangkaan tenaga kerja pertanian baik ditinjau dari aspek teknis, ekonomis maupun sosial. Dalam pengembangannya perlu didukung oleh teknologi mekanisasi pertanian tepat guna, pengelolaan secara profesional, ketersediaan perbengkelan, ketersediaan bahan bakar dan infrastruktur seperti gudang, alat angkut dan jalan usahatani untuk sarana transportasi alat dan mesin pertanian serta produk pertanian, dan dukungan perbankan terutama untuk mendapatkan kredit alat dan mesin pertanian serta modal usahatani padi dan ternak sapi potong. Keberhasilan penerapan mekanisasi pertanian pada sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi potong ditentukan oleh ketepatan pemilihan dan penggunaan

teknologi, ketepatan pengelolaan, dan ketersediaan unsur pendukung. Bila tidak, akan terjadi sebaliknya dan akan menimbulkan masalah dan beban bagi petani.

Untuk memasyarakatkan penggunaan alat dan mesin pertanian diperlukan penyuluhan kepada petani pengguna, operator dan pengelola alsintan (UPJA/Gapoktan/kelompok tani/swasta) agar penggunaan alat dan mesin pertanian secara teknis dapat diterapkan, secara ekonomis menguntungkan serta secara sosial diterima pengguna (petani) dan tidak menimbulkan dampak negatif. Penyuluhan atau penyampaian teknologi mekanisasi pertanian ke tingkat petani, sebaiknya melalui kelembagaan petani sehingga akan mendorong percepatan adopsi dan penerapan teknologi mekanisasi pertanian oleh petani.



## DAFTAR ISTILAH

Amoniasi	Proses pelonggaran ikatan selulosa dengan lignin menggunakan amonia (urea) secara anaerob
Benefit	Manfaat yang diperoleh dari suatu sistem usaha yang secara langsung atau tidak langsung member kontribusi positif dalam usaha tersebut.
Bioenergi	Energi yang berasal dari biomasa
Biofermentasi	Proses peningkatan nilai degradasi serat menggunakan metode biologis
Biogas	Gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik seperti kotoran ternak sapi
<i>Crop livestock system</i> (CLS)	Sistem usahatani terpadu tanaman ternak untuk menghasilkan output secara maksimal dengan mensinergikan usaha ternak dan tanaman dalam satu siklus yang sfisien dan ramah lingkungan
Dapog (tray)	Kotak tempat persemaian padi terbuat dari plastik atau kayu
Dedak	Hasil samping dari penggilingan gabah menjadi beras
Fermentasi	Inkubasi bahan yang dicampur butiran atau larutan yang mengandung bakteri tertentu selama beberapa hari (proses perombakan karbohidrat menjadi senyawa lain.
Integrasi	Sistem usahatani yang menggabungkan dua atau lebih komoditas dalam satu kawasan
Integrasi padi-ternak sapi	Sistem usahatani yang dicirikan oleh keterkaitan komponen tanaman padi dengan ternak sapi. Jerami padi merupakan sumber pakan utama ternak sapi dan kotoran ternak sapi sebagai bahan pupuk organik yang penting bagi tanaman padi

Jerami padi	Bagian dari tanaman padi yang sudah dipanen
Katul/bekatul	Dedak halus hasil samping dari penggilingan gabah menjadi beras
Ketahanan pangan	Kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata dan terjangkau
Mekanisasi pertanian	Penerapan teknologi dan manajemen berbagai jenis alat dan mesin pertanian
Pertanian berkelanjutan	Pertanian yang memasukkan aspek kelestarian daya dukung lahan maupun lingkungan dan pengetahuan lokal
Sapi asli	Sapi yang didomestikasi di Indonesia atau tetuanya dari Indonesia misalnya sapi Bali
Sapi lokal	sapi asli atau sapi introduksi atau sapi persilangan antara sapi asli dengan sapi asli yang sudah berkembang biak cukup lama (lebih dari tiga generasi) di wilayah tertentu, serta sudah beradaptasi dengan baik dengan lingkungannya misalnya sapi peranakan Ongole atau PO
Sapi murni	Sapi yang didomestikasi di Indonesia atau tetuanya berasal dari Indonesia misalnya sapi Bali sama dengan sapi asli
Sekam	Kulit gabah hasil pemecahan/pengupasan kulit gabah dalam proses penggilingan gabah menjadi beras
SIPT	Singkatan dari sistem integrasi padi-ternak adalah system usahatani terpadu antara tanaman padi dengan ternak dimana sumber pakan utama untuk kebutuhan pokok berasal dari jerami padi dan dedak kasar.
Subsisten	Pertanian hanya dilakukan tanpa motif bisnis dan semata hanya untuk memenuhi kebutuhan sendiri atau komunitasnya

Swasembada (*self sufficiency*)

Memenuhi seluruh kebutuhan dari produksi sendiri. Itu artinya swasembada terkait erat dengan keseimbangan antara pasokan (*supply*) dan permintaan (*demand*).

Pertanian bebas limbah

Semua hasil samping dan limbah pertanian dimanfaatkan menjadi produk lain dengan prinsip *reduce*, *reuse* dan *recycle* sehingga tidak ada limbah yang terbuang



## DAFTAR PUSTAKA

- Agritek Inovasi, 2012. Usaha mesin giling padi mobil. Pabrik mesin Pertanian. Malang. <http://teknologitepatguna.com>
- Ahmad, D. R dan Haryono, 2007. Peluang usaha jasa penanganan padi secara mekanis dengan mendukung industri persemaian. Prosiding Seminar Nasional Apresiasi Hasil Penelitian Padi 2007. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Ananto, E. E., A. Setyono, dan Sutrisno, 2003. Panduan Teknis: Penanganan panen dan pasca panen padi dalam sistem usahatani tanaman-ternak. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Ananto, E. E, Sutrisno, Astano, dan Soentoro, 2000. Pengembangan alat dan mesin pertanian menunjang sistem usahatani dan perbaikan pascapanen di lahan pasang surut Sumatera Selatan. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Anonim, 2009. Timbangan sapi. Zoelonline.wordpress.com, diakses, 15 Maret 2016.
- Anugrah, P. R., 2015. *Mico harvester*: Tekan susut hasil panen hingga 2%. Agrotek. Majalah Sains Indonesia Edisi 37 Januari 2015.
- Balai Alsintan dan Pengujian Mutu Hasil Pertanian Jawa Tengah, 2015. Kebijakan mekanisasi pertanian Jawa Tengah. Balai Alsintan dan Pengujian Mutu Hasil Pertanian Jawa Tengah.
- Balitbangtan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian), 2003. Jerami jadi fermentasi sebagai ransum dasar ternak ruminansia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 25 (3): 1-2.
- Balitbangtan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian), 2007. Pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi sawah irigasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Balitbangtan (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian), 2013. *Indo jarwo transplanter* dan *indo combine harvester* mendukung swasembada beras berkelanjutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Bamualim, A., dan B. Tiesnamurti, 2009. Konsepsi sistem integrasi antara tanaman padi, sawit, dan kakao dengan ternak sapi di Indonesia. Bagian dari buku *Sistem Integrasi Ternak Tanaman: Padi- Sawit- Kakao*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. LIPI Press.

- Basuki, S, dan W. Haryanto, 2012. *Introduksi mesin pemanen padi dalam memperkuat ketahanan pangan (Studi Kasus di Kabupaten Sragen)*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- BBP Mektan (Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian), 2013. *Power weeder (Mesin penyiang padi sawah) model YA-1*. BBP Mektan - PT. Yamindo.
- CV. Adi Setia Utama Jaya (2015). *Buku petunjuk cara pengoperasian dan perawatan mini combine harvester*. CV. Adi Setia Utama Jaya Surabaya
- Damardjati, D. S., E. E. Ananto, R. Thahir dan A. Setyono, 1989. *Post harvest losses assessment of paddy in Indonesia: Case study in West Java*. Paper presented at Workshop on Appropriate Technologies on Farm and Village Level. Postharvest Grain Handling. Asean-Australia Economic Cooperation Program. Yogyakarta.
- Dinas Pertanian TPH Provinsi Jawa Tengah. 2012. *Pembangunan pertanian tanaman pangan dan hortikultura di Jawa Tengah*. Dinas Pertanian dan TPH Provinsi Jawa Tengah.
- Ditjen Pengembangan Peternakan, 2003a. *Pengembangan kawasan agribisnis berbasis peternakan*. Departemen Pertanian.
- Ditjen Pengembangan Peternakan, 2003b. *Pedoman umum pengembangan kawasan agropolitan berbasis peternakan*. Departemen Pertanian
- Ernawati dan B. Budiharto, 2002. *Integrasi padi dengan sapi potong*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Ernawati dan U. Nuschati, 2006. *Teknologi penggemukan sapi potong*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Fagi, A. M., Subandriyo, I., W. Rusastra, 2009. *Sistem integrasi ternak tanaman: Padi-Sawit-Kakao*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. LIPI Press.
- Handaka, 2005. *Kontribusi strategis mekanisasi pertanian pada revitalisasi*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian, Cipayung 4 Agustus 2005.
- Haryanto, B., I. Inounu, I. G. M. Budi Arsana dan K. Diwyanto, 2003. *Panduan teknis: Sistem integrasi padi-ternak*. Departemen Pertanian.

- Irianto, G., 2015. Upaya khusus swasembada pangan padi, jagung dan kedelai (Upsus Pajale). Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Sinergi dan Inovasi Teknologi untuk Kedaulatan Pangan, diselenggarakan oleh Fakultas Pertanian UGM dalam rangka Dies Natalis Fakultas Pertanian UGM ke 69. Penerbit Fakultas Pertanian UGM.
- Kementan (Kementerian Pertanian), 2014. Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2015-2045: Pertanian-Bioindustri berkelanjutan, Solusi Pembangunan Indonesia Masa Depan. Kementerian Pertanian Jakarta.
- Kementerian Pertanian, 2007. Peraturan Menteri Pertanian No,or: 273/Kpts/Ot.60/4/2007 tanggal 13 April 2007 tentang Pedoman penumbuhan dan pengembangan kelompok tani dan gabungan kelompok tani. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Kementerian Pertanian, 2008. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 25/Permentan/ Pl.130/5/2008 Tentang Pedoman Penumbuhan Dan Pengembangan Usaha Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Kushartanti, E. T. Suhendrata, D. Sahara, S. C. Setyaningrum, Chanifah, Ngadimin dan Budiman. 2012. Pengkajian model percepatan pemasyarakatan dan sistem pengelolaan mesin tanam pindah bibit padi (*Transplanter*) di Jawa Tengah. Laporan Akhir Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Kushartanti, E., dan T. Suhendrata, 2013. Prospek penggunaan mesin tanam pindah bibit padi (*rice transplanter*) untuk mengatasi kelangkaan tenaga kerja tanam padi di Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Akselerasi Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Menuju Kemandirian Pangan dan Energi. Fakultas Pertanian UNS.
- Kuswanto, E., 2012. Profil UPJA “Setia Dadi Desa Bojong Kecamatan Kawunganten Kabupaten Cilacap. Bahan Diskusi Terfokus. Solo, 13 Desember 2012.
- Malian, A. H., 2004. Analisis ekonomi dan kelayakan finansial teknologi pada skala pengkajian. Makalah disampaikan pada Pelatihan Analisa Finansial dan Ekonomi bagi Pengembangan Sistem dan Usahatani Agribisnis Wilayah, Bogor, 29 November – 9 Desember 2004.
- Mitra Balai Industri, 2012. Mesin press jerami multiguna. Tangerang Selatan, Banten. <https://mitrabalaiindustri.webs.com>
- Muryanto, 2008. Pengembangan biogas pada usaha ternak sapi terpadu sebagai pendukung lahan konservasi lahan di Jawa Tengah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah

- Muryanto, J. Pramono, Suprpto, E. Kushartanti, dan Sudadiyono, 2006. Biogas energi alternative ramah lingkungan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Permana, S., 1995. Teknologi usahatani mina padi azolla dengan cara tabam jajar legowo. Mimbar saresehan sistem usahatani berbasis padi di Jawa Tengah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Ungaran.
- Priyanto, D., A. Priyanti, dan R. A. Saptati, 2009. Peran kelembagaan dan social ekonomi dalam system integrasi tanaman ternak. Bagian dari buku Sistem Integrasi Ternak Tanaman: Padi-Sawit-Kakao. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. LIPI Press.
- PT. Kubota Machinery Indonesia (KMI), 2014. Kubota combine harvester model DC-35. <https://vnmade.trustpass.alibaba.com>
- PT. Mesin Maksindo, 2016. Mesin pengupas padi dan poles beras. <http://www.mesinblitar.com>.
- PT. Rutan, 2012. Pemanen padi 3 in 1 CCH-790 Tomcat. <http://www.rutan.co.id>.
- PT. Rutan, 2013. Pemanen padi 3 in 1 CCH-2000 Star. <http://www.rutan.co.id>
- PT. Rutan, 2014. Buku intruksi manual combine harvester CCH-7130 Hornet. PT. Rutan Surabaya
- PT. Yanmar, 2014. Alat panen handal model YAP 120. PT. Yanmar Diesel Indonesia. Depok.
- PT. Yanmar, 2014. Rice transplanter: mesin tanam bibit padi tipe jalan 4 alur. PT. Yanmar Diesel Indonesia. Depok.
- Rachmat, R., dan Suismono, 2007. Teknologi pengolahan padi terpadu. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Sembiring, H., dan D. Kusdianan, 2008. Inovasi teknologi padi mendukung usahatani tanaman-ternak. Bagian dari buku Sistem Integrasi Tanaman Pangan-Ternak Bebas Limbah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Sudaryanto, B., T. Suhendrata, E. Kushartanti, 2009. Dinamika dan keragaan sistem integrasi padi-ternak sapi bebas limbah di berbagai daerah di Indonesia. Bagian dari buku Sistem Integrasi Ternak Tanaman: Padi-Sawit-Kakao. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. LIPI Press.

- Suhendrata, T., 2009. Penerapan sistem integrasi padi – ternak sapi bebas limbah (SIPT-BL) di Desa Palur, Kabupaten Sukoharjo Propinsi Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Peternakan Berkelanjutan: Pengembangan Sistem Produksi dan pemanfaatan Sumberdaya Lokal Untuk Kemandirian Pangan Asal Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Pajajaran. Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.
- Suhendrata, T., 2013. Prospek pengembangan mesin tanam pindah bibit padi (*rice transplanter*) dalam rangka mengatasi kelangkaan tenaga kerja tanam bibit padi. Jurnal Sosia Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (SEPA) Fakultas Pertanian UNS Surakarta Vol. 10 (1)
- Suhendrata, T., 2014. Penerapan mesin tanam bibit padi jajar legowo 2:1 (*rice transplanter* jajar legowo 2:1) pada lahan sawah irigasi di Kabupaten Sragen. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan dan Pemanfaatan IPTEK untuk Kedaulatan Pangan. Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Gajahmada.
- Suhendrata, T., 2015. Pengkajian penerapan mesin tanam bibit padi pada lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Sragen. Buletin Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi. Volume 2. No. 1. Juni 2015. Penerbit Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Bogor.
- Suhendrata, T., 2015a. Dampak perubahan penerapan teknologi cara tanam bibit padi terhadap produktivitas usahatani padi di Kabupaten Sragen. Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Sinergi dan Inovasi Teknologi untuk Kedaulatan Pangan, diselenggarakan oleh Fakultas Pertanian UGM dalam rangka Dies Natalis Pakultas Pertanian UGM ke 69. Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Gajahmada.
- Suhendrata, T., 2015c. Persemaian menggunakan dapog. Warta Inovasi Vol. 8 No. 2 Tahun 2015. Penerbit Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Suhendrata, T., 2015d. Peranan kelembagaan usaha pelayanan jasa alat dan mesin pertanian (UPJA) dalam mendukung swasembada padi. Prosiding Seminar Nasional Agribisnis III "Inovasi Agribisnis untuk Peningkatan Pertanian Berkelanjutan". Penerbit Badan Penerbit Undip Semarang.
- Suhendrata, T., 2015e. Peluang pengembangan usaha jasa pemanenan padi secara mekanik (*combine harvester*) dalam mendukung swasembada beras. Bagian dari Buku Implementasi Mekanisasi Pertanian Untuk Swasembada Beras: Implementasi dan Diseminasi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. IAARD Press.

- Suhendrata, T., dan E. Kushartanti, 2013. Pengaruh penggunaan mesin tanam pindah bibit padi terhadap produktivitas dan pendapatan petani di Desa Tangkil Kecamatan Sragen. Prosiding Seminar Nasional Akselerasi Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Menuju Kemandirian Pangan dan Energi. Fakultas Pertanian UNS.
- Suhendrata, T., E. Kushartanti, U. Nuschati, S. Karyaningsih, Sutoyo, Sutrisno, dan Suharno, 2008. Program rintisan dan akselerasi, pemasyarakatan inovasi teknologi pertanian (*Prima Tani*) Desa Palur, Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo. Laporan Akhir. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Suhendrata, T., E. Kushartanti, A. Sutanto, Sutoyo, Budiman, dan Ngadimin, 2013. Model pengembangan pertanian perdesaan melalui inovasi (m-P3MI) berbasis tanaman padi di Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah. Laporan Akhir. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Suhendrata, T., E. Kushartanti, D. Nugraheni, R. Endrasari, Ridwan M. Setiawan, Sutari, Budiman, dan Ngadimin, 2014a. Kajian pemanfaatan mesin tanam pindah bibit padi sawah sistem legowo (*Jarwo Transplanter*) di Provinsi Jawa Tengah. Laporan Akhir Kegiatan kerjasama BBP Mektan Serpong – BPTP Jawa Tengah.
- Suhendrata, T., E. Kushartanti, S. Karyaningsih, A. Sutanto, D. Dini, Budiman, dan Ngadimin, 2014b. Pengkajian efektivitas dan efisiensi mesin tanam (*indo jarwo transplanter*) dan panen padi *combine harvester*). Laporan Akhir Kegiatan. BPTP Jawa Tengah.
- Suhendrata, T., E. Kushartanti, S. Karyaningsih, D. U. Nurhadi, Budiman dan Ngadimin, 2015a. Kajian pemanfaatan paket teknologi mekanisasi padi pada lahan sawah di Provinsi Jawa Tengah. Laporan Akhir Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah
- Suhendrata, T., E. Kushartanti, S. Karyaningsih, D. U. Nurhadi, Budiman dan Ngadimin, 2015b. Model pembangunan pertanian berkelanjutan berbasis inovasi (m-P2BBI) mekanisasi di lahan sawah irigasi Jawa Tengah. Laporan Akhir Kegiatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah
- Sulistiaji, K., 2007. Alat dan mesin (Alsin) panen dan perontok padi di Indonesia. Buku. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Balitbangtan.
- Suparlan, 2014. Mekanisasi usahatani padi. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong.

- Taufik. 2010. *Alsin transplanter* untuk Pilot Project UPJA Center efisiensi waktu tanam. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Selatan.
- Unadi, A. dan Suparlan, 2011. Dukungan teknologi pertanian untuk industrialisasi agribisnis pedesaan. Makalah Seminar Nasional Penyuluhan Pertanian pada kegiatan Soropadan Agro Expo tanggal 2 Juli 2011. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian.
- Widodo, T. W., A. Asari, A. Nurhasanah, dan T. Alihamsyah, 2008. Teknologi pemanfaatan limbah ternak untuk biogas. Bagian dari buku Sistem Integrasi Tanaman Pangan - Ternak Bebas Limbah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.



# INDEKS

## A

Adopsi, 17, 95, 99  
Agroindustri, 6  
Alat, 3, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 18, 19, 20,  
22, 23, 25, 28, 30, 31, 40, 43, 47,  
51, 52, 70, 72, 75, 76, 79, 80, 81,  
88, 91, 92, 93, 98, 99, 101, 105  
Amofer, 15, 72, 74, 77, 78  
Amoniasi, 15, 72, 74, 75, 78  
APPO, 12, 13, 19, 80, 93, 95

## B

B/C, 39, 64  
Bebas, 6, 83, 104  
Bekatul, 11  
Beras, 2, 7, 8, 14, 46, 47, 58, 65, 66,  
67, 68, 70, 98, 101, 105  
Berkelanjutan, 2, 6, 7, 10, 20, 95, 98,  
101, 103, 106  
Bibit, 2, 7, 14, 16, 17, 18, 23, 24, 26,  
27, 31, 34, 36, 39, 92, 95, 96, 103,  
104, 105, 106, 113  
Bioenergi, 6  
Biogas, 4, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 19, 20,  
70, 71, 83, 84, 85, 86, 89, 90, 93,  
98, 103, 106  
Bioindustri, 6  
Biologi, 10, 19, 80  
Budidaya, 3, 4, 14, 17, 43, 89, 92

## C

*Combine harvester*, 16, 17, 47, 53,  
54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63,  
91, 92, 96, 101, 102, 104, 105, 106

## D

Dapog, 16, 23, 24, 25, 26, 34, 91, 96,  
105, 113  
Dedak, 4, 5, 11, 19, 67, 72  
*Digester*, 12, 15, 83, 84, 85  
*Dryer*, 6, 16, 65

## E

Efektivitas, 22, 70, 106  
Efisiensi, 7, 14, 17, 19, 22, 35, 41, 48,  
62, 70, 88, 98, 106  
Ekonomi, 2, 10, 20, 46, 64, 88, 92,  
94, 103, 104  
Energi, 4, 6, 7, 11, 16, 19, 70, 83, 84,  
86, 98, 103

## F

Fermentasi, 7, 12, 13, 14, 15, 19, 20,  
70, 72, 74, 75, 77, 78, 79, 83, 89,  
90, 95, 101  
Finansial, 37, 39, 40, 62, 64, 103

## G

Gabah, 6, 7, 8, 14, 16, 17, 22, 25, 36,  
38, 40, 46, 47, 51, 52, 53, 55, 56,  
57, 58, 59, 60, 62, 65, 66, 72, 89  
Gapoktan, 17, 20, 39, 88, 89, 90, 91,  
92, 94, 95  
Generator, 6, 16, 84, 85, 86, 98  
Gulma, 7, 8, 16, 17, 18, 23, 27, 40,  
43, 44, 45, 46, 81, 92

## H

Hasil, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 14, 16, 20, 22,  
33, 35, 36, 38, 44, 46, 47, 49, 52,  
53, 54, 56, 58, 60, 61, 62, 64, 65,  
66, 67, 71, 72, 75, 76, 89, 90, 101  
Hijauan, 4

## I

Indonesia, 2, 3, 93, 96, 101, 102, 103, 104, 106  
Inovasi, 11, 22, 105, 106  
Integrasi, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 70, 79, 83, 88, 90, 98, 101, 102, 104, 113  
IRR, 39, 64

## J

Jerami, 4, 5, 7, 8, 11, 14, 15, 19, 20, 25, 26, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 89, 90, 95

## K

Kandang, 8, 12, 13, 14, 71, 72, 89, 90, 91, 95  
Katul, 4, 5, 19  
Kedaulatan, 2  
Kelembagaan, 20, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 99, 104, 105  
Kelompok, 8, 11, 12, 17, 20, 39, 71, 79, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 103  
Kementerian, 2, 6, 10, 12, 20, 88, 103, 113  
Kesejahteraan, 2, 22, 71, 88  
Kesuburan, 3, 4, 6, 12, 14, 70, 98  
Ketahanan, 2, 6, 98, 101  
Komunal, 12, 13, 89, 90, 91, 95  
Kotoran, 4, 6, 11, 15, 19, 57, 65, 71, 81, 82, 83, 84, 86, 89, 91

## L

Lahan, 2, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 53, 55, 56, 60, 62, 70, 79, 89, 90, 92, 94, 98, 101, 103, 104, 105, 106, 113  
Legowo, 17, 25, 26, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 103, 104, 106  
Lembaga, 20, 88, 90, 94

Limbah, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 64, 65, 67, 70, 72, 79, 83, 84, 88, 89, 90, 93, 104, 106  
Lingkungan, 6, 10, 40, 43, 83, 88, 91, 103  
Listrik, 4, 6, 16, 84, 85, 98

## M

Manual, 11, 16, 18, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 31, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 62, 63, 66, 75, 76, 77, 79, 104  
Masyarakat, 2, 7, 92, 94  
MBCR, 37, 38  
Mekanisasi, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 47, 65, 70, 71, 72, 79, 80, 88, 94, 95, 96, 98, 99, 101, 102, 106, 113  
Mesin, 3, 6, 7, 8, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 31, 34, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 75, 77, 80, 81, 88, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 98, 99, 101, 103, 104, 105, 106, 113  
Modern, 7, 10, 22, 67, 70  
Mower, 16, 18, 47, 48, 49, 53

## N

NPV, 39, 64

## O

Organik, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 25, 26, 27, 70, 80, 81, 82, 83, 84, 88, 89, 90, 93, 95

## P

Padi, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 36, 39, 40, 41, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63,

64, 65, 66, 67, 69, 70, 72, 73, 74,  
75, 76, 77, 78, 79, 83, 88, 89, 90,  
91, 92, 94, 95, 96, 98, 101, 102,  
103, 104, 105, 106, 113  
Pakan, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15,  
19, 70, 72, 74, 77, 78, 79, 89, 90,  
98  
Panen, 2, 3, 7, 8, 16, 17, 22, 46, 47,  
49, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60,  
61, 62, 63, 64, 72, 92, 95, 96, 101,  
104, 106  
Pangan, 2, 6, 7, 8, 12, 98, 101, 102  
Pascapanen, 3, 7, 16, 22, 46, 64, 101  
Pemanfaatan, 4, 6, 7, 8, 10, 19, 20,  
70, 72, 84, 98, 104, 106  
Pemotong, 11, 47, 48, 49, 50, 52, 57,  
59  
Pendapatan, 2, 10, 14, 17, 19, 22, 36,  
37, 38, 62, 71, 96, 98, 105  
Penerapan, 4, 6, 10, 14, 16, 22, 41,  
70, 79, 98, 104  
Pengeringan, 7, 8, 16, 25, 46, 64, 65,  
73, 74, 75  
Penggemukan, 3, 4, 70, 89, 90, 102  
Penggilingan, 5, 7, 8, 16, 46, 64, 65,  
66, 67, 69, 72  
Pengolahan, 4, 7, 8, 11, 14, 15, 16,  
23, 27, 28, 29, 64, 65, 67, 70, 88,  
89, 90, 91, 92, 93, 104  
Penyemprot, 11, 40  
Penyiang, 17, 43, 44, 45, 46, 102  
Perbibitan, 3, 4, 70, 90  
Perontok, 47, 51, 57, 59  
Persemaian, 16, 23, 24, 25, 26, 91, 92,  
96, 101, 113  
Petani, 2, 4, 8, 10, 12, 14, 17, 19, 20,  
22, 36, 38, 39, 40, 41, 46, 47, 51,  
55, 62, 64, 71, 79, 83, 88, 89, 90,  
92, 94, 95, 96, 98, 99, 105, 113  
Pompa, 11, 13, 19, 23, 40, 41, 42, 75,  
89, 90, 92, 93, 95  
*Power thresher*, 11, 16, 17, 18, 47,  
51, 52, 53, 62, 63, 64, 72, 92  
*Power weeder*, 18, 43, 45, 46, 102  
Prapanen, 3, 7, 16, 22, 23

Produksi, 2, 3, 6, 7, 10, 14, 19, 22, 36,  
40, 41, 46, 79, 88  
Produktivitas, 4, 6, 12, 14, 19, 36, 98,  
105  
Pupuk, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15,  
17, 19, 20, 25, 26, 27, 40, 44, 70,  
80, 81, 82, 83, 84, 88, 89, 90, 93,  
95

## R

R/C, 41  
Rakyat, 2, 12  
*Reaper*, 16, 18, 47, 49, 50, 51, 53

## S

Sapi, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13,  
14, 15, 16, 19, 20, 70, 71, 72, 78,  
79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 89,  
90, 91, 93, 94, 95, 98, 101, 102,  
103, 104, 113  
Sawah, 2, 4, 6, 11, 12, 14, 19, 20, 22,  
24, 25, 28, 29, 31, 35, 36, 40, 41,  
42, 43, 49, 52, 53, 55, 56, 60, 62,  
70, 88, 89, 90, 94, 98, 101, 102,  
104, 105, 106, 113  
*Seeder*, 16, 23, 24, 25, 26  
Sekam, 6, 19, 67  
SIPT, 4, 5, 10, 12, 14, 16, 19, 88, 89,  
90, 93, 94, 104  
Sistem, 4, 10, 11, 23, 24, 40, 44, 46,  
50, 54, 64, 71, 72, 76, 80, 83, 98,  
101, 102, 103, 104, 106, 113  
Sosial, 2, 10, 12, 19, 39, 40, 46, 64,  
88, 94, 95, 96, 98, 99  
Spesifik, 7, 11  
Spesifikasi, 23, 32, 34, 35, 41, 44, 48,  
50, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 68,  
69, 73, 75, 76, 80  
*Sprayer*, 11, 16, 23, 40, 91, 92  
*Strategis*, 2, 7, 19, 22, 102  
Sumber, 4, 6, 10, 11, 15, 19, 31, 41,  
43, 51, 80, 84, 98  
Sumberdaya, 2, 5, 7, 10, 14, 19, 88,  
98  
Susut, 3, 22, 47, 49, 54, 58, 101

Swasembada, 2, 7, 58, 95, 98, 101, 102, 105

## T

Tanah, 3, 4, 7, 8, 11, 16, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 40, 41, 42, 43, 49, 54, 55, 61, 80, 92

Tanaman, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 34, 36, 43, 46, 48, 49, 50, 53, 70, 80, 83, 88, 90, 92, 98, 101, 102, 104, 105, 113

Tegel, 17, 25, 26, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39

Teknis, 19, 35, 40, 44, 62, 95, 98, 99, 102

Teknologi, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 14, 17, 19, 22, 23, 38, 47, 64, 65, 71, 72, 78, 80, 95, 96, 98, 99, 103, 104, 105, 106, 113

Ternak, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 28, 30, 70, 71, 74, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 98, 101, 102, 103, 104, 106, 113

Terpadu, 10, 43, 94, 98, 103, 104

Timbangan, 11, 19, 25, 71, 89, 93

Tradisional, 7, 10, 22

Traktor, 11, 16, 23, 28, 29, 30, 31, 51, 91, 92, 95

*Transplanter*, 16, 17, 18, 23, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 91, 92, 93, 96, 101, 103, 104, 106, 113

*Tray*, 23, 24, 27, 113

## U

Unit, 12, 13, 16, 28, 31, 52, 57, 59, 66, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96

UPJA, 17, 20, 39, 88, 91, 92, 93, 94, 99, 103, 105, 106

UPPO, 10, 12, 88, 90, 93, 94, 95

Urin, 6, 11, 15, 19, 80, 89

Usaha, 2, 3, 7, 10, 16, 19, 20, 25, 38, 58, 64, 65, 79, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 101, 103, 105

Usahatani, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 27, 41, 70, 72, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 98, 101, 103, 104, 105, 106

Utama, 2, 4, 6, 11, 14, 28, 43, 67, 70, 79, 92

## W

Waktu, 14, 16, 22, 29, 35, 40, 46, 47, 62, 65, 70, 71, 78, 81, 106

Wilayah, 3, 7, 62, 67, 94, 98

## PROFIL PENULIS



**Tota Suhendrata** lahir di Ciamis Jawa Barat pada tanggal 23 Mei 1959. Pendidikan S-1 dan S-2 diselesaikan di Institut Pertanian Bogor. Pendidikan S1 selesai tahun 1983 dari Fakultas Perikanan dan S-2 selesai tahun 2001 dari Program Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Pada tahun 2083-1995, penulis bekerja di Balai Penelitian Perikanan Laut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Sejak tahun 1996 sampai dengan sekarang, bekerja di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Jenjang fungsional peneliti diawali pada 1987 sebagai Asisten Peneliti Madya di bidang Biologi Perikanan. Sejak tahun 2005 mulai menekuni bidang keahlian Sistem Usaha Pertanian terutama pada lahan sawah dengan fokus pada komoditas padi sawah dan mekanisasi pertanian hingga menjadi Peneliti Utama di bidang Sistem Usaha Pertanian pada tahun 2011. Pada tahun 2007 – 2009, penulis membina petani dalam pengembangan model pertanian integrasi, yaitu sistem integrasi tanaman padi sawah dan ternak sapi potong pada kegiatan Program Rintisan dan Akselerasi Pemasarakatan Inovasi Teknologi Pertanian (Prima Tani) di Kabupaten Sukoharjo Jawa Tengah. Kegiatan penerapan teknologi mekanisasi pertanian pada lahan sawah ditekuni sejak tahun 2009 sampai dengan sekarang. Sejak tahun 2014 sampai saat ini, penulis melatih cara pembuatan persemaian padi menggunakan dapog (*tray*) dan aplikasi mesin tanam pindah bibit padi (*rice transplanter*) bagi petani dan Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) Provinsi Jawa Tengah.

## **Teknologi Mekanisasi** **Untuk Pertanian Bebas Limbah Pada Sistem** **Integrasi Tanaman Padi dan Ternak Sapi Potong**

Peluang besar masih terbuka untuk mengembangkan sistem integrasi tanaman padi dan ternak sapi (SIPT) berbasis mekanisasi dalam upaya peningkatan produksi beras dan daging sapi, tetapi dihadapkan pada berbagai kendala. Kendala tersebut harus diatasi melalui pemanfaatan teknologi dari berbagai disiplin ilmu. Salah satunya adalah teknologi mekanisasi pertanian.

Dukungan teknologi mekanisasi pertanian pada SIPT, pemanfaatan limbah tanaman padi sebagai pakan, serta limbah ternak menjadi pupuk dan sumber energi alternatif merupakan potensi yang perlu dikembangkan. Penerapan teknologi mekanisasi tersebut diharapkan dapat memberikan sumbangan nyata dalam upaya peningkatan efisiensi usahatani padi dan ternak sapi, peningkatan produktivitas dan produksi padi, peningkatan produktivitas dan populasi ternak sapi. Upaya tersebut selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan produksi beras dan daging sapi, sekaligus dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani serta menjaga kelestarian sumber daya alam sehingga mampu menjadi solusi menuju ketahanan pangan nasional.

Selain itu, perlu dilakukan pemantapan dan peningkatan kapasitas sebagian besar kelembagaan petani (kelompok tani, kelompok ternak, gapoktan dan UPJA) sesuai dengan kebutuhan agar dapat melakukan kemitraan dan mampu menjamin ketersediaan *input* dan pemasaran produk yang dihasilkan dari SIPT berbasis mekanisasi tersebut.

Untuk memasyarakatkan teknologi mekanisasi pertanian (alat dan mesin pertanian) ke tingkat petani, perlu dilakukan penyuluhan melalui kelembagaan petani yang ada agar pengelolaan dan penggunaan alat dan mesin pertanian secara teknis dapat diterapkan, secara ekonomis menguntungkan serta secara sosial diterima pengguna (petani) dan tidak menimbulkan dampak negatif.



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Jalan Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540  
Telp. +62 21 7806202, Faks.: +62 21 7800644

