

# REVOLUSI MEKANISASI PERTANIAN INDONESIA



KEMENTERIAN PERTANIAN  
REPUBLIK INDONESIA

Jl. Harsono RM No.3, Ragunan  
Pasar Minggu - Jakarta Selatan  
Telepon: (021) 7811545  
[www.pertanian.go.id](http://www.pertanian.go.id)

REVOLUSI MEKANISASI  
PERTANIAN INDONESIA

# REVOLUSI MEKANISASI PERTANIAN INDONESIA



ISBN 9-783826-212543



9 783826 212543



KEMENTERIAN PERTANIAN  
REPUBLIK INDONESIA



KEMENTERIAN PERTANIAN  
REPUBLIK INDONESIA

# REVOLUSI MEKANISASI PERTANIAN INDONESIA

## SAMBUTAN MENTERI PERTANIAN



Diterbitkan oleh :



SEKRETARIAT JENDERAL  
KEMENTERIAN PERTANIAN RI

**Penulis :**

Dr. Ir. Andi Amran Sulaiman, MP;  
Dr. Ir. Sam Herodian, MS  
Dr. Ir. Agung Hendriadi, M.Eng  
Prof. Erizal Jamal  
Dr. Ir. Abi Prabowo, MS  
Dr. Ir. Agung Prabowo, M. Eng  
Dr. Ir. Lilik Tri Mulyantara, MP  
Ir. Uning Budiharti, M.Eng  
Dr. Ir. Syahyuti, MSi.  
Hoerudin, SP, MFoodSt, PhD

**Editor :**

Prof. Soemarno  
Yulianto, SPi

Cetakan Pertama :  
April 2018

ISBN : 978 979 15689 9 9

Penerapan mekanisasi pertanian sebagai komponen teknologi utama dalam modernisasi usaha tani di Indonesia masih tergolong rendah, yaitu baru 1,30 HP/hektar (tahun 2013), jauh di bawah China yang telah mencapai 4,10 HP/hektar. Mekanisasi pertanian di Indonesia setingkat halnya di Malaysia dan sedikit di atas Filipina. Berdasarkan data tersebut, maka sangatlah wajar jika program utama pembangunan pertanian dalam Kabinet Kerja tahun 2015-2019 adalah memperbaiki teknologi usaha tani dengan menerapkan teknologi mekanisasi secara masif, dalam hal jenis, jumlah dan penggunaannya.

Kementerian Pertanian menargetkan produksi alat dan mesin pertanian (alsintan) dalam negeri untuk tahun 2017 sejumlah seribu unit. Target tersebut perlu dikejar untuk mendorong modernisasi sektor pertanian di Indonesia. Produksi alsintan akan dilakukan secara sinergis antara para ahli dari Perhimpunan Teknik Pertanian (Perpeta) dan universitas di dalam negeri dengan asosiasi alat dan mesin pertanian. Produksi alsintan secara bertahap, mulai 20 unit, 100 unit, hingga 1.000 unit. Nantinya, para perekayasa yang menghasilkan teknologi alsintan untuk diproduksi akan mendapatkan royalti. Kementerian Pertanian sangat mengapresiasi para perekayasa alat dan mesin pertanian yang secara sungguh-sungguh melakukan inovasi.

Mekanisasi pertanian merupakan pilihan yang memang harus diambil untuk memacu peningkatan produksi, produktivitas, efisiensi dan daya saing. Faktor lain sebagai alasan pentingnya mekanisasi adalah

semakin berkurangnya ketersediaan tenaga kerja (usia muda) pada kegiatan usaha pertanian. Selama sepuluh tahun terakhir, telah terjadi pergeseran tenaga kerja pertanian ke non-pertanian lebih dari 5 persen. Pergeseran ini menyebabkan jumlah petani di Indonesia pada 2015 hanya tersisa 27 juta dari 31 juta Tahun 2000. Karena itu mekanisasi pertanian perlu ditingkatkan untuk meningkatkan produksi. Salah satu tujuan dari pengembangan alat dan mesin pertanian modern adalah mendorong generasi muda turun ke lapangan. Agar menarik minat generasi muda, penerapan mekanisasi pertanian harus dikelola sebagai usaha jasa sewa berorientasi bisnis. Usaha jasa sewa akan terbentuk apabila ada suatu lembaga jasa yang memiliki jiwa wirausaha dan mampu mengelolanya secara baik.

Pada tahun 2017, Kementerian Pertanian mengeluarkan tiga prototipe alsintan, yaitu alsintan panen multikomoditas jagung dan padi dengan kemampuan 3 jam/ha; mesin olah tanah amfibi kapasitas 3,5 jam/ha yang dapat digunakan secara bersamaan setelah jagung dipanen, dan mesin penanam jagung kapasitas 8 jam/ha. Ketiga alsintan tersebut dapat dioperasikan secara bersamaan sehingga dapat mempercepat proses budidaya dan meningkatkan Indeks Pertanaman. Sebagai contoh mesin pemanen multikomoditas (Multicrops Combine Harvester), dapat digunakan untuk memanen jagung atau padi, sekaligus memasukkan hasil panen ke dalam karung dalam satu operasi.

Dalam tiga tahun terakhir (2015-2017), Kementerian Pertanian telah menyalurkan bantuan alsintan sebanyak 284.436 unit, meningkat 2.175% dibandingkan periode tahun 2014 yang hanya 12.501 unit. Jenis bantuan alsintan terutama ialah traktor roda dua untuk pengolahan lahan, pompa air untuk irigasi, transplanter untuk penanaman padi, combine harvester untuk panen dan perontokan padi. Program bantuan/fasilitasi merupakan bentuk intervensi langsung pemerintah, yang kini cukup dominan dalam bidang alsintan.

Pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia tidak terlepas dari situasi dan kondisi lingkungan strategis masyarakat lokal. Karena itu diperlukan pendekatan sistem transformasi sosio-kultural masyarakat dengan mempertimbangkan keragaman dalam setiap budaya lokal. Mengingat hal tersebut, maka pengembangan mekanisasi pertanian

di Indonesia menganut azas mekanisasi pertanian selektif, yaitu mengintroduksi alat dan mesin pertanian yang sesuai dengan kondisi sosial ekonomi daerah setempat.

Modernisasi pertanian melalui penerapan mekanisasi pertanian telah memberikan hasil nyata dalam sejarah pertanian Indonesia saat ini. Dampaknya terjadi penghematan tenaga kerja sebanyak 70 hingga 80 persen, dan penghematan biaya produksi 30 hingga 40 persen. Peningkatan produksi 10 hingga 20 persen dan penurunan kehilangan hasil saat panen dari 20 persen menjadi 10 persen. Jika diasumsikan penurunan kehilangan hasil 20 persen, dari luas panen sawah padi di Indonesia 14 juta ha dengan tingkat produksi rata-rata nasional 5 ton per ha, dapat menyelamatkan 14 juta ton gabah kering panen (GKP). Apabila diasumsikan harga GKP Rp.3.700 per kg, maka uang yang diselamatkan sebanyak Rp.5,18 triliun. Hal ini berarti dari salah satu dampak positif saja dari penerapan mekanisasi, sektor pertanian mampu memberikan kontribusi besar pada perekonomian negara. Hasil lain yang bersifat positif dari penerapan mekanisasi pertanian, yaitu sukses mewujudkan Indonesia tidak impor beras, jagung untuk pakan, cabai, dan bawang merah, sehingga sektor pertanian berhasil menghemat devisa sekitar Rp.52 triliun.

Kebijakan pembangunan mekanisasi pertanian kabinet Jokowi-JK tidak lepas dari kebijakan umum yang ditentukan oleh Presiden. Jumlah anggaran Pemerintah yang relatif terbatas, mengakibatkan perlunya pemerintah memilih komoditas yang harus mendapat prioritas terlebih dahulu. Kabinet Jokowi-JK telah menetapkan padi, jagung dan kedelai (pajale) sebagai komoditas yang harus diselesaikan terlebih dahulu. Sehubungan dengan hal tersebut politik anggarannya dititikberatkan pada beras/padi. Bantuan alsintan terbanyak dialokasikan pada petani di sentra produksi padi, dan pada saat yang sama benih dan pupuk juga dialokasikan ke petani.

Saat ini, berbagai alsintan yang telah mampu diproduksi industri dalam negeri, antara lain adalah pompa air, traktor roda dua, mesin pengolah tanah, mesin panen, penyemprot tanaman, pengabut gendong bermotor (mist blower), pengering, perontok multiguna, pengupas gabah,

pengayak (shifter), penyosoh (rice polisher), pemutih, penghancur jerami, pemotong rumput, serta Rice Milling Unit (RMU). Kapasitas produksi industri mesin pertanian lokal baru 40%, sedangkan 60% harus impor. Produk alat pertanian produksi dalam negeri naik dari 37% tahun lalu menjadi 40% tahun ini. Karena itu, industri dalam negeri punya kesempatan besar untuk memenuhi permintaan yang semakin besar. Kekurangan alat pertanian yang begitu besar itu. Sebagian mesin pertanian yang dibagikan ke masyarakat oleh Kementan sudah diproduksi di dalam negeri.

Buku ini memaparkan berbagai upaya yang sedang, telah dan akan dilakukan oleh Kementerian Pertanian untuk mewujudkan pertanian modern mendukung swasembada pangan dan pertanian.

Saya sampaikan apresiasi kepada Tim Penulis dan Editor yang telah bekerja keras menyelesaikan penyusunan buku berjudul “**Revolusi Mekanisasi Pertanian Indonesia**”. Saya berharap buku ini memberikan manfaat yang besar dalam membangun pertanian modern yang memosisikan mekanisasi pertanian sebagai pendorong utama.

Jakarta, Desember 2017

Menteri Pertanian



Andi Amran Sulaiman

# KATA PENGANTAR

Mekanisasi pertanian merupakan salah satu komponen penting dalam modernisasi pertanian yang memanfaatkan alat dan mesin pertanian (alsintan) sebagai instrumen untuk meningkatkan efisiensi usaha tani dan daya saing produk pangan dan pertanian di Indonesia. Meskipun telah lama pemanfaatan alsintan diimplementasikan, namun jumlah dan jenis alsintan tersebut masih belum mampu meningkatkan efisiensi dan daya saing secara signifikan. Oleh karena itu diperlukan upaya revolusif yang mampu mendongkrak kinerja alsintan pada khususnya dan mekanisasi pada umumnya.

Selama 3 tahun pembangunan pertanian (2015-2017), kebijakan dan program penerapan mekanisasi pertanian dalam rangka modernisasi pertanian telah banyak perubahan yang meliputi peningkatan jumlah dan ragam bantuan alsintan kepada masyarakat petani. Perubahan signifikan tersebut ditunjukkan oleh capaian kinerja prasarana dan sarana pertanian yang meningkat drastis dari tahun-tahun sebelumnya. Selama kurun waktu tersebut, pemerintah melalui Kementerian Pertanian telah memberikan bantuan alsin 284.436 unit yang meningkat 2.175 persen dibandingkan tahun 2014 yang hanya 12.501 unit. Peningkatan yang sangat signifikan tersebut harus diimbangi dengan upaya khusus pelebagaan dan pengelolaan alsintan yang ada di lapangan agar berlanjut pemanfaatannya.

Untuk percepatan peningkatan efisiensi dan daya saing melalui modernisasi pertanian perlu upaya masif gerakan peningkatan pemanfaatan

alsintan dan terobosan mekanisasi, maka tidak berlebihan jika buku ini mengangkat judul dan bahasan tentang revolusi mekanisasi. Untuk itu, kebijakan dan kegiatan yang memberikan peluang berkembangnya industri alsintan dalam negeri menjadi sangat penting dan strategis. Pada sisi lain, agar implementasi mekanisasi pertanian memberikan manfaat yang besar terhadap petani dalam mempercepat peningkatan usaha tani, maka revolusi mekanisasi juga memberikan peluang untuk diwujudkan efisiensi usahatani dan daya saing yang berdampak pada perekonomian petani.

Buku ini menguraikan secara rinci beberapa hal, di antaranya adalah kebijakan mekanisasi pertanian cabinet Jokowi-JK, revolusi teknologi dan mekanisasi mendukung kegiatan pratanam, teknologi panen dan pasca panen padi di Indonesia, pemanfaatan hasil samping penggilingan padi, dukungan kelembagaan dan dampak kebijakan pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia. Untuk memberikan ilustrasi perkembangan mekanisasi di Indonesia, buku ini juga mengulas sejarah mekanisasi pertanian di Indonesia.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada penyusun dan semua pihak yang berkontribusi dalam penyusunan buku "Revolusi Mekanisasi Pertanian Indonesia". Saya berharap buku ini menjadi salah satu referensi yang memberikan pandangan yang utuh tentang kemajuan mekanisasi pertanian di Indonesia.

Jakarta, Desember 2017

Sekretaris Jenderal,  
Kementerian Pertanian



Hari Priyono

# DAFTAR ISI

<b>SAMBUTAN MENTERI PERTANIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xviii</b>
<b>PROLOG .....</b>	<b>1</b>
Pilihan Penerapan Mekanisasi Pertanian .....	2
Pertanian Modern dan Mekanisasi Pertanian .....	5
Mengapa Buku ini Ditulis.....	11
<b>BAB I SEJARAH MEKANISASI .....</b>	<b>15</b>
Kebijakan Pengembangan Mekanisasi Pertanian .....	16
Perkembangan Teknologi Mekanisasi Pertanian .....	19
Implementasi Mekanisasi Pertanian.....	47
<b>BAB II KEBIJAKAN MEKANISASI PERTANIAN KABINET JOKOWI-JK.....</b>	<b>51</b>
Pendekatan Efisiensi Produktivitas Tenaga Kerja.....	52
Kebijakan Refocusing Anggaran, Tingkatkan Bantuan dan Pemanfaatan Alsintan.....	55
Realokasi dari Refocusing Anggaran Dialihkan untuk Alsintan.....	56

<b>BAB III REVOLUSI TEKNOLOGI DAN MEKANISASI Mendukung</b>	
<b>KEGIATAN PRATANAM.....</b>	<b>67</b>
Pencetakan Sawah.....	68
Optimalisasi Lahan Pertanian .....	71
Pengolahan Lahan.....	109
<b>BAB IV TEKNOLOGI PANEN DAN PASCAPANEN PADI DI</b>	
<b>INDONESIA.....</b>	<b>119</b>
Teknologi Alat dan Mesin Panen Padi .....	120
Perkembangan Mesin Panen Padi di Indonesia .....	129
Kendala Umum Penggunaan Combine Harvester di Indonesia .....	132
Teknologi ALat dan Mesin Pascapanen Padi .....	133
<b>BAB V PEMANFAATAN HASIL SAMPING</b>	
<b>PENGGILINGAN PADI .....</b>	<b>155</b>
Hasil Penggilingan Padi Bukan Hanya Beras.....	156
Pemanfaatan Hasil Samping.....	157
<b>BAB VI DUKUNGAN KELEMBAGAAN.....</b>	<b>173</b>
Kelembagaan Pengembangan Alsintan.....	174
<b>BAB VII DAMPAK KEBIJAKAN PENGEMBANGAN MEKANISASI</b>	
<b>PERTANIAN DI INDONESIA .....</b>	<b>195</b>
Refocusing Anggaran dan Penunjukan Langsung Mempercepat dan Eskalasi Bantuan Alsintan kepada Petani.....	196
Dampak Penyebaran Alsintan Secara Massal terhadap Kelembagaan Petani .....	198

<b>EPILOG .....</b>	<b>211</b>
Mesin sebagai Pengungkit Modernisasi .....	214
Sudah Sampai di Mana Kita? .....	215
Indonesia Perlu Menjadi Produsen Alsintan.....	220
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>223</b>

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	<i>Pengembangan industri Alsintan Indonesia (Dit. Alsintan, 2017).....</i>	11
Gambar 2.	<i>Sistem mekanisasi pertanian sebagai sistem sosio-kultural masyarakat.....</i>	17
Gambar 3.	<i>Peta Kecukupan Traktor di Provinsi Jawa Tengah.....</i>	32
Gambar 4.	<i>Peta Status kecukupan alsin di Provinsi Sumatera Selatan.....</i>	37
Gambar 6.	<i>Peta Status kecukupan alsin di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT).....</i>	40
Gambar 7.	<i>Peta Status kecukupan alsin di Provinsi Kalimantan Selatan.....</i>	42
Gambar 8.	<i>Peta Status Kecukupan alsintan di Provinsi Sulawesi Selatan.....</i>	43
Gambar 9.	<i>Jenis-jenis alsintan .....</i>	62
Gambar 10.	<i>Teknologi mekanisasi untuk tanaman perkebunan.....</i>	62
Gambar 11.	<i>Teknologi mekanisasi untuk tanaman hortikultura.....</i>	63
Gambar 12.	<i>Mesin pencacah biomassa tanaman untuk pakan ternak.....</i>	64
Gambar 13.	<i>Mesin pengolahan buah dan sayur.....</i>	64
Gambar 14.	<i>Model pengembangan pertanian modern di daerah irigasi teknis di Desa Kalikebo, Kecamatan Trucuk, Klaten.....</i>	65
Gambar 15.	<i>Pemanfaatan lahan gambut.....</i>	69
Gambar 16.	<i>Profil rancang bangun saluran tersier tipe alamiah (tanpa disemen).....</i>	73
Gambar 17.	<i>Tata letak sistem irigasi perpipaan.....</i>	74
Gambar 18.	<i>Dam Parit di Desa Kalisidi, Ungaran (a) dan Tompobulu, Maros (b)..</i>	78
Gambar 19.	<i>Jenis-jenis pompa yang dapat digunakan dalam sistem irigasi pompa.....</i>	79
Gambar 20.	<i>Kurva kinerja pompa : Ebara 100 SQPB dan Honda WT 40 X.....</i>	80
Gambar 21.	<i>Pemanfaatan air sungai melalui pompanisasi .....</i>	81
Gambar 22.	<i>Embung kontruksi pasangan batu di Gunung Sugih, Lampung Tengah (a) dan embung lapisan tanah di Naibonat, Kupang.....</i>	82
Gambar 23.	<i>Embung dengan pelapis geomembran di (a) Desa Giriroto, Kec. Ngemplak Kab. Boyolali dan (b) Lokasi PENAS XV, Banda Aceh.....</i>	83
Gambar 25.	<i>Survei dan desain pembuatan Long Storage.....</i>	85
Gambar 26.	<i>Long storage kecamatan Sindang, Kab. Indramayu (a), Pintu Air pada Long Storage di Merauke (b).....</i>	85
Gambar 27.	<i>Peta Cekungan Air Tanah (CAT) Provinsi NTT yang dikeluarkan oleh Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM.....</i>	86
Gambar 28.	<i>Pengembangan 1000 sumur dangkal untuk mengairi lahan 2000 ha di 2 kecamatan di Kabupaten TTS, NTT (a) dan Kabupaten Grobogan, Jateng (b).....</i>	87
Gambar 29.	<i>Peta Sebaran luas dan jenis infrastruktur panen air per pulau hasil analisis spasial yang telah di verifikasi lapangan dan akan segera dibangun menggunakan dana Kemendesa.....</i>	89
Gambar 30.	<i>Desain jalan usaha tani.....</i>	91
Gambar 31.	<i>Mesin konvensional.....</i>	99
Gambar 32.	<i>Laboratorium CNC dengan Komputer untuk desain dengan berbagai software dan 3D printer untuk pemodelan komponen mesin.....</i>	101
Gambar 33.	<i>Alat dan mesin CNC.....</i>	101
Gambar 34.	<i>CNC Turret punch dan CNC Pipe Binder.....</i>	102
Gambar 35.	<i>CNC shear dan CNC surface and Cylindrical Grinder.....</i>	103
Gambar 36.	<i>CNC EDM machininging tools.....</i>	104
Gambar 37.	<i>Test rig untuk uji power pada poros traktor roda 2 dan uji konsumsi bahan bakar.....</i>	104
Gambar 38.	<i>Test rig untuk uji power pada poros traktor roda 4 dan uji konsumsi bahan bakar.....</i>	105
Gambar 39.	<i>Test rig untuk pengujian pompa air.....</i>	105
Gambar 40.	<i>Cangkul.....</i>	108
Gambar 41.	<i>Bajak.....</i>	108

Gambar 44.	Bajak Singkal.....	109
Gambar 42.	Garu.....	109
Gambar 43.	Cetok tanah.....	109
Gambar 45.	Bajak Piring.....	110
Gambar 46.	Bajak rotari.....	111
Gambar 47.	Bajak pahat.....	111
Gambar 48.	Bajak tanah bawah.....	112
Gambar 48.	Garau piring.....	113
Gambar 49.	Garau paku.....	113
Gambar 51.	Garau Rotari Cangkul (Rotary Hoe Harrow).....	114
Gambar 52.	Garau khusus.....	115
Gambar 53.	Land roller dan pulverizers.....	115
Gambar 54.	Ditcher.....	116
Gambar 55.	Pengkair digandengkan traktor roda dua dan traktor roda empat....	116
Gambar 56.	Penggulud digandengkan langsung dengan rotary atau piringan....	117
Gambar 57.	Penggulud silinder.....	117
Gambar 58.	Alat panen padi ani-ani.....	121
Gambar 59.	Sabit, alat panen padi.....	123
Gambar 60.	Mesin panen paddy mower.....	124
Gambar 61.	Klasifikasi mesin panen padi Reaper berdasarkan lebar kerja.....	126
Gambar 62.	Mesin Reaper tipe non-self propeller dan self propeller.....	126
Gambar 63.	Combine harvester tipe half feeding.....	128
Gambar 64.	Mesin panen padi kombinasi ukuran kecil.....	130
Gambar 65.	Mesin panen padi kombinasi ukuran sedang.....	130
Gambar 66.	Mesin panen padi kombinasi ukuran besar.....	131
Gambar 67.	Alat perontok padi tipe pedal (Pedal Thresher).....	134
Gambar 68.	Mesin perontok padi tipe throw-in dengan penggerak motor bensin.....	135
Gambar 69.	Mesin perontok padi tipe throw-in dengan penggerak motor diesel.....	136
Gambar 70.	(a) Penjemuran gabah di lantai jemur, (b) Penjemuran gabah di atas terpal plastik.....	138
Gambar 71.	Mesin Pengering tipe Flat Bed.....	140
Gambar 72.	Mesin Pengering Sirkulasi tipe Vertikal.....	140

Gambar 73.	Alat pembersih gabah (Gumnaan).....	141
Gambar 74.	Mesin pembersih gabah dengan aspirator sederhana.....	142
Gambar 75.	Mesin penggilingan padi yang dilengkapi dengan separator.....	146
Gambar 76.	Mesin pengupas kulit gabah (pecah kulit) tipe rol karet.....	146
Gambar 77.	Alat pemisah beras pecah kulit.....	147
Gambar 78.	Mesin pemisah beras pecah kulit (Paddy Separator).....	148
Gambar 79.	Mesin penyosoh beras tipe friksi.....	149
Gambar 80.	Mesin pemroses gabah menjadi beras sederhana dan modern.....	149
Gambar 81.	Gudang penyimpanan gabah atau beras.....	150
Gambar 83.	Skema Hasil Samping Penggilingan Padi (Rice Milling).....	157
Gambar 84.	Pohon Industri Bekatul.....	163
Gambar 85.	Gundukan-gundukan sekam yang menggunung tidak termanfaatkan di penggilingan padi.....	164
Gambar 86.	Pembuatan Briket Arang Sekam.....	165
Gambar 87.	Proses produksi asap cair dari sekam padi secara sederhana.....	166
Gambar 88.	Pemanfaatan asap cair sekam yang diformulasikan sebagai biopestisida (a) dan penerapannya pada tanaman padi (b).....	168
Gambar 89.	Beberapa alat utama untuk proses produksi biosilika dari sekam padi (Hoerudin et al. 2017).....	169
Gambar 90.	Produk biosilika serbuk, gel, dan cair dari sekam padi (Hoerudin et al. 2017).....	170

# DAFTAR TABEL

---

Tabel 1.	<i>Penurunan biaya tenaga kerja pada pertanian modern usaha tani padi di Sulawesi Selatan dan Jawa (PSEKP-BBP Mektan, 2015).....</i>	<i>10</i>
Tabel 2.	<i>Penurunan serapan tenaga kerja pada pertanian modern padi di Sulawesi Selatan dan Jawa (PSEKP-BBP Mektan, 2015).....</i>	<i>10</i>
Tabel 3.	<i>Perkembangan Jumlah alsintan prapanen per provinsi dari Tahun 2016-2017.....</i>	<i>33</i>
Tabel 4.	<i>Jumlah Alsintan Padi yang dibagikan kepada Kelompok Tani Tahun 2014-2017.....</i>	<i>53</i>
Tabel 5.	<i>Capaian Kegiatan Pengembangan Pemanfaatan Lahan Rawa/Gambut Terpadu dan Pra Sertifikasi Lahan Petani Tahun 2016.....</i>	<i>71</i>
Tabel 6.	<i>Sebaran luas dan jenis infrastruktur panen air per pulau hasil analisis spasial menggunakan beberapa peta tematik skala 1: 250.000 dan perangkat lunak ArcGIS 10.2.2.....</i>	<i>88</i>
Tabel 7.	<i>Spesifikasi Mesin Reaper.....</i>	<i>125</i>
Tabel 8.	<i>Perkembangan UPJA menurut kelasnya tahun 2006-2014 .....</i>	<i>179</i>
Tabel 9.	<i>Perkembangan UPJA menurut kelasnya tahun 2006-2014 .....</i>	<i>199</i>
Tabel 10.	<i>Analisis Usahatani Padi pada Percontohan Pertanian Modern (PPM) dan Konvensional di Kelurahan Appanang, Kecamatan Liliraja, Kabupaten Soppeng, MH 2014/2015 (Rp/ha) .....</i>	<i>201</i>
Tabel 11.	<i>Kondisi eksisting, rancangan, dan perkembangan kelembagaan agribisnis padi di Desa Sidowayah Kabupaten Klaten .....</i>	<i>203</i>
Tabel 12.	<i>Kontribusi alsintan terhadap pencapaian surplus beras tahun 2011-2015.....</i>	<i>206</i>

# PROLOG

## Pilihan Penerapan Mekanisasi Pertanian

Setiap era pemerintahan dalam rangka mengisi kemerdekaan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) mulai dari Presiden pertama, Soekarno, sampai pemerintah saat ini, yaitu Presiden Joko Widodo selalu mempunyai tujuan mulia, yaitu untuk memerdekakan, melindungi, memakmurkan, dan menyejahterakan rakyatnya secara berdaulat. Tujuan mulia tersebut dalam pemerintahan saat ini dirangkum dalam konsep **Nawa Cita** yang berarti sembilan cita atau harapan. Lengkapnya sebagai berikut:

1. Kami akan menghadirkan kembali Negara untuk melindungi segenap bangsa dan memberikan rasa aman pada seluruh warga negara, melalui pelaksanaan politik luar negeri bebas aktif, keamanan nasional yang terpercaya dan pembangun pertahanan Negara Tri Matra terpadu yang dilandasi kepentingan nasional dan memperkuat jati diri sebagai Negara Maritim.
2. Kami akan membuat Pemerintah tidak absen, dengan membangun tata kelola pemerintahan yang bersih, efektif, demokratis, dan terpercaya.
3. Kami akan membangun Indonesia dari pinggiran dengan memperkuat daerah-daerah dan desa dalam kerangka Negara Kesatuan.
4. Kami akan menolak Negara lemah dengan melakukan reformasi sistem dan penegakan hukum yang bebas korupsi, bermartabat dan terpercaya.
5. Kami akan meningkatkan kualitas hidup manusia Indonesia.
6. Kami akan meningkatkan produktivitas rakyat dan daya saing di pasar internasional.
7. Kami akan mewujudkan kemandirian ekonomi dengan menggerakkan sektor-sektor strategis ekonomi domestik.
8. Kami akan melakukan revolusi karakter bangsa, melalui kebijakan penataan kembali kurikulum Pendidikan Nasional dengan mengedepankan aspek pendidikan kewarganegaraan.
9. Kami akan memperteguh kebinekaan dan memperkuat restorasi sosial Indonesia melalui kebijakan memperkuat pendidikan kebinekaan dan menciptakan ruang-ruang dialog antarwarga.

Bila kita cermati hakikat dari **Nawa Cita** yang menjadi landasan utama Kabinet Kerja, pada butir 6 dan 7 terkait dengan upaya mewujudkan kemandirian ekonomi melalui sektor strategis, dengan cara meningkatkan produktivitas rakyat dan daya saing di pasar internasional. Produktivitas rakyat, khususnya bagi petani komoditas pangan, berarti adalah peningkatan produktivitas, produksi, efisiensi dan keuntungan ekonomi.

Kesembilan cita tersebut oleh Kabinet Kerja tahun 2015–2019 dijabarkan agenda prioritas sebagai arahan pembangunan pertanian ke depan, untuk mewujudkan kedaulatan pangan, agar Indonesia sebagai bangsa dapat mengatur dan memenuhi kebutuhan pangan rakyatnya secara berdaulat (Renstra Kementan 2015-2019, 2015).

Langkah awal tahun 2015–2019 adalah usaha pencapaian swasembada 7 (tujuh) komoditi pangan utama nasional, yaitu beras, jagung, kedelai, bawang merah/putih, cabai, gula, daging sapi/kerbau. Swasembada beras dan jagung telah dicapai pada tahun 2016. Sedangkan komoditas bawang merah dan cabai pada tahun 2019 ditargetkan akan terjadi pasokan-distribusi-harga yang stabil, karena tercapainya swasembada (Ditjen Hortikultura, 2017). Hal tersebut penting untuk dicapai karena kenaikan harga beras dan cabai sering menimbulkan gejolak inflasi nasional.

Usaha yang harus dilakukan selama kurun waktu 2016–2019 untuk mencapai kondisi stabil distribusi dan harga bagi ke empat komoditas tersebut adalah: (1) manajemen pola tanam; (2) intensifikasi dan ekstensifikasi (pengembangan sentra di luar Pulau Jawa); (3) inovasi teknologi dan dukungan alsintan; (4) penataan rantai pasok distribusi dan rantai nilai pemasaran; (5) sinergi kebijakan harga; (6) pembenahan kelembagaan dan SDM (Renstra Kementan, 2015; Ditjen Hortikultura, 2017).

Usaha swasembada terwujud apabila produksi komoditi yang bersangkutan melebihi atau sepadan dengan kebutuhan konsumen. Selain itu, mampu menghentikan produk impor, harga komoditi terjangkau oleh kemampuan daya beli konsumen, sekaligus dapat meningkatkan pendapatan usaha tani dan meningkatkan daya saing dengan komoditi sejenis di pasar luar negeri.

Khusus untuk komoditi beras, berdasarkan hasil penelitian *International Rice Research Institute* (IRRI) menunjukkan bahwa untuk meningkatkan daya saing beras adalah dengan cara menurunkan biaya produksi disertai menjaga kualitas beras memenuhi baku mutu (standar). Setiap ton beras yang dihasilkan di Indonesia biayanya mencapai 340 USD, sedangkan Thailand hanya 190 USD. Komponen terbesar yang menyumbang selisih harga tersebut berasal dari biaya sewa lahan, biaya benih, pupuk dan tenaga kerja. Biaya tenaga kerja dapat diturunkan dengan mengurangi penggunaan tenaga kerja, yaitu dengan memanfaatkan penggunaan alat dan mesin pertanian.

Penggunaan alat dan mesin pertanian untuk mendukung proses operasional usaha tani, mulai dari pembukaan lahan, penyiapan tanam, tanam, pemeliharaan tanaman, panen sampai dengan pascapanen<sup>1</sup> dikenal dengan sebutan mekanisasi pertanian (Rijk, 2010)<sup>2</sup>. Penerapan mekanisasi pertanian mampu meningkatkan efisiensi waktu, efisiensi biaya, efektivitas kerja, mengurangi kelelahan kerja, meningkatkan kualitas hasil, dan menurunkan kehilangan hasil selama proses/kegiatan.

Penerapan mekanisasi pertanian yang mampu meningkatkan efisiensi, efektivitas dan menurunkan kehilangan hasil berdampak terhadap peningkatan produktivitas dan kinerja usaha tani dapat dikategorikan sebagai teknologi utama. Pentingnya efisiensi waktu dan efektivitas kegiatan dalam usaha tani sangat disadari manfaatnya. Apalagi adanya keterbatasan tenaga kerja dan terjadinya gangguan bencana alam akibat pengaruh anomali iklim. Saat ini penerapan mekanisasi pertanian sebagai komponen teknologi utama dalam usaha tani di Indonesia masih tergolong rendah.

Data tahun 2013 baru 1,30 HP/hektar, jauh di bawah China yang telah mencapai 4,10 HP/hektar. Mekanisasi pertanian di Indonesia setingkat dengan Malaysia dan sedikit di atas Filipina. Berdasarkan data tersebut,

<sup>1</sup> Pascapanen primer dan sekunder

<sup>2</sup> [http://www.un-csam.org/publication/CIGR\\_APCAEM\\_Website.pdf](http://www.un-csam.org/publication/CIGR_APCAEM_Website.pdf)

sangatlah wajar jika program utama dalam gerakan pembangunan pertanian yang dilakukan Menteri Pertanian, Andi Amran Sulaiman, dalam Kabinet Kerja tahun 2015-2019 adalah memperbaiki teknologi usaha tani dengan menerapkan teknologi mekanisasi secara masif. Baik dalam jenis, jumlah dan penggunaannya.

Mekanisasi pertanian merupakan pilihan yang memang harus diambil untuk memacu peningkatan produksi, produktivitas, efisiensi dan daya saing. Faktor lain sebagai alasan pentingnya mekanisasi adalah semakin berkurangnya ketersediaan tenaga kerja (usia muda) dalam kegiatan usaha pertanian.

Sebagai faktor penghambat, harga alsintan cukup mahal bagi petani kecil. Karena itu untuk menarik minat generasi muda, penerapan mekanisasi pertanian harus dikelola sebagai usaha jasa sewa berorientasi bisnis. Usaha jasa sewa akan terbentuk apabila ada suatu lembaga jasa yang memiliki jiwa wirausaha dan mampu mengelolanya secara baik. Untuk menjamin keberlanjutan penerapan mekanisasi sebagai komponen usaha pertanian modern, dukungan mekanisasi pertanian harus disediakan paket kebijakan dan regulasi yang kondusif dalam memajukan usaha.

Paket kebijakan dan regulasi berisi tentang dukungan penelitian dan pengembangan, pabrikasi-industrialisasi-penggandaan, penyebarluasan-pemanfaatan, sistem keberlanjutan penggunaan, kelembagaan pendukung pengelolaan keberlanjutan, kelembagaan finansial pengadaan-pengelolaan-keberlanjutan dan regulasi impor-ekspor alat dan mesin pertanian. Dalam buku ini untuk memudahkan pemahaman, mekanisasi pertanian diposisikan identik dengan alat dan mesin pertanian (alsintan).

## **Pertanian Modern dan Mekanisasi Pertanian**

Istilah pertanian modern sudah lama kita dengar, namun secara konsep ada beragam penafsiran terhadap hal ini. Salah satu pendapat tentang pertanian modern diutarakan *Motes* (2010), yang menyatakan pertanian modern sebagai :

“In modern agricultural systems farmers believe they have much more central roles and are eager to apply technology and information to control most components of the system. Modern agriculture tends to see its success as dependant on linkages—access to resources, technology, management, investment, markets and supportive government policies...”

Dalam pertanian modern, petani aktif sebagai pemegang peran dengan memanfaatkan teknologi dan informasi. Keberhasilan pertanian modern tergantung adanya keterkaitan antar pelaku usaha, akses terhadap sumber daya, teknologi, manajemen, investasi, pasar dan dukungan kebijakan pemerintah.

*Dohm* (2005) melihat bahwa Pembangunan Pertanian modern tidak hanya terkait dengan bagaimana petani menggunakan teknologi terbaru dalam menopang peningkatan produktivitas usaha pertanian. Namun yang lebih penting justru bagaimana kegiatan pertanian dikelola sebagai sebuah bisnis yang sukses.

Bisnis pertanian jenis usaha adalah dalam bentuk sistem agroindustri atau industri hayati, baik sebagai usaha satu jenis komoditas tanaman/ternak, maupun dalam sistem usaha tani secara keseluruhan. Menurut *Prabowo* (2017) proses dalam industri hayati yang berlangsung dalam tanaman/hewan, komponen masukan, proses dan keluaran industri hayati tersebut sangat dipengaruhi faktor lingkungan tumbuh (lahan, teknologi, cuaca, manusia). Agar diperoleh keluaran proses industri hayati secara optimal, pelaku usaha harus menerapkan manajemen budidaya.

Kondisi optimal dalam industri hayati berarti hubungan antara aliran masukan, “kapasitas terpasang mesin proses” fisiologis dan sifat anatomis tanaman/ternak dan target output harus seimbang agar tidak merugi. Optimal-

isasi proses industri hayati dapat dicapai melalui penerapan manajemen usaha tani.

Dalam proses industri hayati tanaman, langkah pertama dan kunci tercapainya sukses untuk memperoleh hasil optimal adalah kegiatan praktek budidaya yang optimal. Optimalisasi proses dapat dicapai melalui penerapan pertanian preskriptif (*prescriptive/precision farming*), yaitu input produksi disesuaikan dengan kondisi kebutuhan tanaman tumbuh agar diperoleh efisiensi dan efektivitas pemakaian input produksi dan dicapai output optimal.

Efisiensi dan efektivitas akan dapat dicapai melalui dukungan penerapan mekanisasi pertanian. Tahapan analisis unsur usaha tani merupakan unsur kebaruan atau modernisasi dalam usaha tani komoditi pertanian. Sebab, tujuannya adalah mencapai keuntungan maksimal melalui efisiensi dan efektivitas, minimalisasi gagal panen, serta menjaga kelestarian lingkungan.

Karena itu *Prabowo* (2017) mengemukakan bahwa kata *modern* dalam pertanian bermakna adanya kebaruan dalam proses budidaya melalui serangkaian tindakan analisis unsur budidaya dari pola pikir. Lalu diikuti pola tindak yang akan berdampak kepada munculnya pilihan-pilihan tindakan pendukung proses dengan memanfaatkan teknologi mekanisasi. Unsur teknologi berupa teknik budidaya dengan memanfaatkan alsintan adalah untuk memperoleh efisiensi dan efektivitas proses produksi agar outputnya optimal.

Tahapan pencapaian proses secara modern akan diikuti dengan tahapan-tahapan manajerial usaha tani (pola tindak diikuti pola pikir) lebih lanjut, secara terintegrasi hulu-hilir dalam modernisasi pertanian. Penerapan manajemen usaha tani terintegrasi (hulu-hilir, penerapan budidaya optimal, *good handling practices* sampai dengan *good sanitary and phytosanitary final product practices*) merupakan unsur penentu keberhasilan dari konsep pertanian modern.

Sasaran penerapan konsep pertanian modern adalah efisiensi, efektivitas, peningkatan produktivitas, minimal risiko gagal, peningkatan mutu produk, peningkatan nilai jual, peningkatan pendapatan petani, keberlanjutan lingkungan.

Manajemen usaha tani terintegrasi hulu-hilir dapat dipisah menjadi: (1) manajemen input untuk mencapai produksi tanaman yang optimal dan berkelanjutan mengikuti konsep praktek budidaya sampai dengan panen yang benar; (2) manajemen proses pascapanen primer dan sekunder, pengemasan serta penyimpanan untuk menjamin sistem distribusi yang benar; dan (3) manajemen pemasaran hasil berkualitas sesuai keinginan konsumen; (4) manajemen sistem informasi pendukung produksi dan pemasaran hasil.

Karena itu modernisasi pertanian atau pertanian modern mencakup aspek: (1) ketersediaan dan kemudahan akses lahan; (2) ketersediaan air (kuantitas, kualitas, ruang dan waktu); (3) ketersediaan saprodi; (4) teknologi usaha tani (budidaya sampai pascapanen sekunder) dan infrastruktur pendukungnya; (5) sistem pemasaran; (6) manajemen informasi dan sistem agribisnis; (7) kelembagaan pendukung; (8) sumber daya manusia pelaku.

Dalam berbagai kesempatan Menteri Pertanian melontarkan gagasan bahwa mekanisasi pertanian merupakan pintu masuk menuju modernisasi pertanian.

Pernyataan Menteri tersebut relevan bila dikaitkan dengan *Grand Desain* Pembangunan Pertanian Jangka Panjang, yaitu pada tahun 2045 Indonesia menjadi lumbung pangan dunia dan eksportir pangan. Hal ini bisa dicapai bila sistem pertanian Indonesia dikembangkan secara modern dengan mekanisasi pertanian yang sesuai kondisi agroekosistem Indonesia untuk masing-masing wilayah. Kemudian, didukung industri alat dan mesin pertanian (alsintan) beserta komponen-komponen pembentuknya.

Pernyataan Menteri Pertanian dalam penyerahan mesin pertanian di Kabupaten Toba Samosir dan Humbasa, Tapanuli Utara pada Sabtu 23 Juli 2016 :

*“Kita lakukan perubahan total menuju swasembada dengan teknologi mekanisasi pertanian” (Kompas.com-23/07/2016, 17:46 WIB).*

Pada acara *launching* Inovasi Teknologi Mekanisasi Pertanian Modern Hortikultura dan Pemberian Agroinovator Award di Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong, Banten (*Antara News.com, Kamis, 24/08/2017*);

*“Mekanisasi pertanian merupakan komponen penting untuk pertanian modern dalam mencapai target swasembada pangan berkelanjutan”*

Dari hasil penelitian ditemukan bahwa model mekanisasi pertanian pada tanaman padi yang dikembangkan di beberapa propinsi di Jawa dan Sulawesi menghemat tenaga kerja lebih dari 50% dan menghemat pengeluaran biaya tenaga kerja lebih dari 30%. Tabel 1 dan 2.

Dengan dukungan penelitian dan perekayasaan teknologi mekanisasi baik oleh pemerintah dan swasta, industri alat dan mesin pertanian Indonesia sebagai pendukung pertanian modern semakin berkembang dengan cepat. Saat ini industri alsintan dalam negeri mampu mencukupi kebutuhan traktor roda dua untuk seluruh wilayah Indonesia, bahkan di ekspor ke beberapa negara, dengan mutu yang tidak kalah dengan mutu produksi negara maju.

Tabel 1. Penurunan biaya tenaga kerja pada pertanian modern usaha tani padi di Sulawesi Selatan dan Jawa (PSEKP-BBP Mektan, 2015)

Kegiatan Lapang	Manual (Rp/Ha)	Mekanisasi (Rp/Ha)*	Perubahan	
			Rp/Ha	%
Olah tanah	1.600.000	1.200.000	- 400.0	- 25,0
Tanam	1.720.000	1.100.000	- 620.0	- 36,0
Penyiangan	1.200.000	510.000	- 690.0	- 57,5
Panen	2.857.125	2.285.700	- 571,4	- 20,0
Total	7.37.126	5.095.700	- 2.281.425	- 30,9

Mekanisasi: alsin traktor dan implemen olah tanah, power weeder, sprayer, combine harvester

Tabel 2. Penurunan serapan tenaga kerja pada pertanian modern padi di Sulawesi Selatan dan Jawa (PSEKP-BBP Mektan, 2015)

Kegiatan Lapang	Manual (OH)	Mekanisasi (OH)*	Perubahan	
			Rp/Ha	%
Olah tanah	20	1.200.000	- 400.0	- 25,0
Tanam	19	1.100.000	- 620.0	- 36,0
Penyiangan	15	510.000	- 690.0	- 57,5
Panen	40	2.285.700	- 571,4	- 20,0
Total	94	20.0	- 74.0	- 78.4

Mekanisasi: alsin traktor dan implemen olah tanah, power weeder, sprayer, combine harvester

Melalui proses kepemilikan paten oleh Balitbang Pertanian yang memberikan lisensi kepada para pelaku industri alsintan dalam negeri (7 industri alsintan) telah mampu diproduksi secara masal (sekitar 3.000 unit) mesin tanam pindah bibit padi metode jajar legowo dan mesin pemanen (*combine harvester*) padi.

Mesin *combine harvester* rekayasa Balitbangtan yang diproduksi mempunyai kemampuan mobilitas secara mudah pada kondisi

tanah dengan kedalaman lumpur sekitar 10 cm. Untuk menjamin keberlanjutan pemakaian kedua jenis mesin tersebut telah dibuat suku cadang komponen-komponen mesinnya oleh Balitbang Pertanian. Pola pengembangan alsintan untuk mendukung program swasembada pangan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengembangan industri Alsintan Indonesia (Dit. Alsintan, 2017).

## Mengapa Buku ini Ditulis

Buku ini ditulis untuk memaparkan berbagai upaya yang sedang, telah dan akan dilakukan Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pertanian untuk mewujudkan pertanian modern mendukung swasembada produk pertanian. Titik tolak dan acuannya adalah arahan Menteri Pertanian pada berbagai kesempatan dan yang telah tertuang dalam dokumen perencanaan. Untuk itu perlu penulisan buku yang dapat mendokumentasikan semua pemikiran yang ada, serta hasil diskusi yang berkembang, operasional penerapannya dan kemajuan kegiatan di lapangan.

Diharapkan dengan penulisan buku ini semua pihak yang berkepentingan dapat melihat secara jernih dasar pertimbangan semua kebijakan yang diambil Kementerian Pertanian di bidang mekanisasi pertanian (penerapan alsintan), serta langkah-langkah operasional di lapangan. Sampai saat ini belum ada buku yang mendokumentasikan secara komplit tentang mekanisasi pertanian di Indonesia. Buku ini dapat juga menjadi pegangan para akademisi dan mahasiswa di perguruan tinggi.

Bagi para pelaku usaha pertanian buku ini akan memandu mereka dalam pengembangan mekanisasi pertanian masa depan. Bagi kementerian dan lembaga terkait, buku ini dapat dijadikan referensi untuk membangun kebijakan yang sejalan dengan semangat Pembangunan Kementerian Pertanian dalam mewujudkan revolusi mekanisasi.

Upaya mewujudkan pertanian modern dengan penerapan alsintan dalam jenis dan jumlah secara masif memunculkan fenomena revolusi mekanisasi pertanian. Revolusi pada akhirnya akan diikuti dengan perubahan *mind set* dari para pengambil kebijakan, penyedia peralatan mekanisasi dan pelaku usaha, dalam hal ini petani.

Setelah itu perlu perubahan yang menyeluruh dalam konsep dan pendekatan pengembangan mekanisasi, serta upaya mewujudkannya di lapangan. Bahasan akan diawali dengan melihat sejarah mekanisasi pertanian di Indonesia, dari sejak awal upaya *introduksi* ataupun pengembangan yang dilakukan di Indonesia. Beberapa puncak keberhasilan dari pengembangan mekanisasi serta pembelajaran dari kegagalan yang dialami, akan menjadi modal dasar untuk merancang berbagai perubahan yang direncanakan.

Uraian tentang kebijakan pengembangan yang dilaksanakan Pemerintah saat ini akan dibahas tersendiri, dengan mengacu kepada kebijakan makro serta pencapaian yang ditargetkan dalam 5 tahun Kabinet Kerja. Hal-hal yang diarahkan Presiden kemudian diterjemahkan Menteri Pertanian, akan menjadi hal menarik untuk ditelaah.

Pembahasan awal tentang rancangan revolusi mekanisasi akan dimulai dari alat dan mesin pertanian, yang terkait dengan kegiatan pratanam.

Bahasan berikutnya pada kegiatan tanam, pasca panen dan manajemen pengembangannya.

Terkait hal yang terakhir ini, beberapa konsep yang telah dihasilkan di antaranya terkait dengan kelembagaan Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) sampai pembentukan Brigade Tanam dalam kaitannya dengan UPSUS. Diperlukan perubahan yang mendasar dalam pendekatan kelembagaan pengembangan alsintan sejalan dengan perkembangan teknologi dan sistem keuangan dalam pengadaan peralatan. Pemikiran untuk mengadopsi sistem perkreditan seperti pada kendaraan bermotor, untuk diterapkan pada pengadaan traktor dan alat serta mesin pertanian lainnya, merupakan gagasan yang akan ditelaah dalam buku ini.

BAB I

**SEJARAH MEKANISASI**

## Kebijakan Pengembangan Mekanisasi Pertanian

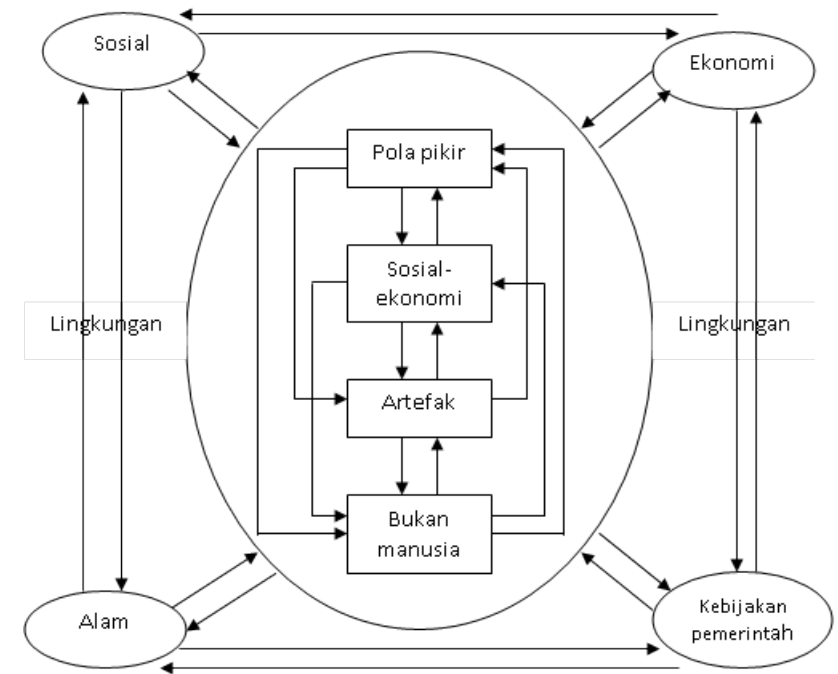
Pengembangan mekanisasi pertanian merupakan sebuah disiplin berpikir secara tersistem (*System Thinking*). Pengembangan mekanisasi pertanian merupakan suatu sistem sosio-teknis yang dipengaruhi banyak faktor, baik itu dari segi internal sosio-teknis maupun eksternal.

Mekanisasi pertanian disebut sebagai sistem sosio-teknis karena mekanisasi pertanian tidak dapat didekati hanya dari segi teknis, tetapi mencakup interaksi sosial dalam sistem sangat diperlukan. Pelaksanaan pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia juga dipengaruhi keadaan perkembangan pembangunan ekonomi. Sebab, akan melahirkan bentuk dan arah kebijakan pemerintah yang akan diambil, terutama terkait kemajuan pertanian. Keterkaitan antara faktor lingkungan strategis dengan subsistem-subsistem dalam suatu sistem mekanisasi pertanian dapat dilihat pada Gambar 2.

Suatu sistem mekanisasi pertanian yang dikembangkan harus mengikuti kesepadanan lingkungannya (baik lingkungan ekologis maupun strategis), beserta faktor-faktor *sosio*-kultural masyarakat terkait. Pada masa orde baru, faktor eksternal dalam bentuk kebijakan pemerintah lebih mendominasi pertimbangan-pertimbangan yang diambil dan menjadikan proses perancangan dan perencanaan mekanisasi pertanian tereduksi menjadi perhitungan-perhitungan teknis semata.

Pada waktu sekarang masyarakat semakin maju. Manajemen sistem mekanisasi pertanian menjadi suatu sistem yang lebih rumit yang merupakan perpaduan antara faktor teknis, ekologis dan sosio-kultural masyarakat.

Karena itu konsep pengembangan sistem mekanisasi pertanian harus dilakukan berdasarkan keselarasan interaksi antara keempat subsistem, yaitu : (1) subsistem budaya atau pola pikir, (2) subsistem sosial-ekonomi, (3) subsistem artefak, maksimal dengan teknologi termasuk di dalamnya, (4) subsistem bukan manusia (*nonhuman subsystem*).



Gambar 2. Sistem mekanisasi pertanian sebagai sistem sosio-kultural masyarakat.

Adanya perubahan lingkungan termasuk perubahan kebijakan pemerintah dalam pengembangan mekanisasi pertanian akan mengubah keseimbangan pengelolaan mekanisasi pertanian. Terjadinya perubahan keseimbangan sistem sebagai akibat dari perubahan kebijakan pemerintah dalam pengelolaan mekanisasi pertanian dapat dilihat dari berbagai indikator.

Misalnya, munculnya reaksi masyarakat terhadap kebijakan terkait, terjadinya perubahan pola pikir masyarakat pengguna mekanisasi pertanian, terjadinya perubahan cara dalam kegiatan tersebut. Arah dan besarnya perubahan keseimbangan sistem dipengaruhi faktor internal sistem, serta keeratan dan bentuk hubungan antar subsistem.

Kebijakan pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia sampai kini masih berasaskan satu konsep sentralisasi yang tidak utuh. Sementara pada kondisi saat ini potensi dan kebutuhan akan pengembangan mekanisasi pertanian secara desentralisasi sangat diperlukan. Apalagi,

mengingat beragamnya kondisi lingkungan strategis, sehingga diperlukan pendekatan sistem transformasi sosio-kultural masyarakat.

Dengan sistem transformasi sosio-kultural masyarakat, diharapkan diperoleh pemahaman terhadap keragaman dalam setiap budaya lokal. Dengan demikian, setiap sistem mekanisasi pertanian akan mempunyai karakteristik yang khas di masing-masing daerah. Sehingga konsep kebijakan manajemen mekanisasi pertanian yang dihasilkan tidak dapat digeneralisasi untuk diberlakukan pada semua lokasi.

Kelembagaan mekanisasi pertanian merupakan interaksi antara subsistem budaya dengan subsistem sosial ekonomi. Kelembagaan mengandung makna aturan main yang dianut masyarakat atau anggota yang menjadi pedoman seluruh anggota masyarakat atau organisasi dalam melakukan transaksi. Bentuk kelembagaan pada hakikatnya mengatur tiga hal, yaitu penguasaan, pemanfaatan dan transfer teknologi (Rachman, 1999).

Dalam tiga tahun terakhir (2014–2017), pengembangan merupakan program utama Kementerian Pertanian dalam upaya mendukung terwujudnya swasembada pangan. Pada periode 2015-2016, salah satu bentuk kebijakan Kementerian Pertanian adalah peraturan perundangan. Sebagai instrumen pembangunan, peraturan perundangan dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu peraturan kebijakan dan program bantuan langsung.

Peraturan kebijakan memuat peraturan tentang perilaku para pihak serta norma dan standar teknis peralatan, proses dan produk pelaku usaha. Peraturan kebijakan bersifat umum dan mengikat para pihak. Dalam hal pengembangan mekanisasi pertanian, peraturan kebijakan bisa memuat ketentuan mengenai pengadaan, penggunaan, pengawasan, dan penindakan, norma dan standar mekanisasi pertanian, termasuk status alsintan yang boleh dipergunakan dan sebagainya. Peraturan ini bertujuan untuk melindungi konsumen dan memberikan kepastian berusaha bagi pengusaha alsintan secara umum.

Program bantuan langsung pemerintah kepada pengguna dilaksanakan Kementerian Pertanian kepada kelompok tani dengan tujuan yang telah

ditetapkan Kementerian Pertanian. Rancangan paket dan implementasi program bantuan alsintan tersebut dituangkan dalam Keputusan Menteri Pertanian melalui Keputusan Direktur Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian.

Program bantuan/fasilitasi merupakan bentuk intervensi langsung pemerintah, yang kini cukup dominan dalam bidang alsintan. Sebagai gambaran, pada 2015-2016, Kementerian Pertanian telah menyalurkan bantuan alsintan sebanyak 180.000 unit, meningkat 2.000% dibanding tahun sebelumnya. Jenis bantuan alsintan terutama traktor roda dua untuk pengolahan lahan, pompa air untuk irigasi, *transplanter* untuk penanaman padi, *combine harvester* untuk panen dan perontokan padi.

## Perkembangan Teknologi Mekanisasi Pertanian

### Dekade 1950–1960

Pada tahun 1950, Jawatan Pertanian Rakyat pindah ke Jakarta, sehubungan dengan dibentuknya Negara Indonesia Serikat (RIS). Kegiatan mekanisasi pertanian ditandai dengan pemanfaatan alat mesin pertanian peninggalan pemerintah Belanda dari *rice estate* di Sekon, Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur dan *rice estate* Kumba, di Kruik, Merauke, Papua sebagai modal awal/cikal bakal pengembangan mekanisasi pertanian modern di Indonesia.

Tujuan penerapan mekanisasi pertanian pada waktu itu adalah meningkatkan tenaga kerja di bidang pertanian. Di antaranya dengan penggantian *bo-wong* artinya *kebo-uwong*, yaitu tenaga manusia yang dikerbukan atau sebagai penarik bajak/garu dalam pengolahan tanah untuk diganti dengan tenaga hewan atau mesin. Di lahan perkebunan alat mesin *giant moldboard plow* yang ditarik traktor *crawler* telah digunakan di Pabrik Gula Jatiroto, Jawa Timur untuk pengolahan tanah sistem *Reynoso* (cemplongan tebu). Sayangnya tidak berkelanjutan.

Mekanisasi pertanian juga berkembang di perkebunan tembakau, kelapa sawit dan karet di Sumatera Utara di lingkungan *Vereenigde Deli Maatschappij* dan *Handels Vereeniging* Amsterdam (HVA). Di Lampung, mekanisasi pertanian dimanfaatkan untuk pembukaan dan penyiapan lahan pertanian dengan peralatan mesin yang dioperasikan adalah traktor *Caterpillar* tipe D4 dan D6 dengan dilengkapi *dumper*, *road grader*, *soil ditcher* dan *scraper* serta *rome plow*. Diyakini masih banyak pemanfaatan mekanisasi pertanian di berbagai daerah di Indonesia.

Pada tahun 1951, diresmikannya Bagian Mekanisasi Pertanian pada Departemen Pertanian di Jakarta. Untuk peningkatan kemampuan sumber daya manusia (SDM), dilakukan pengangkatan beberapa tenaga di bidang mekanisasi pertanian untuk dididik di luar negeri.

Pada tahun 1952 didirikan Pusat Pendidikan dan Pelatihan Mekanisasi Pertanian, dengan bantuan pemerintah Amerika Serikat melalui *International Cooperation Administration* (ICA). Kemudian didirikan *pool-pool* dan bengkel traktor di beberapa daerah di Indonesia, sekaligus dilakukan demonstrasi penggunaan peralatan mesin pertanian.

Pada tahun 1958, dibentuk Yayasan Pembukaan Tanah yang berada di bawah Departemen Sosial untuk memperlancar penyediaan lahan tanam bagi transmigran di Lampung. Di samping itu juga didirikan PT. Bahan Makanan dan Pembukaan Tanah (BMPT) sebagai wadah pemanfaatan alat mesin pertanian seperti traktor Zetor dari Cekoslowakia dan traktor tangan dari Jepang.

Pada perkembangan selanjutnya, PT. BMPT menjadi Badan Pimpinan Umum Perusahaan Pertanian (BPU. Pertani) yang kegiatannya ada tiga yaitu, Padi Sentra, Proyek Tanah Kering dan Proyek Pasang Surut.

## ■ Dekade 1960–1970

Pada tahun 1962, PT. BMPT berganti nama menjadi MEKATANI. Peralatan mesin bantuan dari Eropa Timur dan traktor kecil dari Jepang,

diperkirakan didistribusikan sebanyak 10.000-unit dalam kaitannya dengan pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia. Pada periode ini pengembangan alat mesin pertanian mengalami pergeseran, dari penggunaan alat mesin pertanian besar menjadi yang lebih kecil seperti traktor tangan untuk pengolahan tanah, pompa air dan penggilingan padi (*rice milling unit*).

Hal ini karena alat mesin pertanian besar dari Eropa didesain untuk lahan kering, petakan luas dan lahan yang diolah datar. Sedangkan keadaan lahan di Indonesia justru basah, petakannya kecil-kecil/sempit dan hamparan lahannya bervariasi. Karena itu, pada waktu pengolahan tanah petakan lahan menjadi rusak/hilang, sehingga menimbulkan masalah sosial di petani.

Perusahaan yang berkiprah dalam pengembangan alat mesin pertanian pada periode ini antara lain, PT. RUTAN, CV. Karya Hidup Santosa (KHS), PT. Padi Traktor, PT. Kapin dan PT. Yamindo. Pada tahun 1963, Pendidikan Tinggi di bidang Mekanisasi Pertanian berdiri di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (UGM). Kemudian tahun 1964 dibuka Jurusan Mekanisasi Pertanian di Institut Pertanian Bogor (IPB).

Pada tahun 1966, peralatan mesin pertanian yang berasal dari impor sudah mulai masuk. Akibatnya pengembangan alat mesin pertanian di dalam negeri menjadi lebih maju. Hal ini dapat dilihat dengan mulai diproduksi alat mesin pertanian seperti *rice huller*, *rice polisher* dan *rice milling* (meski masih meniru dan memodifikasi peralatan mesin pertanian dari Jepang).

Traktor tangan Kobuta yang pertama kali masuk ke Indonesia adalah KOBUTA KMB (9-12 PK). Selanjutnya pada tahun 1969, didirikan PT. Kobuta Indonesia di Semarang, Jawa Tengah dan CV. Karya Hidup Santosa memasarkan mesin KOBUTA tersebut. Bersamaan dengan itu PT. Rutan *Machinery Trading Co.* juga memproduksi pompa air, alat pemotong logam dan *huller*.

## ■ Dekade 1970–1980

Pada periode ini, mekanisasi pertanian lebih berkembang karena adanya masukan ilmu dan teknologi. Ini ditandai dengan adanya sejumlah studi teknik pertanian. Di antaranya adalah studi beban tahanan spesifik tanah, survei kebutuhan alat mesin pertanian di Indonesia, dan studi konsekuensi mekanisasi pertanian untuk petani kecil.

Pada tahun 1974, peralatan mesin pertanian mulai dirintis oleh NV. Haji Kala dengan mendatangkan traktor mini 12,5 HP merek KUBOTA. Kemudian PT. Antara and Co. juga memasarkan traktor mini 13 HP merek Satoh dan PT. Andipa memasarkan traktor mini 15 HP merek Shibaura.

Pada tahun 1975, Dr. Soedjatmiko MA, menciptakan Konsep Sistem dan Pola Pengembangan Mekanisasi Selektif dan Spesifik Lokasi. Pengertian selektif adalah selektif terhadap pemilihan alat mesin pertanian tepat guna yang dikembangkan di suatu wilayah. Spesifik lokasi, yaitu pengembangan alat mesin pertanian harus disesuaikan dengan keadaan/kondisi wilayah/ daerah.

Konsep pengembangan alat mesin pertanian secara selektif dan spesifik lokasi di Indonesia, dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori wilayah, yaitu:

### 1. Wilayah Maju

Di wilayah ini, dalam penerapan teknologi alat mesin pertanian adalah **layak dari segi teknis, ekonomi maupun sosial**. Ciri-ciri wilayah maju adalah:

- a. Keadaan wilayahnya sesuai dengan persyaratan teknis operasi mesin pertanian tepat guna.
- b. Tempat/lokasinya mudah untuk mendapatkan *spare part* (suku cadang), bengkel/pengrajin dan pandai besi relatif dekat atau dapat dicapai dalam satu hari pulang pergi.
- c. Mudah mendapatkan bahan bakar dan pelumas.

- d. Ketersediaan petani untuk membayar ongkos/sewa operasi mesin pertanian, minimum setara dengan biaya pokoknya.
- e. Sudah ada beberapa orang petani/operator yang mempunyai kemampuan dan keterampilan menggunakan/menerapkan dan mengatasi gangguan kerja/kerusakan mesin pertanian di lapangan.
- f. Adanya semangat dan motivasi dari petani untuk menggunakan/menerapkan mesin pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas usahanya.
- g. Adanya bengkel atau pengrajin yang mampu mendukung beroperasinya alat mesin pertanian tepat guna secara tetap bila ada kerusakan.
- h. Sering dipakai untuk percobaan/ penelitian, atau mudah menerima introduksi/ inovasi teknologi pertanian tepat guna.

### 2. Wilayah Berkembang

Di wilayah ini, masih diperlukan waktu akselerasi untuk menjadi wilayah maju, dengan melakukan **bimbingan teknis dan manajemen** secara intensif mengenai penggunaan/penerapan alat mesin pertanian, manajemen usaha dan penyediaan infrastruktur pertanian seperti jalan usaha tani/kemudahan transportasi dan lain-lain.

Daerah ini **layak secara teknis, ekonomis dan sosial**. Namun masih banyak petani yang **lemah dari segi permodalan**, sehingga diperlukan adanya **skema kredit (pinjaman lunak)** dari lembaga keuangan/bank yang mudah dan berbunga rendah.

### 3. Wilayah Semi-Berkembang

Wilayah yang dicirikan dengan terpenuhinya **kelayakan dari aspek teknis dan sosial, tapi aspek ekonomisnya tidak layak**. Wilayah semacam ini kalau pengembangan alat mesin pertanian merupakan keharusan, maka diperlukan adanya **hibah** atau **subsidi**/

**bantuan modal** dari pemerintah baik pusat, propinsi maupun kabupaten/kota.

Wilayah ini selain memerlukan bimbingan teknis dan manajemen yang intensif, juga memerlukan dukungan infrastruktur. Misalnya tingkat intensifikasi, kemudahan transportasi dan lain-lain.

#### 4. Wilayah Terbatas

Wilayah/daerah tempat pengembangan mekanisasi pertanian sangat dibatasi karena **kendala teknis, ekonomis dan sosial yang tidak layak**. Wilayah/daerah ini disebut "**Wilayah Terbatas**".

Dalam pengembangan alat mesin pertanian, juga diperlukan adanya pengembangan bengkel/pengrajin/pabrik alat mesin pertanian dan atau Unit Pelaksana Teknis (UPT) sebagai pendukung pengembangan alat mesin pertanian di daerah. Hal ini berfungsi untuk:

- Rekayasa/pembuatan prototipe alat mesin pertanian tepat guna berikut modifikasi yang disesuaikan dengan kebutuhan petani (spesifik lokasi).
- Pengujian dan pengkajian penerapan alat mesin pertanian yang meliputi. *Pertama, uji fungsional*, yaitu uji di pabrik/bengkel/pengrajin. Uji ini untuk mengetahui apakah secara fungsional alat mesin pertanian tersebut dapat berjalan dengan baik. *Kedua, uji verifikasi* yaitu uji di tingkat lapang oleh petani/pelaku usaha. Apakah alat mesin pertanian tersebut dapat digunakan secara baik dan efisien di lapangan. *Ketiga, uji adaptasi* yaitu uji di tingkat lapang secara masal. Apakah alat mesin pertanian tersebut dapat diterapkan oleh petani dengan baik dan efisien (tidak ada masalah) serta secara ekonomis penerapan alat mesin pertanian tersebut menguntungkan dan berkelanjutan.
- Pelatihan (*coaching*). Khususnya untuk peningkatan kemampuan dan keterampilan dalam bidang teknis seperti pembuatan, penggunaan/penerapan, perawatan dan perbaikan serta bidang manajemen usaha alat mesin pertanian.

- Analisis *engineering* dan pelayanan teknis serta manajemen usaha alat mesin pertanian. Kecuali itu, berdasarkan kajian dari berbagai studi/survei dihasilkan beberapa formula rumus untuk menghitung kebutuhan alat mesin pertanian di suatu wilayah/daerah dan biaya pokok penggunaan alat mesin pertanian. Disebut dengan formula DIAMETAN, yaitu :

$$UT = \frac{(Ls - Lg)}{Kap} \times Cf$$

Keterangan:

- UT : Jumlah kebutuhan alat mesin pertanian (unit/musim)  
 Ls : Luas lahan tersedia (Ha)  
 Lg : Luas lahan tergarap dengan tenaga manusia dan hewan (Ha)  
 Kap : Kapasitas alat mesin pertanian (Ha/unit/musim)  
 Cf : Faktor koreksi

$$BP = \left( \frac{A}{X} + B \right) \times KAP$$

Keterangan :

- BP : Biaya Pokok Penggunaan Alat Mesin Pertanian (Rp/unit)  
 A : Biaya Tetap per tahun (Rp/tahun)  
 X : Jam kerja per tahun (jam/tahun)  
 B : Biaya Operasi per jam (Rp/jam)  
 KAP : Kapasitas Alat Mesin Pertanian (jam/unit)

Pengembangan peralatan mesin pertanian oleh perusahaan swasta pada dekade ini terlihat sangat nyata. Pada tahun 1974, PT. Rutan Machinery Trading Co. Berdiri. Produk yang dihasilkan, antara lain: traktor tangan (di bawah lisensi ISEKI, Jepang), *rice huller* (di bawah lisensi Satake, Jepang) dan rubber roll untuk *rice huller* (di bawah lisensi dari Taiwan).

Pada tahun 1979, didirikan PT. Tri Ratna Diesel, yang merupakan bagian dari PT. Rutan Machinery Trading Co. memproduksi mesin diesel (di bawah lisensi Mitsubishi). Pada tahun 1976, berdiri PT. Yamindo yang memproduksi beberapa mesin pertanian seperti mesin pemecah kulit gabah (*rice husker*), mesin pemutih beras (*rice polisher*), traktor tangan dan traktor mini (4WD).

Pada periode 1974-1975, dibuka Rice Estate oleh PT. Patratani (anak perusahaan Pertamina) di Palembang (Sumatera Selatan) yang dibantu Brower Agromix Consultan dari Hawaii (AS). Pada periode ini penggunaan traktor tangan dan traktor mini buatan Jepang telah berkembang pesat untuk lahan sawah. Sedangkan proyek perkebunan dan transmigrasi menggunakan peralatan mekanis berat seperti *rome plow* yang ditarik crawler traktor.

## ■ Dekade 1980–1990

Pengembangan mekanisasi pertanian pada awal periode ini diwarnai dengan meningkatnya peran swasta dan makin efektifnya kerja sama antar pihak Departemen Pertanian Pusat dan Daerah (Propinsi : Kantor Wilayah dan Kabupaten/Kota : Kantor Dinas Pertanian), serta kerja sama antar pemerintah dengan swasta dan pihak lain yang terkait juga makin kuat.

Pada tahun 1981-1982, dikembangkan Mesin Perontok Padi (*Power Thresher*) tipe IRRI yang telah dimodifikasi. Pertama kali dibuat oleh Bengkel *Dragon*, Bukit Tinggi, Sumatera Barat. Di samping itu petani juga telah menggunakan traktor tangan, pompa air dan *sprayer* untuk pembasmi hama penyakit tanaman.

Pada tahun 1983, berdiri jurusan mekanisasi/teknik pertanian di Universitas Andalas di Padang, Sumatera Barat. Lalu pada tahun 1984 juga berdiri jurusan mekanisasi pertanian di Universitas Hasanuddin di Ujung Pandang (Makassar), Sulawesi Selatan.

Pada tahun 1985, didirikan Bengkel di Cihea, Jawa Barat yang diberi nama Balai Mekanisasi Pertanian sebagai UPT Dinas Pertanian, Propinsi Jawa Barat. Kemudian dengan Balai Induk Benih Tani Makmur yang bekerja sama dengan JICA melaksanakan program *land consolidation*. Pada *land consolidation* di Cihea ini, petak sawah dicetak 3000 m<sup>2</sup> (100 m x 30 m) dengan pertimbangan untuk efisiensi pengaturan dan penggunaan alat mesin pertanian.

Pada tahun 1985, Departemen Pertanian bekerja sama dengan JICA mendirikan proyek *Nasional Center for Agricultural Machinery* (NCAM). Kemudian berubah menjadi *Center Development for Appropriate Agricultural Engineering Technology* (CDAET) di Legok, Serpong, Tangerang Selatan. Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan sistem analisis teknik pertanian, menguji dan mengevaluasi alat mesin pertanian, mendesain dan mengembangkan rekayasa alat mesin pertanian. Selain itu melaksanakan latihan teknik, pabrikasi, dan konstruksi alat mesin pertanian.

Proyek CDAET ini diresmikan Menteri Pertanian pada 9 Maret 1987. Bantuan luar negeri pada dekade ini meliputi *Regional Network for Agricultural Machinery* (RNAM), *Food and Agriculture Organisation* (FAO), *United Nations Development Programme* (UNDP), *United States Agency for International Development* (USAID), *International Rice Research Institute* (IRRI), *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) dan *Japan International Cooperation Agency* (JICA).

Kegiatan bantuan ini telah menghasilkan banyak prototipe alat mesin pertanian dan analisis, serta rekomendasi untuk perbaikan dan penyempurnaan sistem manajemen dan alih teknologi mekanisasi pertanian. Namun pemasyarakatan hasil-hasilnya guna pemanfaatan alat mesin pertanian (mekanisasi pertanian) oleh petani masih kurang efektif.

Pada tahun 1986, berdiri bengkel mekanisasi pertanian di Bukittinggi, Sumatera Barat, yang kemudian menjadi Balai Mekanisasi Pertanian sebagai Unit Pelaksana Teknis (UPT), Dinas Pertanian Propinsi Sumatera Barat. Fungsi Balai Mekanisasi ini di samping menangani pemeliharaan dan perbaikan alat mesin pertanian, juga untuk pengembangan prototipe, pembinaan dan pelatihan terhadap pengrajin (bengkel) alat mesin pertanian.

## ■ Dekade 1990–2000

Seleksi atau pemilihan tingkat teknologi adalah merupakan bagian penting dalam adopsi atau penerapan suatu teknologi alsintan. Tingkat kesepadanan (*appropriateness*) dalam seleksi tingkat teknologi yang akan diterapkan akan menentukan tingkat efisiensi, efektivitas, dan keberlanjutan yang mengarah pada gagalnya tujuan penerapan teknologi alsintan tersebut. Seleksi tingkat teknologi sepadan tersebut bukan hal yang mudah dilakukan.

Dalam penerapan teknologi alsintan, seleksi tingkat teknologi harus didasarkan pada tiga aspek dalam satu kesatuan sistem mekanisasi pertanian, yaitu aspek agrofisik, sosial ekonomi dan infrastruktur wilayah penerapannya. Peta Kesepadanan Tingkat Teknologi Alsintan perlu dibuat untuk lahan sawah potensial di Indonesia yang didasarkan pada tiga aspek tersebut. Peta tersebut dikembangkan berdasarkan hasil studi keteknikan pertanian selama tahun 1998-2003 (BBP Mektan), serta dukungan data dan hasil penelitian proyek LREP (Puslitbangtanak).

Model Matrik Pemilihan Tingkat Teknologi Alsintan adalah suatu model sistem pendukung pengambilan kebijakan (*Decision Support System, DSS*). Model ini dikembangkan untuk membantu pemilihan tingkat teknologi alsintan yang sepadan dengan kondisi wilayah penerapannya, serta rekomendasi sistem pengelolaannya. Berdasarkan Model Matrik tersebut, selanjutnya dikembangkan Peta Kesepadanan Tingkat Teknologi Alsintan untuk lahan sawah potensial di Indonesia.

Berdasarkan pertimbangan aspek sistem mekanisasi, peta tersebut dengan jelas memberikan arahan pemilihan tingkat teknologi alsintan yang akan diterapkan untuk lahan sawah potensial di Indonesia. Agar Model Matrik dan Peta tersebut dapat lebih berhasil guna dalam aplikasinya, ada beberapa tindak lanjut yang diperlukan. *Pertama*, survei detail untuk validasi Model dan Peta. *Kedua*, studi lanjutan untuk pengembangan *energy-cost analysis* sebagai kelengkapan Model dan Peta tersebut. *Ketiga*, pemaparan Model dan Peta tersebut pada institusi terkait dan *stakeholder* alsintan di Indonesia untuk mendapatkan masukan guna penyempurnaan.

Pada tahun 2005 telah dihasilkan Peta Arahan Seleksi Tingkat Teknologi Mekanisasi Pertanian dibuat sebagai panduan bagi pelaku agribisnis. Dalam hal menentukan jenis teknologi alat dan mesin pertanian yang cocok untuk lahan sawah dan lahan kering.

Peta ini sangat berguna bagi dunia usaha yang akan berinvestasi di bidang agribisnis. *Pertama*, sebagai dasar untuk merencanakan kebutuhan teknologi mekanisasi pertanian. *Kedua*, akan diperoleh informasi tepat jenis dan dayanya, layak secara ekonomis dan sesuai dengan agroekosistem lokasi setempat. Peta tersaji pada skala 1 : 1.250.000 juga bermanfaat dalam penyusunan *Geographic Information System (GIS)* bagi pengembangan mekanisasi pertanian untuk lahan sawah dan lahan kering di Indonesia.

Pemerintah telah mendorong penerapan alsintan dalam produksi tanaman pangan melalui berbagai skim bantuan alsintan dan pengembangan kelembagaan, khususnya Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA). *Database* alsintan di Indonesia hingga kini belum tersusun secara sistematis dan belum memberikan gambaran yang jelas akan status dan kondisi serta pemanfaatan alsin.

Pengembangan Basis Data yang mencakup jenis, jumlah, spesifikasi teknis kondisi dan status pemanfaatan alsintan di setiap daerah perlu dilakukan secepatnya (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Jabar, 2013). Dukungan alsintan dalam produksi padi berpengaruh terhadap kelancaran produksi padi dan dapat meningkatkan IP (Prabowo, *et.al.*, 2012; Suparlan, *et.al.*, 2011).

Pemanfaatan traktor dalam pengolahan lahan saat ini berperan penting untuk mempercepat penyiapan lahan, sehingga jadwal tanam sesuai dengan ketersediaan air dapat terpenuhi. Keberadaan alsin panen juga sangat dibutuhkan agar waktu tanam berikutnya tidak terlambat. Ketersediaan pompa air dapat membantu petani dalam menyiapkan air pada musim tanam, sehingga kebutuhan air tanaman dapat tercukupi.

Pada dasarnya beragam teknologi alsintan untuk budidaya tanaman pangan, khususnya untuk padi sudah banyak. Meskipun harus diakui perkembangan pemanfaatannya dalam sistem produksi pangan sangat lambat. Pemilihan jenis dan peralatan alsintan harus disesuaikan dengan kondisi lahan (lahan sawah, rawa, pasang surut) dan tanaman yang diusahakan serta sistem budidayanya.

Pengembangan industri pertanian dan pedesaan yang mandiri didukung teknologi mekanisasi pertanian yang tepat guna, merupakan pijakan untuk mewujudkan industri pertanian tanaman pangan yang efisien, berdaya saing dan berkelanjutan (Alihamsyah, 2013). Di sisi lain pemanfaatan alsin pertanian saat ini belum optimal. Kajian yang telah dilakukan di beberapa daerah, memperlihatkan kapasitas kerja traktor hanya 8–15 ha/tahun dan *power thresher* 20 ha/tahun (Alihamsyah, 2008).

Dilihat dari hari kerja dan luas garapan per musim tanam atau per tahun terlihat bahwa pemanfaatan alsintan dalam UPJA masih terlalu rendah dan belum optimal. Umumnya alsintan digunakan di sekitar lingkungan UPJA dan masih jarang digunakan di lokasi lain. Padahal kalau alsintan tersebut dimobilisasi ke wilayah lain akan dapat meningkatkan luas garapan dan pendapatannya (Alihamsyah, 2011).

Mobilisasi alsin ke wilayah lain dapat dilakukan, jika terdapat informasi jadwal tanam di wilayah dalam jangkauan alsin tersebut. Badan Litbang Pertanian telah mengeluarkan Kalender Tanam (KATAM). Di antaranya berisi tentang jadwal tanam berdasarkan prediksi iklim/ketersediaan air di tingkat kecamatan.

Data tersebut dapat menjadi bahan masukan untuk prediksi kebutuhan alsin. Berdasarkan data kebutuhan tersebut, optimalisasi pemanfaatan

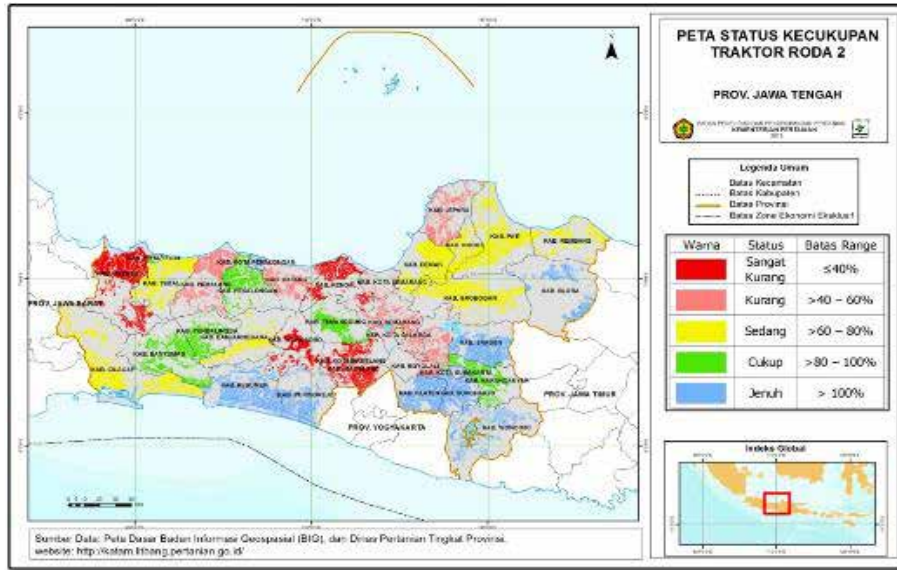
alsin dilakukan dengan sistem alsin berpindah pada lokasi terdekat yang mempunyai jadwal tanam berbeda. Selain dapat meningkatkan jam kerja penggunaan alsin, juga dapat memenuhi kebutuhan alsin agar proses produksi dapat dilakukan sesuai dengan jadwal ketersediaan air.

Sebuah konsep pemetaan dalam bentuk *Geographic Information System* (GIS) yang berbasis *Decision Support System* (DSS) dikembangkan untuk dapat menampilkan kebutuhan alsin, optimalisasi pemanfaatannya dan program penunjang keputusan dalam pengembangan mekanisasi di suatu wilayah. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian pada tahun 2012 telah menghasilkan konsep pemetaan, penentuan perkiraan kebutuhan dan optimalisasi pemanfaatan alsintan untuk produksi padi di lahan sawah beririgasi teknis di Jawa Timur, Jawa Tengah, DIY, Banten dan Jawa Barat.

Hasil kegiatan tahun 2012 dan 2013 adalah peta populasi alsintan (traktor, *thresher*, pompa irigasi, *transplanter*) per-provinsi; dan peta kecukupan traktor dan *thresher* untuk provinsi Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, DIY, Jawa Timur, Aceh, Sumut, Sumbar, Sumsel, Lampung, Kalsel, Kalbar, NTB dan Sulsel. Dari hasil pemetaan traktor roda 2, contohnya di Provinsi Jawa Tengah didapatkan bahwa populasi alsintan sebagian besar masih kurang, tidak merata dan tidak proporsional antar kabupaten dan kecamatan.

Optimalisasi alsintan dapat membantu UPJA untuk memperluas wilayah kerja atau meningkatkan hari kerja per tahunnya. Dalam perencanaan pengembangan penggunaan alsin akan membantu pemerintah dalam menghemat anggaran dalam pengadaan alsin.

Hasil inventarisasi serta analisis kecukupan dan optimalisasi traktor dan *thresher* untuk 19 provinsi telah dapat diakses melalui **KATAM** terpadu yang berada pada situs Kementerian Pertanian. Dengan optimalisasi pemanfaatan alsintan melalui mobilisasi sesuai Kalender Tanam, kebutuhan alsintan dapat ditekan dan kapasitas kerja dapat ditingkatkan 13-14%. Basis data dan pemetaan alsintan akan mempermudah dan mengefisienkan penyusunan rencana pengembangan dan pemanfaatan alsintan secara optimal.



Gambar 3. Peta Kecukupan Traktor di Provinsi Jawa Tengah.

Dari 34 provinsi, pada tahun 2012-2015 telah diselesaikan 19 provinsi, yaitu Aceh, Sumut, Sumbar, Jambi, Sumsel, Lampung, Banten, Jabar, Jateng, DIY, Jatim, NTB, NTT, Kalbar, Kalsel, Kalteng, Sulsel, Gorontalo dan Sulteng, Pada tahun 2016 dilanjutkan ke P. Jawa, Provinsi Bengkulu, Bangka Belitung, Kaltim, Kaltara, Bali, Sulut, Sultra, Sulbar, Maluku Utara dan Papua.

Pemutakhiran dan pengembangan basis data alsintan secara berkala di dalam sistem pemetaan perlu dilakukan sesuai perkembangan teknologi dan kondisi wilayah. Perbaruan *database* dilakukan dengan menyempurnakan sistem informasi geografis berbasis *web*.

KATAM yang merupakan sistem informasi geospasial terpadu berbasis web merupakan salah satu wadah yang tepat untuk dimanfaatkan guna mengembangkan sistem *database* dan pemetaan alsin yang dapat menjangkau pengguna dengan mudah. Diharapkan informasi dan hasil analisis yang dihasilkan dapat menjadi referensi bagi *stakeholder* dalam pengembangan mekanisasi di wilayahnya.

Pemerintah pusat mendorong percepatan pertanian modern melalui program bantuan alsintan. Hal ini dapat dilihat dengan adanya peningkatan jumlah alsintan setiap tahunnya.

Tabel 3. Perkembangan Jumlah alsintan prapanen per provinsi dari Tahun 2016-2017

No.	Provinsi	Traktor Roda 2		Traktor Roda 4		Pompa Air		Transplanter	
		2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
1	ACEH	6.677	6.926	338	374	2.875	3.096	352	389
2	BALI	4.530	4.610	11	11	1.500	1.567	150	163
3	BANTEN	7.464	7.612	66	81	13.102	13.187	267	285
4	BENGKULU	7.356	7.433	33	49	548	617	118	125
5	JAKARTA	38	38	-	-	20	20	-	-
6	GORONTALO	1.886	1.937	123	133	721	743	154	163
7	JAMBI	3.079	3.203	89	105	1.107	1.176	276	292
8	JABAR	31.355	31.866	138	173	24.970	25.386	996	1.060
9	JATENG	52.968	53.911	377	460	115.313	115.976	989	1.079
10	JATIM	59.618	60.657	170	275	141.684	142.447	1.304	1.431
11	KALBAR	4.273	4.538	103	132	1.376	1.659	340	361
12	KALSEL	6.446	6.736	73	113	5.422	5.710	457	499
13	KALTENG	3.617	3.797	46	52	1.510	1.645	241	259
14	KALTIM	5.553	5.622	62	64	1.915	2.019	120	131
15	KALTARA	289	313	8	12	168	194	44	46
16	KEP. BABEL	658	663	94	94	2.041	2.046	144	148
17	KEP. RIAU	20	20	2	2	82	82	13	13
18	LAMPUNG	9.265	9.512	268	298	6.450	6.733	1.122	1.165
19	MALUKU	485	552	58	73	217	238	162	171
20	MALUUT	546	622	54	67	177	224	115	117
21	N T B	5.689	5.862	234	254	3.931	4.124	279	296
22	N T T	4.919	5.118	271	298	3.751	3.968	326	343
23	PAPUA	3.561	3.595	168	174	5.293	5.322	110	118
24	PAPUABAR	807	857	39	47	486	534	132	140
25	RIAU	2.376	2.450	46	56	1.484	1.575	218	229
26	SULBAR	1.646	1.704	47	54	414	492	203	203
27	SULSEL	23.279	23.629	509	562	10.415	10.806	1.111	1.154
28	SULTENG	6.946	7.061	63	79	909	1.022	350	358
29	SULTRA	6.472	6.620	137	151	1.832	1.946	2.446	2.464

No.	Provinsi	Traktor Roda 2		Traktor Roda 4		Pompa Air		Transplanter	
		2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
30	SULUT	3.145	3.228	172	188	1.181	1.220	235	247
31	SUMBAR	14.609	14.757	104	128	1.699	1.818	263	280
32	SUMSEL	6.749	7.087	179	223	4.596	4.829	708	750
33	SUMUT	8.099	8.435	241	286	3.626	3.943	360	408
34	DIY	3.457	3.525	20	20	11.694	11.739	70	76
<b>JUMLAH</b>		<b>297.877</b>	<b>304.496</b>	<b>4.343</b>	<b>5.088</b>	<b>372.509</b>	<b>378.103</b>	<b>14.175</b>	<b>14.963</b>

### Peta Status Kecukupan Alsintan

Pemetaan status kecukupan alsin dilakukan di tingkat kabupaten dan kecamatan di seluruh provinsi Indonesia. Peta status kecukupan alsin tingkat kabupaten dibuat dalam peta provinsi. Sedangkan peta status kecukupan alsin tingkat kecamatan dibuat dalam peta kabupaten. Wilayah pemetaan hanya yang memiliki data alsin, sehingga beberapa provinsi dan kabupaten untuk jenis alsin tertentu yang tidak memiliki data alsin tidak dipetakan.

Jenis alsin yang dipetakan untuk tingkat kabupaten adalah traktor roda 2, traktor roda 4, *dryer*, *thresher*, *combine harvester* dan *transplanter*. Sedangkan untuk tingkat kecamatan adalah traktor roda 2 dan *thresher*. Pemilihan alsin yang dipetakan mempertimbangkan tingkat kebutuhan alsin yang paling diperlukan pada produksi padi.

Status kecukupan alsin dibedakan berdasarkan warna untuk masing-masing tingkat kecukupan alsin. Warna dalam pemetaan alsin ini adalah sebagai berikut.

1. Merah untuk status sangat kurang (tingkat kecukupan  $\leq 40\%$ ).
2. Merah muda untuk status kurang (tingkat kecukupan 40%-60%)
3. Kuning untuk status sedang (tingkat kecukupan 60-80%)
4. Hijau untuk status cukup (tingkat kecukupan 80-100%)
5. Cokelat untuk status jenuh (tingkat kecukupan  $> 100\%$ ).

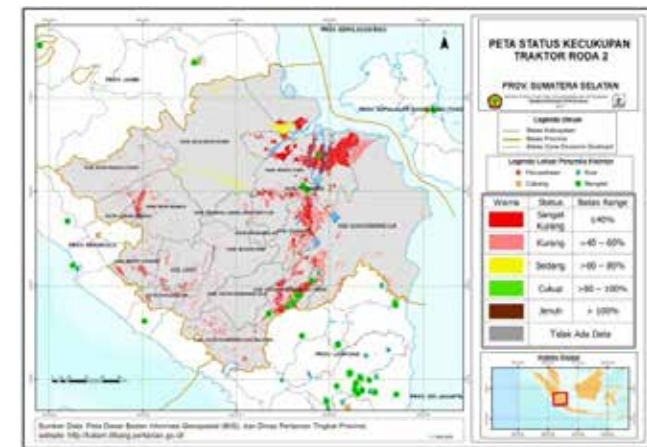
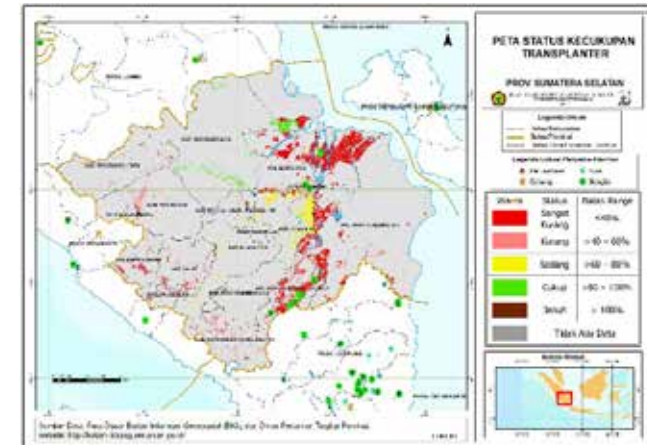
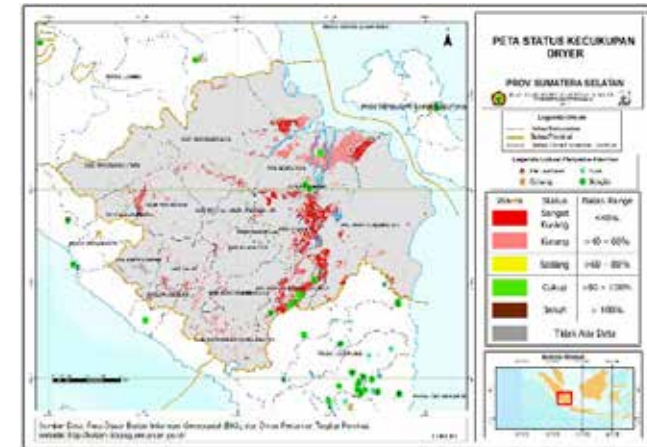
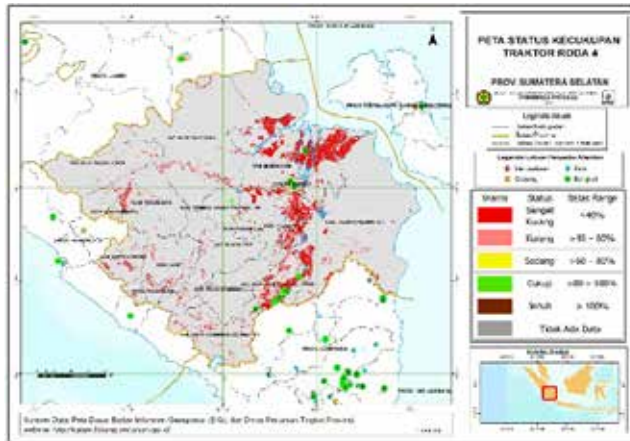
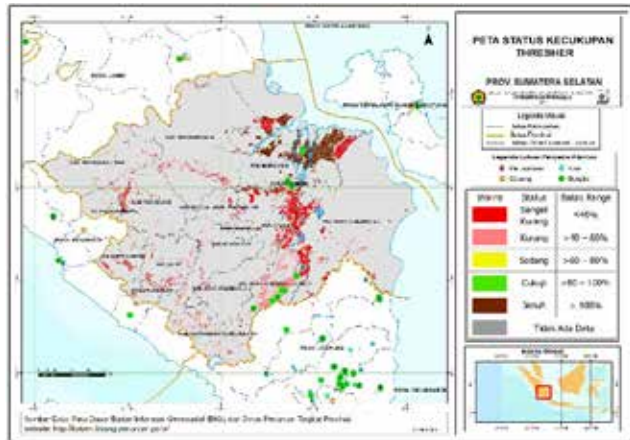
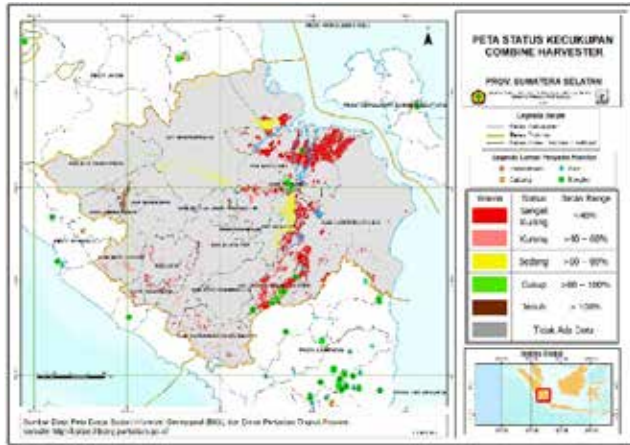
### Sumatera

Pulau Sumatera memiliki lahan sawah yang cukup luas. Bahkan hampir seluruh kabupaten di masing-masing provinsi memiliki lahan sawah. Meskipun persentase luasan sawah terhadap luas wilayah di tiap kabupaten tersebut berbeda satu sama lain. Misalnya, provinsi Riau, Jambi dan Bangka Belitung memiliki luas sawah yang sangat sedikit.

Jika dilihat pada peta status kecukupan alsin tingkat kabupaten, maka untuk *dryer* hampir seluruh kabupaten berstatus sangat kurang, begitu pula dengan *thresher*. Berbeda dengan traktor roda dua, traktor roda 4, *combine harvester* dan *rice transplanter*, di beberapa provinsi memiliki status kecukupan yang bervariasi.

Untuk traktor roda 2, secara umum masih berstatus sangat kurang kecuali di provinsi Sumatera Barat dan Bengkulu. Sedangkan status kecukupan traktor roda 4 bervariasi. Di Provinsi Aceh dan Sumatera tergolong cukup. Selain provinsi tersebut, rata-rata masih berstatus sangat kurang. Sebagai gambaran peta status kecukupan alsintan Pulau Sumatera, peta status kecukupan alsintan di Provinsi Sumatera Selatan ditampilkan pada Gambar 4.

Peta status kecukupan traktor roda 2 dan *thresher* tingkat kecamatan di Pulau Sumatera masih didominasi status sangat kurang. Meski di beberapa kecamatan ada yang cukup dan jenuh. Pemetaan status kecukupan alsin tingkat kecamatan ini hanya untuk kabupaten yang memiliki data alsin, sehingga jumlah peta tidak sebanyak jumlah kabupaten yang ada di Pulau Sumatera. Jika dilihat pada peta, jarak antar kecamatan dalam satu kabupaten masih terjangkau, sehingga mempermudah mobilisasi alsin.



Gambar 4. Peta Status kecukupan alsin di Provinsi Sumatera Selatan.

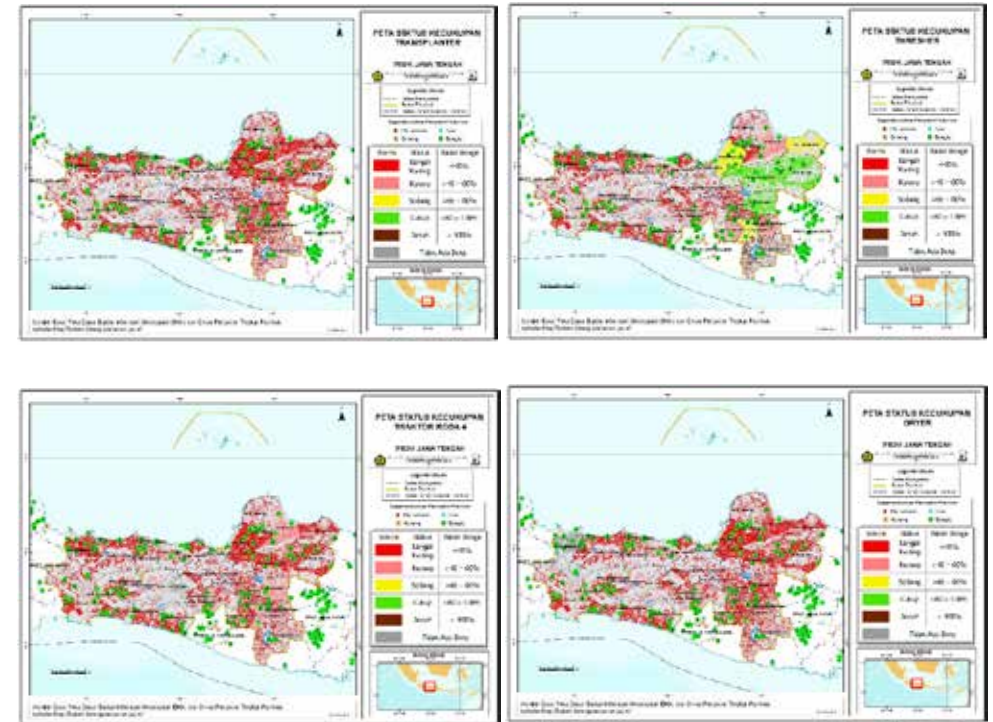
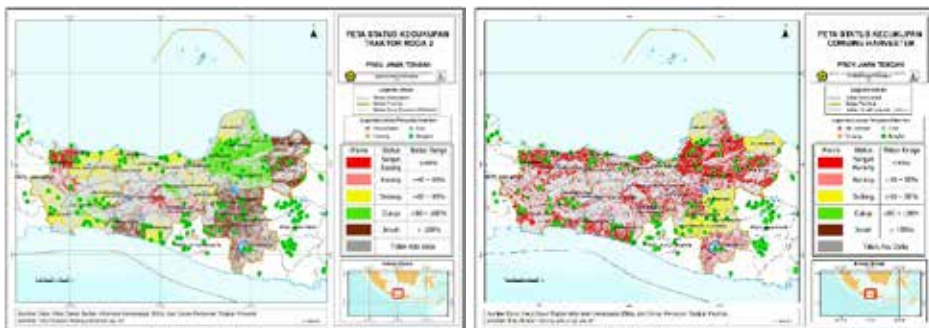
## Jawa

Pulau Jawa merupakan sentra produksi padi di Indonesia. Jika dilihat pada peta, persentase lahan sawah di Pulau Jawa sangat tinggi, kecuali DKI Jakarta. Status kecukupan alsin di Pulau Jawa sangat bervariasi. Untuk tingkat kabupaten, di Provinsi Jawa Barat sebagian besar masih kekurangan alsin, *dryer*, *thresher* dan traktor roda 4. Sedangkan untuk traktor roda dua sebagian besar di wilayah pantura berstatus cukup.

Untuk Provinsi Jawa Tengah, *dryer* masih berstatus sangat kurang. Jumlah *thresher* dan *rice transplanter* rata-rata kurang, traktor roda 2 bervariasi dari yang sangat kurang hingga jenuh. Untuk traktor roda 4, *combine harvester*, rata-rata sangat kurang walau beberapa berstatus sedang. Sebagai gambaran peta status kecukupan alsin di Pulau Jawa, peta status kecukupan alsin untuk provinsi Jawa Tengah ditampilkan pada Gambar 5.

Provinsi Jawa Timur masih kekurangan *dryer*, *thresher*, traktor roda 4, *transplanter* dan *combine harvester*. Sedangkan untuk traktor roda 2 sangat bervariasi dan beberapa kabupaten jenuh. Provinsi DIY masih kekurangan alsin *combine harvester*, *dryer*, traktor roda 4 dan *transplanter*. Untuk Traktor roda dua dan *power thresher* rata-rata sudah berstatus jenuh. Sementara di Provinsi Banten, rata-rata memiliki status sangat kurang, kecuali untuk beberapa jenis alsin di wilayah tertentu ada yang jenuh.

Penyajian status kecukupan alsin dalam bentuk peta dapat mempermudah penentuan mobilisasi alsin.



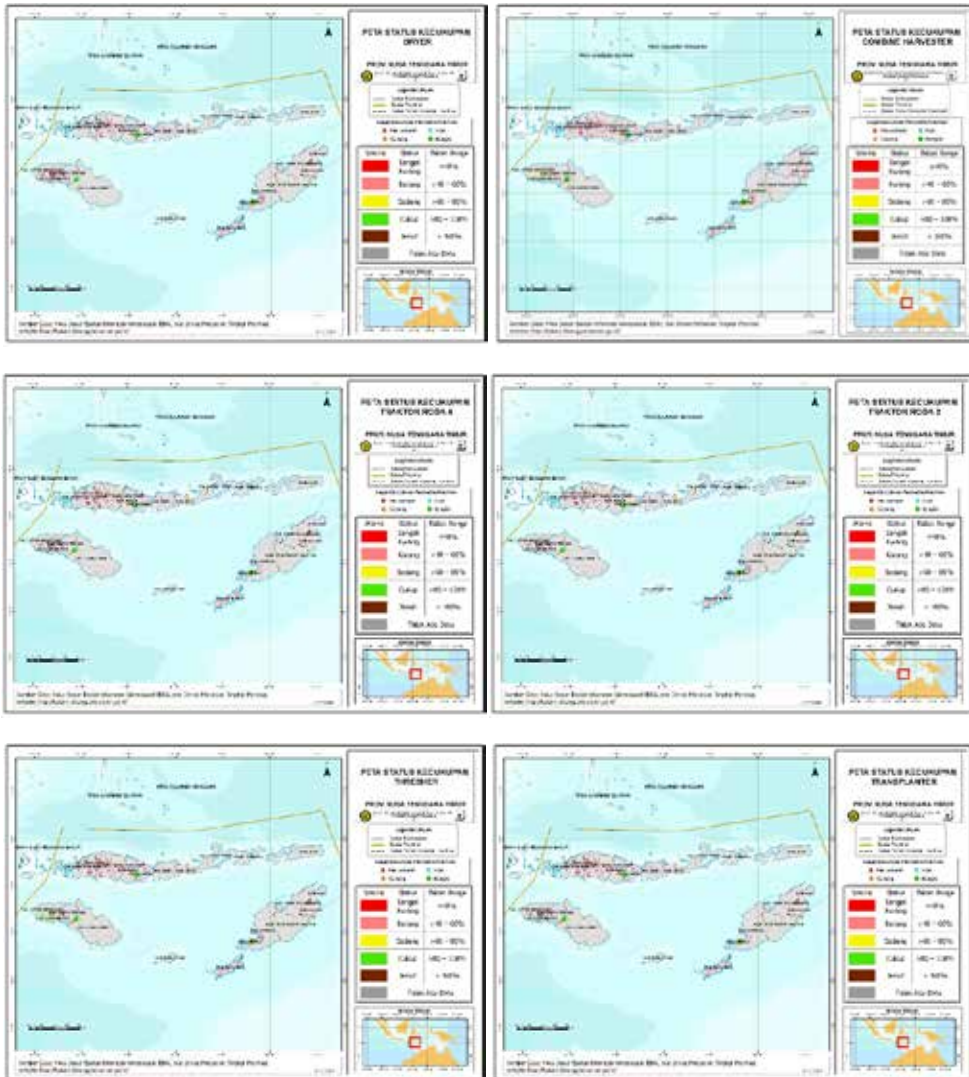
Gambar 5. Peta Status kecukupan alsin di Provinsi Jawa Tengah.

## Bali, NTT, NTB

Data ketersediaan traktor roda 4 di Provinsi Bali sangat kurang, sehingga dapat dilihat dipeta banyak kabupaten yang tidak ada data. Kecukupan *dryer* di Bali masih didominasi sangat kurang sekali, sedangkan untuk *thresher* bervariasi sangat kurang, kurang, sedang dan cukup. Sementara untuk traktor roda 2 pada sebagian besar kabupaten dominan jenuh. Untuk peta tingkat kecamatan, data tersedia hanya di kabupaten yang disurvei, seperti Kabupaten Tabanan, Badung, Gianyar dan Buleleng. Dari hasil pemetaan dapat dilihat sebagian besar traktor roda 2 dan *thresher* jenuh.

Sementara di Provinsi NTB memiliki kondisi status kecukupan alsin tingkat kabupaten yang hampir sama dengan Provinsi Bali. Yakni, cenderung bervariasi untuk traktor roda 2 dan traktor roda 4, sedangkan untuk *dryer* dan *thresher* masih terlihat sangat kurang. Untuk tingkat kecamatan hampir seluruhnya bervariasi.

Di Provinsi NTT memiliki persentase lahan sawah yang sedikit terhadap luas area secara keseluruhan, sehingga sulit terlihat sebaran status kecukupan alsinnya, terutama tingkat kabupaten. Sedangkan jika dilihat pada tingkat kecamatan, lahan sawah tersebar di berbagai titik dan rata-rata memiliki status lahan sangat kurang.

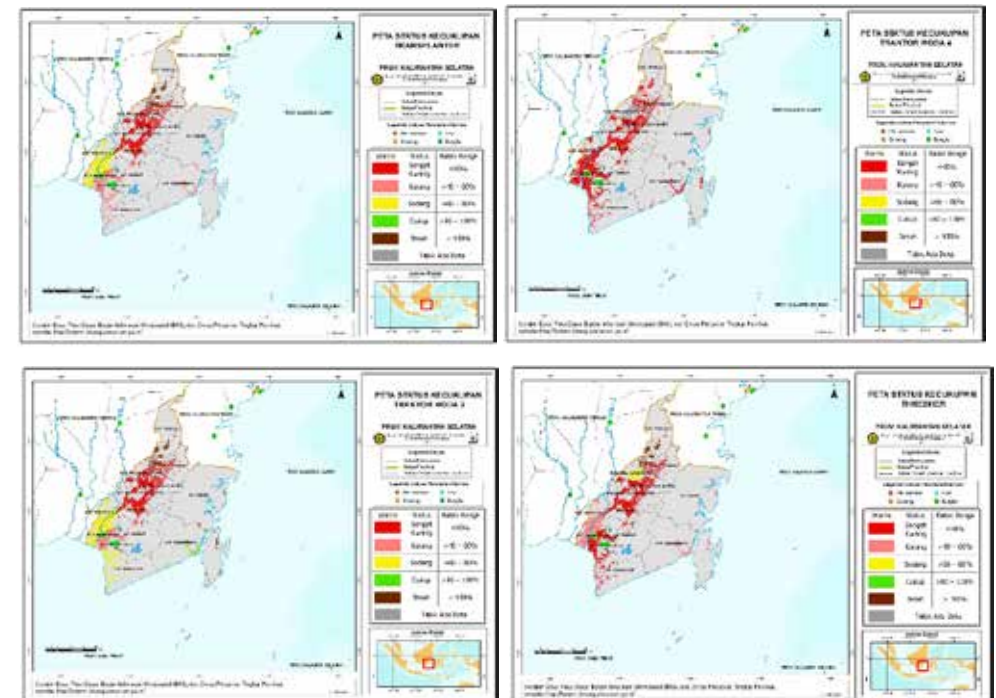


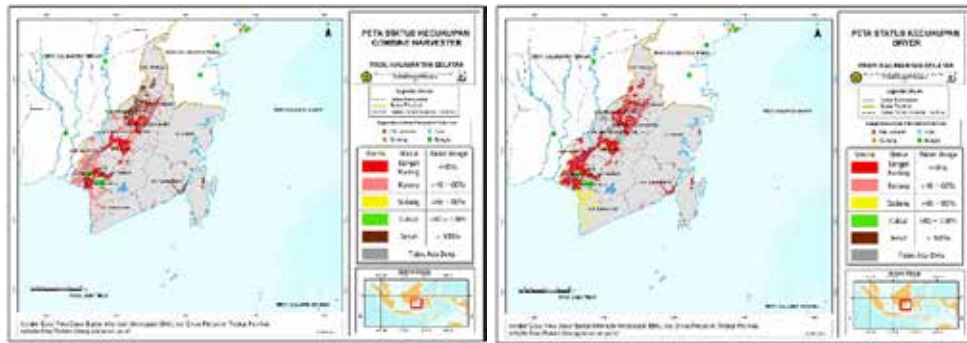
Gambar 6. Peta Status kecukupan alsin di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT).

### Kalimantan

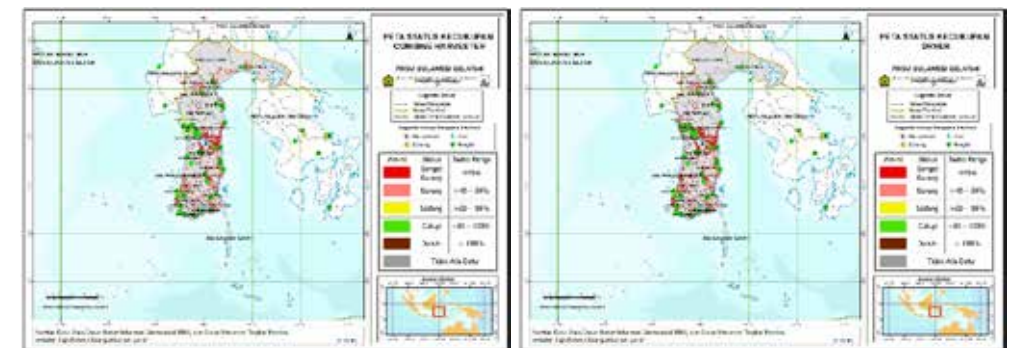
Pulau Kalimantan memiliki sedikit lahan sawah, bahkan di beberapa kecamatan tidak memiliki lahan sawah sama sekali. Bila dilihat pada peta, provinsi yang memiliki sawah paling luas adalah Kalimantan Selatan dan terkumpul di beberapa kabupaten.

Secara keseluruhan status kecukupan alsin tingkat kabupaten di 5 provinsi sangat kurang, baik untuk *dryer*, *thrasher*, traktor roda 2, *combine harvester*, *rice transplanter* maupun traktor roda 4. Sedangkan status kecukupan alsin tingkat kecamatan hampir seluruhnya berstatus sangat kurang. Hanya beberapa yang cukup bervariasi seperti Kab. Sambas, Kab. Barito Kuala, Kab. Hulu Sungai Selatan, dan Kab. Hulu Sungai Tengah untuk *thresher*, serta Kab. Barito Kuala untuk traktor roda 2.





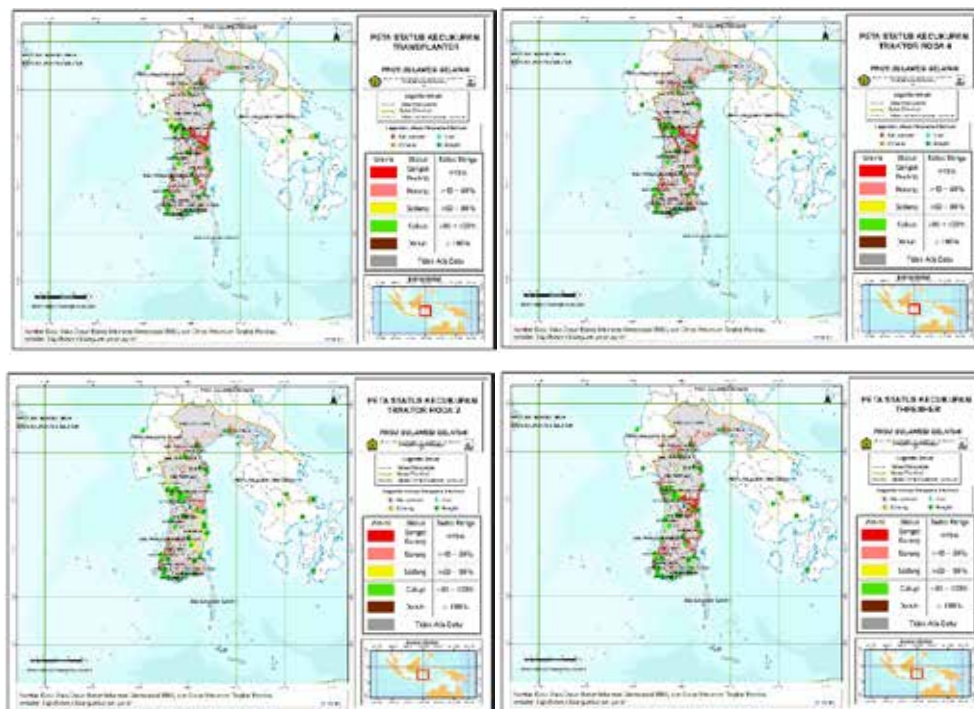
Gambar 7. Peta Status kecukupan alsin di Provinsi Kalimantan Selatan.



Gambar 8. Peta Status Kecukupan alsintan di Provinsi Sulawesi Selatan.

### Sulawesi

Contoh hasil pemetaan status kecukupan alsin tingkat kabupaten di provinsi Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Gambar 8.



Dari peta dapat dilihat bahwa *thresher* dan traktor roda 2 dan *combine harvester* di Sulawesi Selatan sudah cukup. Peta menunjukkan dominan warna hijau yang berarti cukup dan coklat yang berarti sudah jenuh. Sedangkan untuk *transplanter*, *rice transplanter* dan *dryer* masih berwarna merah yang berarti sangat kurang.

Perkembangan aplikasi mekanisasi budidaya padi di Sulawesi sudah cukup baik, terutama di Sulawesi Selatan yang merupakan salah satu sentra produksi padi di Indonesia. Penggunaan alat-alat berkapasitas tinggi sudah banyak digunakan. Misalnya, penggunaan traktor roda 4 yang sudah banyak untuk pengolahan lahan. Dilihat pada peta kecukupan traktor roda 4, ternyata di beberapa kabupaten sudah jenuh, terutama di wilayah selatan. Hal ini berbeda di wilayah utara yang masih kurang. Dengan penggunaan peta, rancangan mobilisasi alsin dapat lebih mudah dilakukan.

Nilai Tukar Produk Pertanian menurun dibandingkan sektor industri dan jasa. Namun kesempatan kerja pada sektor pertanian masih cukup tinggi. Pengembangan mekanisasi pertanian masih tetap diperlukan dan memegang peranan penting bagi pembangunan pertanian, karena tenaga kerja muda tidak tertarik bekerja di bidang pertanian dan secara perlahan pindah ke sektor lainnya.

Pada masa yang akan datang, pengembangan mekanisasi pertanian akan terus berlanjut, terutama dengan adanya globalisasi/perdagangan bebas. Bengkel/ pengrajin tidak mungkin memproduksi alat mesin pertanian

secara efisien, sehingga skalanya harus ditingkatkan agar semakin banyak produk yang dihasilkan dan akan semakin ekonomis.

Kegiatan yang dilakukan Perguruan Tinggi dalam aspek mekanisasi sudah mulai menunjukkan adanya keterpaduan dalam disiplin ilmu. Mekanisasi pertanian berubah istilah teknik pertanian dan ada wacana menjadi teknik mesin dan biosistem.

Dari segi institusional, pada dekade akhir abad XX dibentuk/didirikan Balai Besar Pengembangan Alat Mesin Pertanian, di bawah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Legok, Serpong, Tangerang Selatan pada 21 Februari 1992. Institusi ini berfungsi sebagai pengembangan desain dan rancang bangun serta *testing* dan evaluasi.

## ■ DEKADE 2000–2010

Pada tahun 2001, berdiri Direktorat Alat Mesin Pertanian, di bawah Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air (PLA). Kemudian pada tahun 2006, berubah status di bawah Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian (PSP). Direktorat itu mempunyai tugas dan fungsi menyelenggarakan pengembangan sistem mekanisasi pertanian (alat mesin pertanian) melalui kebijakan pengembangan, pengawasan dan kelembagaan alat dan mesin pertanian di Indonesia. Pemasarakatan hasil-hasilnya guna pemanfaatan alat mesin pertanian, baik prapanen, pasca panen maupun pengolahan hasil pertanian untuk petani dan pelaku usaha dipandang masih sangat terbatas.

Pada tahun 2002, Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian berganti nama menjadi Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, sampai kini. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian mempunyai tugas dan fungsi melaksanakan penelitian, perekayasa dan pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia. Sampai dekade ini, berbagai macam prototipe alat mesin pertanian yang telah dihasilkan Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Di antaranya, mesin budidaya pertanian, pasca panen dan pengolahan, serta untuk pemanfaatan SDA (Sumber Daya Air) dan pengembangan alternatif energi terbarukan.

Pada tahun 2005, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, melakukan serangkaian penelitian dan perekayasa untuk modifikasi, perakitan dan pengembangan teknologi pertanian tepat guna spesifik lokasi bidang mekanisasi pertanian di beberapa agroekosistem dominan di berbagai provinsi di Indonesia. Agroekosistem tersebut meliputi, lahan sawah irigasi, lahan dataran medium, lahan kering dataran rendah beriklim kering, lahan kering dataran tinggi beriklim basah. Pemasarakatan hasil-hasilnya, guna pemanfaatan alat mesin pertanian oleh petani dan pelaku usaha masih sangat terbatas.

Pada tahun 2006, berdiri Balai Pengujian Mutu Alat dan Mesin Pertanian (BPMA) di bawah Direktorat Pengembangan Mutu dan Standarisasi, Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. Balai ini mempunyai tugas melaksanakan pengujian mutu alat dan mesin pertanian dan memberikan sertifikat hasil uji (*test report*) alat mesin pertanian.

Pada tahun 2010, BPMA ditunjuk sebagai Lembaga Sertifikasi Produk (LS Pro) Alat Mesin Pertanian yang mempunyai tugas melaksanakan sertifikasi dan menerbitkan Sertifikat Produk Penggunaan Tanda SNI (SPPT–SNI) alat mesin pertanian. LS Pro Alat Mesin Pertanian telah diakreditasi Komite Akreditasi Nasional dengan nomor akreditasi LS Pro-027-IDN.

Sampai tahun 2016, alat mesin pertanian yang telah mendapatkan Sertifikat Produk Penggunaan Tanda SNI (SPPT-SNI), baru sebanyak 53 unit. Terdiri dari pompa air sebanyak 16 unit, traktor roda dua sebanyak 27 unit, *sprayer* gendong semi otomatis sebanyak 3 unit, mesin panen padi sebanyak 1 unit dan mesin perontok padi (*power thresher*) sebanyak 6 unit.

## ■ DEKADE 2010–SEKARANG

Di era pemerintahan Jokowi-JK, penerapan mekanisasi pertanian meningkat sangat banyak jumlahnya. Menurut Menteri Pertanian, Andi Amran Sulaiman, peningkatannya terbesar dalam sejarah Republik Indonesia. Data Kementerian Pertanian menyebutkan, realisasi bantuan

alsintan dari tahun 2010 hingga 2015 masing-masing sebanyak 8.220, 3.087, 21.145, 6.292, 12.086, dan 65.431 unit. Terlihat bantuan alat dan mesin pertanian di tahun 2015 naik 617 persen. Bahkan di tahun 2016, Kementerian Pertanian mengalokasikan bantuan alat dan mesin pertanian sebanyak 100 ribu unit.

Penerapan mekanisasi pertanian dalam jumlah banyak ini bukanlah bak menggarami air laut. Namun, jelas-jelas telah memberikan hasil nyata dalam sejarah pertanian Indonesia saat ini. Dampaknya terjadi penghematan tenaga kerja sebanyak 70-80 persen, penghematan biaya produksi 30-40 persen.

Produksi juga meningkat 10-20 persen, dan penurunan kehilangan hasil saat panen dari 20 persen menjadi 10 persen. Jika diasumsikan penurunan kehilangan hasil 20 persen, dari luas panen sawah padi di Indonesia 14 juta ha dengan tingkat produksi rata-rata nasional 5 ton per ha, dapat menyelamatkan 14 juta ton gabah kering panen (GKP). Jika diasumsikan harga GKP Rp.3.700 per kg, maka uang yang diselamatkan sebanyak Rp.5,18 triliun. Artinya, salah satu dampak positif saja dari penerapan mekanisasi, sektor pertanian mampu memberikan kontribusi besar pada perekonomian negara.

Penerapan mekanisasi pertanian telah memberikan dampak pada penambahan luas tambah tanam 630 ribu ha dan terjadi peningkatan produksi padi dari 70,8 juta ton pada tahun 2014 menjadi 75 juta ton pada tahun 2015. Jagung dari 19 juta ton naik menjadi 19,8 juta ton di tahun 2015 dan kedelai dari 954.997-ton naik menjadi 982.967 ton pada tahun 2015.

Peningkatan produksi ini memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan pendapatan petani. Hal ini dibuktikan dari naiknya nilai tukar usaha pertanian (NTUP) dari 106,04 pada tahun 2014 naik menjadi 107,44 pada tahun 2015.

Hasil lain yang bersifat positif dari penerapan mekanisasi pertanian, yaitu sukses mewujudkan Indonesia setahun tidak impor beras, cabai, bawang merah dan gula mentah (*raw sugar*) untuk gula putih (*white sugar*), sehingga, sektor pertanian berhasil menghemat devisa sebesar Rp.52 triliun.

## Implementasi Mekanisasi Pertanian

Peranan mekanisasi dalam pembangunan pertanian Indonesia dapat dilihat secara rinci sebagai berikut:

- a. Meningkatkan efisiensi tenaga manusia.
- b. Meningkatkan citra dan taraf hidup petani.
- c. Memperbaiki kualitas dan kuantitas, serta kapasitas produksi pertanian.
- d. Mendorong pertumbuhan kemajuan usaha tani. Dari tipe pertanian untuk kebutuhan keluarga (*subsistence farming*) menjadi tipe pertanian komersil (*commercial farming*).
- e. Mempercepat transisi ekonomi Indonesia dari sifat agraris manual menjadi pertanian industrial.

Sayangnya pengaruh positif mekanisasi tersebut masih terkendala oleh pemilikan lahan yang sangat sempit.

Ruang lingkup mekanisasi pertanian yang dapat menjadi kegiatan ekonomi dan usaha pertanian adalah:

- a. Mesin dan alat budidaya pertanian. Mencakup rekayasa mesin dan alat proses budidaya penggunaan tenaga dan alat-alat untuk transportasi hasil panen pertanian.
- a. Teknik pengelolaan tanah dan air yang memanfaatkan alat dan mesin pertanian dan kaitannya dengan keadaan teknik tanah dan air.
- b. Bangunan pertanian. Mencakup gudang penyimpanan, gedung pengolahan, bangunan dan perlengkapan pertanian.
- c. Mesin pengolahan hasil pertanian. Mencakup rekayasa alat dan mesin, dan penggunaan mesin dalam menyiapkan hasil pertanian, baik untuk diproses, disimpan maupun untuk langsung digunakan.
- d. Mesin pengolahan pangan. Mencakup rekayasa mesin dan penggunaan alat, serta syarat-syarat yang diperlukan dalam pengolahan pangan.

Cakupan alat mesin pertanian terus berkembang sejalan dengan kemajuan bidang teknik rekayasa dan kemajuan usaha tani, serta kemajuan bidang lainnya.

## ■ Permasalahan Mekanisasi Pertanian di Indonesia

Terdapat sejumlah permasalahan dalam upaya pengembangan teknologi pertanian, terutama alsintan, yakni:

- a. Proses rekayasa alsintan belum mampu mengikuti kemajuan teknik alsintan negara maju.
- b. Sistem standarisasi, sertifikasi, dan pengujian alat dan mesin pertanian (alsintan) masih lemah.
- c. Pemanfaatan dan ketersediaan alsintan masih kurang, karena lemahnya permodalan petani dan sempitnya skala usaha.
- d. Skala usaha tani untuk penggunaan alat dan alsintan belum memadai.
- e. Dukungan perbengkelan masih lemah.
- b. Belum mantapnya kelembagaan alsintan.
- c. Belum optimalnya pengelolaan alsintan di subsektor peternakan.
- d. Masih rendahnya partisipasi masyarakat/swasta dalam pemanfaatan dan pengembangan alsintan, serta terbatasnya daya beli maupun permodalan.

## ■ Faktor Penghambat Perkembangan Mekanisasi Pertanian.

Jika melihat perkembangan mekanisasi pertanian di Indonesia, maka dapat terlihat berbagai faktor-faktor penghambatnya. Di antaranya:

### a. Permodalan

Umumnya petani di Indonesia mempunyai lahan yang sangat sempit dan sangat lemah dalam permodalan. Akibatnya, tidak semua petani mampu untuk membeli alsin pertanian yang harganya mahal.

### b. Kondisi Lahan

Topografi lahan pertanian kebanyakan bergelombang dan bergunung-gunung, sehingga menyulitkan untuk pengoperasian mesin-mesin pertanian, khususnya mesin prapanen.

### c. Tenaga kerja

Ketersediaan tenaga kerja di perdesaan cukup banyak. Karena itu, bila digantikan tenaga mesin, dikhawatirkan akan menimbulkan pengangguran.

### d. Tenaga Ahli

Kurangnya tenaga ahli di wilayah yang kompeten dalam menangani mesin-mesin pertanian.

Mengingat hal tersebut, pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia menganut asas mekanisasi pertanian selektif, yaitu mengintroduksi alat dan mesin pertanian yang sesuai kondisi sosial ekonomi daerah setempat.

## ■ Tantangan Pengembangan Mekanisasi Pertanian

Selain faktor penghambat, tantangan juga dihadapi dalam pengembangan teknologi alat dan mesin pertanian. Di antaranya :

- a. Menyediakan perangkat peraturan/perundang-undangan tentang semua aspek alsintan.
- b. Memasyarakatkan budaya mekanisasi pertanian kepada petani di perdesaan, sehingga petani menjadi akrab dengan alsintan (*machine minded*).
- c. Menumbuhkembangkan industri dan penerapan alsintan.
- d. Mengembangkan kelembagaan Usaha Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) yang mandiri.
- e. Meningkatkan efisiensi penggunaan alsintan.
- f. Mengembangkan lembaga pengujian alsintan yang terakreditasi di daerah dalam rangka otonomi daerah, mengembangkan alsintan sesuai dengan kondisi sosial budaya masyarakat setempat, dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengembangan.
- g. Menyediakan sistem pembiayaan/perkreditan bagi petani agar mampu membeli alsintan.
- h. Melatih tenaga kerja generasi muda di perdesaan untuk menguasai teknik operasional dan pemeliharaan alsintan.
- i. Melatih keselamatan kerja lapang operator alsintan.

## BAB II

### **KEBIJAKAN MEKANISASI PERTANIAN KABINET JOKOWI-JK**

Kebijakan pembangunan mekanisasi pertanian kabinet Jokowi-JK tidak lepas dari kebijakan umum yang ditentukan Presiden dan strategi yang dipilih Menteri Pertanian Amran Sulaiman untuk diimplementasikan.

Latar belakang pendidikan Menteri Pertanian di bidang Teknik Pertanian, sangat mewarnai langkah-langkah yang diambilnya. Pada kesempatan ini akan dibahas dua pendekatan yang diambil dalam kebijakan modernisasi pertanian di Indonesia. Pertama, kebijakan yang menyangkut strategi umum dalam penerapan mekanisasi. Kedua, menyangkut teknis implementasinya.

## Pendekatan Efisiensi Produktivitas Tenaga Kerja

Menteri Pertanian bekerja cukup lama di bidang mekanisasi pertanian sewaktu bekerja di perkebunan. Beliau juga menjabat Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia cabang Sulawesi Selatan dan Barat yang tidak lain adalah perhimpunan yang kompetensinya teknik pertanian yang di dalamnya tercakup mekanisasi pertanian.

Pengalaman beliau mengajarkan, bahwa untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja petani diperlukan alat dan mesin yang dapat membantu mengerjakan lahannya lebih cepat dan lebih mudah. Dengan bantuan alat dan mesin pertanian, seorang petani dapat menghemat waktunya lebih dari dua puluh kali lipat. Pada saat yang sama dapat menghasilkan pekerjaan yang lebih banyak dengan kualitas lebih baik.

Karena itu pada hari pertama diangkat sebagai Menteri Pertanian, hal pertama yang menjadi pemikirannya adalah mempersenjatai petani dengan alsintan. Hal ini ditunjukkan bahwa pada awal Desember 2014, Menteri Pertanian berusaha keras untuk membagikan alsintan kepada petani guna mengejar musim tanam Oktober-Maret. Keyakinannya yang sangat kuat telah berhasil membuat Presiden mengubah sistem pengadaan alsintan dari sistem lelang ke sistem pengadaan langsung (Perpres 172/2014). Tabel 4 menunjukkan jumlah alsintan yang dibagikan kepada kelompok tani.

Tabel 4. Jumlah Alsintan Padi yang dibagikan kepada Kelompok Tani Tahun 2014-2017

JENIS ALAT		Tahun			
		2014	2015	2016	2017
<b>ALSINTAN PRAPANEN</b>					
1	Traktor Roda 4		1.472	2.250	4.000
2	Traktor Roda 2	7.635	27.812	31.734	30.000
3	Pompa Air	4.122	21.615	16.464	23.960
4	Rice Transplanter	279	5.917	5.854	3.733
5	Cultivator		228		2.000
6	Handspayer			72.000	
7	Excavator		30	200	
<b>JUMLAH</b>		<b>12.036</b>	<b>57.074</b>	<b>128.502</b>	<b>63.693</b>
<b>ALSINTAN PASCA PANEN</b>					
1	Combine Harvester Besar		3.246	9.598	13.966
2	Combine Harvester Sedang		18		3.040
3	Combine Harvester Kecil			177	600
4	Corn Harvester		11	16	270
5	Vertical Dryer		230	3.093	
6	Power Thresher		1.384	6.500	
7	Power Thresher Multi Guna		1.646	6.266	6.000
8	Corn Sheller		2.116		3.500
9	Rice Milling Unit		709		
<b>JUMLAH</b>		<b>-</b>	<b>9.360</b>	<b>25.650</b>	<b>27.376</b>
<b>TOTAL</b>		<b>12.036</b>	<b>66.434</b>	<b>154.152</b>	<b>91.069</b>

Pengadaan traktor pengolah tanah tahun 2014 masih didominasi traktor roda dua. Namun mulai 2015 terjadi pergeseran mengarah ke pengadaan traktor roda empat. Hal ini disebabkan dua hal. *Pertama*, traktor roda dua jumlahnya sudah cukup. *Kedua*, terjadinya pergeseran preferensi petani dari traktor roda dua ke traktor roda empat. Perkembangan ini merupakan perkembangan yang positif. Artinya,

petani sudah menyadari perlunya efisiensi waktu, makna kenyamanan dan produktivitas kerja.

Pompa air besar dan kecil telah dan terus didistribusikan ke daerah/kelompok tani sesuai kebutuhan. Terutama, untuk mengatasi daerah yang dilanda musim kering, sehingga lahan tidak ditanami, padahal sumber air di sekitarnya tersedia. Pompa air juga untuk mengatasi kurangnya luas tanam pada bulan-bulan kering, seperti Juni, Juli, Agustus dan September.

Bantuan pompa telah berdampak pada penambahan luas tanam pada dua tahun terakhir yang mencapai lebih dari satu juta hektar. Dampak dalam ketahanan pangan nasional telah kita rasakan, yaitu tidak ada bulan paceklik pada akhir dan awal tahun.

Bantuan alsin yang relatif baru adalah mesin penanam padi atau *Rice Transplanter*. Sejak diperkenalkan, permintaan terhadap mesin ini terus bertambah jumlahnya. Banyak petani mulai menggunakan, walaupun diperlukan perubahan budaya kerja di lapangan. Dengan pengolahan tanah yang semakin cepat, mesin ini sangat berperan untuk mempercepat waktu penanaman padi.

Alsintan konvensional yang sudah banyak digunakan petani seperti *handsprayer* dan *kultivator* juga ditambah ketersediaannya. Untuk wilayah pengembangan dialokasikan mesin *ekskavator*, guna membantu percepatan pencetakan sawah baru dan pembuatan saluran irigasi.

Di wilayah tertentu Kementerian Pertanian untuk pertama kalinya memperkenalkan *combine harvester* dalam jumlah cukup banyak. Dimulai dengan *combine* berukuran besar untuk daerah-daerah produsen utama beras, bergeser ke yang berukuran *medium* dan kecil untuk wilayah produsen beras dengan luas areal sedang.

Penentuan ukuran *combine harvester* yang berbeda sengaja untuk menyesuaikan kondisi lapang. Kebijakan Menteri Pertanian menegaskan agar kebutuhan alsintan berasal dari usulan daerah, bukan ditentukan Pemerintah Pusat

*Power thresher* didistribusikan untuk daerah yang masih membutuhkan. Sejalan dengan program swasembada jagung, *power thresher* dipilih yang bersifat multiguna. Dari tabel di atas dapat dilihat perkembangan jumlah dan jenis alsintan yang didistribusikan. Alat pemipil jagung (*corn sheller*) dialokasikan sesuai dengan kebutuhan daerah.

Pengadaan RMU untuk sementara dihentikan, mengingat jumlahnya sudah banyak. Alokasi/distribusi alsintan ke daerah didasarkan pada peta populasi dan kejenuhan alsintan, yang telah dibuat sebelumnya.

## ■ Kebijakan *Refocusing Anggaran*, Tingkatkan Bantuan dan Pemanfaatan Alsintan

Jumlah anggaran Pemerintah yang tidak tak terbatas, mengakibatkan perlunya Pemerintah memilih komoditas yang harus mendapat prioritas terlebih dahulu. Kabinet Jokowi-JK melalui Menteri Pertanian telah menetapkan padi, jagung dan kedelai (pajale) sebagai komoditas yang harus diselesaikan terlebih dahulu. Menteri Pertanian memilih padi sebagai target komoditas pertama yang harus dituntaskan permasalahan produksinya, karena beras adalah bahan pangan pokok rakyat Indonesia. Beras bukan saja sebagai komoditas ekonomi, tetapi juga sebagai komoditas politik.

Sehubungan dengan hal tersebut, politik anggarannya dititikberatkan pada beras/padi. Bantuan alsintan terbanyak dialokasikan pada petani di sentra produksi padi. Pada saat yang sama, benih dan pupuk juga dialokasikan ke petani.

## ■ Realokasi dari *Refocusing Anggaran* Dialihkan untuk Alsintan

Arahan Presiden Republik Indonesia pada Sidang Kabinet Paripurna, pada 8 Desember 2015 di Istana Bogor, bahwa struktur APBN atau pola pembangunan ke depan lebih berorientasi kepada hasil, bukan kepada

prosedur dan tidak lagi *business as usual*. Hal ini menjadikan rujukan pembangunan pertanian. Tahun 2016 Presiden RI mengamanatkan agar kementerian/lembaga menyusun kegiatan dan anggaran untuk kegiatan yang lebih produktif, serta menyederhanakan nomenklatur kegiatan, sehingga lebih operasional dan ditujukan langsung kepada target sasaran.

## ■ **Refocusing Kegiatan dan Anggaran Lingkup Kementerian Pertanian**

Sejalan dengan arahan Presiden RI, Kementerian Pertanian melakukan *refocusing* kegiatan dan anggaran APBN TA 2016. Kebijakan *refocusing* adalah dengan melakukan pengalihan alokasi anggaran biaya operasional dan penunjang yang kurang efisien dan kegiatan-kegiatan yang tidak berpengaruh langsung kepada masyarakat petani. Anggaran itu dialihkan pada kegiatan yang lebih produktif dan prioritas, serta berdampak langsung kepada kehidupan ekonomi petani.

Secara umum, *refocusing* kegiatan dan anggaran ini dibedakan ke dalam dua kelompok. *Pertama*, *refocusing* di dalam program (tidak mengubah total pagu program). *Kedua*, *refocusing* antarprogram (pergeseran anggaran antar program).

Berdasarkan surat Menteri Pertanian kepada Menteri Keuangan dan ditembuskan kepada Menteri PPN/Kepala Bappenas, No.10/RC.110/M/1/2016 tanggal 26 Januari 2016 hal Revisi Anggaran dalam rangka *Refocusing* Kegiatan dan Anggaran lingkup Kementan TA. 2016, Kementerian Pertanian mengusulkan revisi *refocusing* kegiatan dan anggaran di lingkup Kementerian Pertanian. *Refocusing* ini merupakan tindak lanjut arahan Presiden RI serta hasil identifikasi permasalahan yang dihadapi, khususnya dampak *El-Nino* terhadap musim tanam yang mundur sekitar 2 bulan di tahun 2015. Pengalihan anggaran ditujukan agar tidak mengganggu capaian produksi padi tahun 2016.

Dalam rangka mempertegas pemanfaatan anggaran yang efisien dan efektif, Menteri Pertanian menerbitkan surat Nomor: 18/R0110/M/2/2016 tanggal 12 Februari 2016, khususnya mempertegas pemberian bantuan sarana produksi kepada kelompok tani. Di samping itu, Menteri Pertanian

memperbarui usulan revisi *volume output* kegiatan di lingkup Kementerian Pertanian TA 2016 melalui surat Nomor: 19/RC.110/M2/2016.

Tahun anggaran 2016 pagu alokasi anggaran Kementerian Pertanian adalah sebesar Rp. 31.507.186.127.000,-. Hal ini sesuai surat Menteri Keuangan Nomor S-868/MK 02/2015 tentang Penyampaian Pagu Alokasi Anggaran TA 2016 dan lembar persetujuan Komisi IV DPR RI Revisi *refocusing* sebagaimana dijelaskan di atas adalah *refocusing* dalam program, sehingga tidak menyebabkan pergeseran anggaran antar program.

Namun demikian revisi ini berdampak kepada perubahan *volume output* kegiatan dengan rincian perubahan beberapa kegiatan sebagai berikut:

### 1. **Ditjen Tanaman Pangan**

*Volume output* kegiatan penerapan budidaya padi (jarwo, hazton, hibrida, inbrida, dan padi organik) bertambah dari seluas 800.000 ha menjadi 4.549.300 ha. Penerapan budidaya padi hazton naik dari 15.000 ha menjadi 49.000 ha. Penerapan budidaya jagung hibrida naik dari luas 1.000.000 ha menjadi 1.500.000 ha. Intensifikasi ubi kayu dengan pemberian bahan organik seluas 10.000 ha, pengawalan penyediaan benih kedelai bersertifikat dialokasikan di 11 provinsi.

Penguatan program seribu desa mandiri benih (terdiri dari benih dan pupuk) di 31 provinsi sebanyak 138 unit bantuan, berupa benih sumber dan rak penyimpanan benih. Pemberian bantuan benih padi inbrida untuk seluas 500.000 ha, dan bantuan jagung hibrida seluas 300.000 ha. Sarana pasca panen padi berupa *combine harvester*, *vertical dryer* padi, *power thresher*, *RMU* dan *destoner*) naik dari semula 4.711 unit menjadi 10.543 unit.

Sarana pasca panen jagung (*corn sheller*, *vertical dryer* jagung, *corn combine harvester* dan lantai jemur jagung) dari semula 2.000 unit menjadi 6.234 unit. Sarana pasca panen kedelai (*power thresher* multiguna) semula 300 unit menjadi 6.500 unit dan sarana angkut naik dari 500 unit menjadi 700 unit.

Tambahan alokasi anggaran untuk mendukung kenaikan volume pada kegiatan ini berasal dari pengurangan *unit cost* paket kegiatan komoditas padi, efisiensi anggaran perjalanan dinas. Paket pertemuan dan alokasi belanja barang nonoperasional yang tidak mendukung langsung kegiatan penerapan budidaya padi, jagung dan kedelai.

## 2. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Indonesia merupakan negara dengan 17.000 pulau terletak di daerah tropis dengan kondisi agroekosistem yang sangat bervariasi dan mempunyai lebih dari 250 Zona Musim. Dengan jumlah penduduk lebih dari 253 juta jiwa dengan latar belakang lebih dari 700 suku dan budaya, sekitar 37% masih mengandalkan mata pencahariannya di sektor pertanian. Karena itu, masing-masing wilayah memerlukan teknologi mekanisasi pertanian yang berbeda-beda.

Teknologi mekanisasi pertanian, khususnya alsintan, ditetapkan berdasarkan penurunan hasil penelitian agar alsintan dapat digunakan secara nyata untuk meningkatkan efisiensi usaha tani (agribisnis). Teknologi alsintan banyak tersedia di pasar bebas, namun tidak selalu dapat dioperasikan di setiap wilayah pengembangan. Pasalnya, terdapat perbedaan beberapa faktor yaitu, ekonomis, teknis, budaya, dan kesiapan SDM.

Berdasarkan hal tersebut pengembangan teknologi alat dan mesin pertanian dapat dikategorikan dalam empat wilayah pengembangan yaitu wilayah lancar, siap, setengah siap dan terbatas. Masing-masing wilayah tersebut memerlukan teknologi dan metode pengembangan yang berbeda.

Teknologi mekanisasi memanfaatkan alat dan mesin pertanian terus berkembang secara dinamis, menyesuaikan perkembangan ekonomi, sosial dan budaya masyarakat Indonesia. Pengolahan tanah menggunakan cangkul yang memerlukan curahan tenaga kerja lebih dari 40 HOK berkembang teknologinya menjadi *rotary tiller* dengan traktor roda 4, yang memerlukan waktu hanya 2 jam/ha. Panen menggunakan ani-ani yang memerlukan tenaga kerja

lebih dari 60 HOK/ha berkembang menjadi teknologi *combine harvester* yang memerlukan waktu hanya 2 jam/ha. Hal tersebut, menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan tenaga kerja manusia.

Karena itu, penelitian dan rekayasa teknologi alsintan di Indonesia terus diintensifkan agar kebutuhan teknologi alsintan untuk berbagai kondisi wilayah dan jenis tanaman, untuk mendukung kecukupan kebutuhan pangan dan menyejahterakan penggunaannya dapat dipenuhi.

Penelitian dan pengembangan teknologi mekanisasi pertanian secara struktur kelembagaan dimulai sejak tahun 70-an sejalan dengan penerapan teknologi revolusi hijau yang dipicu oleh diintroduksi padi varietas unggul baru.

Model mekanisasi pertanian untuk tanaman padi telah dikembangkan di beberapa wilayah Indonesia, seperti di Sumatera Barat, Sulawesi Selatan dan seluruh propinsi di Jawa. Terlihat dengan penerapan alsintan kecil, seperti traktor roda 2, mesin perontok dan pompa air, yang semula diimpor dari Jepang. Penggunaan alsin tersebut sangat memberi manfaat dalam meningkatkan produksi padi, namun terkendala dengan keterbatasan suku cadang, sehingga kurang berkembang ke wilayah lainnya.

Menyadari kondisi tersebut, pada tahun 1975 Ditjen Tanaman Pangan bekerja sama dengan IRRI (IRRI-DITPROD) mengembangkan teknologi alsintan sederhana berdasarkan rancangan IRRI-Los berupa Traktor tangan (PT7), *Thresher* (TH6) dan Pompa air *axial*, untuk dapat dikembangkan di Indonesia. Beberapa alsintan berkembang sampai sekarang, yaitu *power thresher* TH6. Sedangkan traktor tangan PT7 awalnya berkembang, tapi dengan perkembangan teknologi manufaktur di Industri alsintan dalam negeri, PT7 dengan transmisi rantai dan *sprocket* telah berkembang ke bentuk yang lebih maju, yaitu dengan roda gigi penuh.

Menyadari perkembangan kebutuhan teknologi mekanisasi yang makin beragam, pada tahun 1987 Kementerian Pertanian bekerja sama dengan JICA, membangun Pusat Pengembangan Teknik Pertanian. Lembaga itu bertugas melakukan rekayasa dan pengembangan teknologi mekanisasi pertanian, menyesuaikan kondisi target wilayah pengembangan. Beberapa teknologi mekanisasi yang telah dihasilkan antara lain, traktor tangan dengan roda gigi penuh dan mesin pemanen padi (*power reaper*), serta teknologi alsintan lainnya untuk budidaya padi dan palawija.

Dengan tuntutan kebutuhan komoditas pertanian yang semakin bervariasi, bukan hanya padi dan palawija, namun juga hortikultura, perkebunan, peternakan dan perikanan, pada tahun 1991 PEP berubah menjadi Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian yang sekarang menjadi BBP Mektan. Organisasi Struktural setingkat Eselon II di bawah Badan Litbang Pertanian.

Saat ini BBP Mektan mempunyai Tugas Pokok dan Fungsi. *Pertama*, melakukan penelitian dan pengembangan teknik pertanian. *Kedua*, melakukan perancangan, desain dan pabrikasi prototipe alat dan mesin pertanian. *Ketiga*, melakukan penelitian untuk mengembangkan sistem mekanisasi pertanian Indonesia. *Keempat*, standarisasi dan pengujian alat dan mesin pertanian dalam rangka sertifikasi.

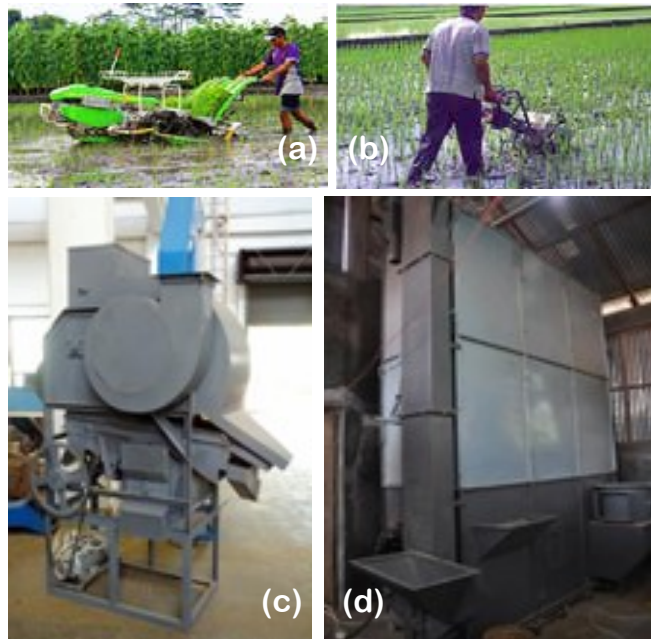
Badan Litbang Pertanian, pada Kementerian Pertanian mempunyai struktur organisasi satker yang sangat lengkap. Mulai dari penelitian teknologi pertanian hulu yang dilakukan puslit komoditas dan balai penelitian, penelitian pengembangan teknologi yang dilakukan Balai Besar Pengkajian sampai penelitian hilir dan diseminasinya ke pengguna teknologi, yang dilakukan BB Pengkajian, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian dan BPATP. Dalam menjalankan tugas dan fungsinya, semua satker saling bekerja sama untuk menghasilkan teknologi yang diperlukan dalam pembangunan pertanian.

Untuk menghasilkan teknologi mekanisasi pertanian, baik berupa alat dan mesin pertanian untuk budidaya dan pasca panen, model

pengembangan dan kelembagaan mekanisasi pertanian yang diadopsi masyarakat tani secara berlanjut (*Sustainable Agricultural Mechanization*), diperlukan kerja sama yang sinergis. Baik secara horizontal maupun vertikal antara BBP Mektan dengan institusi internal Badan Litbang Pertanian antara Badan Litbang Pertanian dengan LPNK, lembaga penelitian di bawah BUMN (PT RPN), Perguruan Tinggi serta pihak swasta.

Berbagai teknologi mekanisasi pertanian telah diteliti, direkayasa dan dikembangkan. Baik yang ditujukan langsung kepada pengguna (petani) maupun melalui kerja sama pabrikasi untuk produksi massal dengan bengkel alsintan, industri UMKM dan industri besar di Indonesia. Beberapa teknologi yang telah dihasilkan di antaranya :

a. Teknologi mekanisasi untuk tanaman pangan



Gambar 9. Jenis-jenis alsintan, yaitu (a) Mesin transplanter jajar legowo; (b) Mesin Power Weeder (penyiang); (c) Mesin pengering; dan (d) pembersih (Paddy cleaner).

b. Teknologi mekanisasi untuk tanaman perkebunan (tebu)



Gambar 10. Teknologi mekanisasi untuk tanaman perkebunan, yaitu (a) Mesin rawat ratoon tebu; dan (b) Mesin pembibitan tebu/ butt chip.

c. Teknologi mekanisasi untuk tanaman hortikultura



Mesin pengolah benih cabai/ bawang merah



Mesin penyemai benih hortikultura otomatis



Mesin penggulud



Mesin pemanen bawang merah



Mesin pengguling dan pemulsa plastik



Green house



Mesin pengering cabe dan bawang merah



In-Store Controlled Room

Gambar 11. Teknologi mekanisasi untuk tanaman hortikultura.

d. **Teknologi mekanisasi untuk peternakan**



Gambar 12. Mesin pencacah biomassa tanaman untuk pakan ternak.

e. **Teknologi mekanisasi untuk bio industri dan pengolahan**



Gambar 13. Mesin pengolahan buah dan sayur.

f. **Model pengembangan pertanian modern dengan dukungan mekanisasi**



Gambar 14. Model pengembangan pertanian modern di daerah irigasi teknis di Desa Kalikebo, Kecamatan Trucuk, Klaten.

## BAB III

### **REVOLUSI TEKNOLOGI DAN MEKANISASI MENDUKUNG KEGIATAN PRATANAM**

## Pencetakan Sawah

Pencapaian sasaran program Ditjen PSP tahun 2016 yaitu penambahan luas pertanaman tidak lain adalah untuk mendukung pencapaian sasaran strategis Kementerian Pertanian yaitu swasembada padi. Pencapaian sasaran program tersebut diwujudkan melalui kegiatan sebagai berikut :

### Penambahan Luas Baku Lahan melalui Pencetakan Sawah Baru

Capaian penambahan luas baku lahan sawah pada TA 2016 seluas 129.096 ha (97,69%), termasuk kategori **Berhasil**. Sementara dana untuk kegiatan konstruksi perluasan sawah terserap sebesar Rp.2.006.056.371.266,- dari pagu Rp.2.142.815.240.000,- sehingga realisasi keuangan adalah 96.20%.

Secara fisik, kegiatan perluasan sawah masih terus berjalan, namun sampai batas waktu pelaporan, dilaporkan seperti tersebut di atas. Tidak tercapainya target 100% disebabkan hal-hal sebagai berikut:

1. Hasil SID yang dijadikan acuan untuk pelaksanaan konstruksi cetak sawah kurang akurat.
2. Penetapan CP/CL belum sepenuhnya mengikuti ketentuan dalam pedoman teknis, sehingga masih ada beberapa lokasi mengalami kesulitan dalam memperoleh sumber air.
3. Penyelesaian pengerjaan fisik terlambat karena kurangnya jumlah alat berat. Selain itu, sulitnya mobilisasi alat berat ke lokasi, terutama lokasi yang merupakan kepulauan, adanya banjir, serta beberapa lokasi yang mempunyai vegetasi sangat berat.
4. Sawah yang sudah selesai dicetak tidak bisa segera ditanami. Hal ini disebabkan antara lain, lokasi terkena banjir, kebiasaan petani yang tidak mau tanam di luar kebiasaan musim tanam di wilayah setempat.
5. Masih ada beberapa lokasi yang terdapat simpukan sisa *land clearing* dan masih berada di lokasi sawah.

Sesuai dengan Perjanjian Kinerja Dirjen PSP dengan Menteri Pertanian TA 2016, terdapat kegiatan lain di Direktorat Perluasan dan Pengelolaan Lahan untuk mencapai sasaran program Ditjen PSP melalui penambahan luas tanam padi adalah sebagai berikut :

### 1. Pengembangan Pemanfaatan Lahan Rawa/Gambut Terpadu

Sasaran kegiatan Pengembangan Pemanfaatan Lahan Rawa/Gambut Terpadu adalah terealisasinya kegiatan tersebut dengan target 5.000 ha yang dilaksanakan di 4 Provinsi (6 Kabupaten). Alokasi anggarannya sebesar Rp.20 miliar. Realisasi fisik kegiatan mencapai 3.999 ha dari target seluas 4.779,5 ha (83,67%). Sedangkan realisasi anggaran kegiatan terserap Rp.15.490.908.216,- dari pagu sebesar Rp.20 miliar (77,45%).

Dari pagu anggaran di atas, terdapat *self-blocking* sebesar Rp.3.015.907.100,-. Setelah revisi DIPA tanggal 10 November 2016, terdapat penambahan anggaran pada DIPA revisi yang lebih besar dari target awal Rp.20.000.000.000,- menjadi Rp.21.273.047.000,-.

Berdasarkan kriteria pengukuran keberhasilan pencapaian sasaran, kegiatan Pengembangan Pemanfaatan Lahan Rawa/Gambut Terpadu masuk dalam kriteria (Cukup Berhasil). Hal ini dilihat berdasarkan persentase capaian sebesar 73,76%.



Gambar 15. Pemanfaatan lahan gambut.

Tidak tercapainya target 100% karena Kabupaten Ogan Komering Ilir yang mendapatkan alokasi kegiatan seluas 500 ha, tidak melaksanakan kegiatan ini, sehingga dananya dikembalikan ke kas negara. Hal ini karena lokasi yang telah disiapkan untuk kegiatan di Kecamatan SP Padang dalam kondisi tergenang banjir.

Selain itu, Kabupaten Kepulauan Meranti yang semula ditargetkan melaksanakan kegiatan seluas 500 ha, hanya mampu melaksanakan seluas 329 ha karena lokasi tidak memenuhi kriteria. Ke depan, diharapkan penanggung jawab kegiatan pengembangan pemanfaatan lahan rawa/gambut terpadu dapat lebih selektif dalam mengusulkan calon lokasi kegiatan.

## 2. Kegiatan Pra-Sertifikasi Lahan Petani

Pada TA. 2016, alokasi anggaran kegiatan Pra Sertifikasi Lahan Pertanian adalah sebanyak 1.600 paket (80.000 bidang/persil) di 26 Propinsi (163 Kabupaten/Kota). Total anggaran yang dialokasikan untuk kegiatan Pra dan Pasca Sertifikasi Lahan Pertanian sebesar Rp.16 miliar. Namun demikian, terjadi penghematan anggaran menjadi Rp.12.568.249.000,- untuk 63.407 bidang dengan realisasi kegiatan sebesar 51.446 bidang (81,14%). Realisasi anggaran (sampai Desember 2016) sebesar Rp.10.289.263.000,- (81,87%) dari pagu sebesar Rp.12.568.249.000,-.

Berdasarkan kriteria pengukuran keberhasilan pencapaian sasaran, kegiatan Pra Sertifikasi Lahan Petani masuk dalam Kategori Berhasil. Hal ini dinilai berdasarkan persentase capaian sebesar 81,14%. Dari sisi pelaksanaannya, kontribusi kegiatan Pra Sertifikasi Lahan Petani yang dapat diperoleh yaitu, diperolehnya data penetapan calon lokasi dan calon petani (CPCL), serta jumlah persil/bidang yang diperuntukkan bagi petani dan/atau pemilik penggarap lahan pertanian rakyat yang akan digunakan untuk perencanaan kegiatan Sertifikasi Hak Atas Tanah (SHAT) oleh BPN di tahun mendatang.

Dengan kegiatan Pra Sertifikasi Lahan Petani akan memberikan kepastian kepada petani pemilik penggarap yang telah mengusahakan tanahnya, tapi belum mempunyai hak atas tanah yang tetap (subyek). Selain itu, lahan pertanian tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan peternakan di sentra produksi (obyek) tanahnya dapat disertifikasi secara cepat, tepat, mudah, dan aman.

Pra-sertifikasi Lahan Petani juga akan mempercepat penyajian dokumen administrasi subyek dan obyek untuk diproses lebih lanjut

dalam pembuatan sertifikat tanah oleh Kantor Pertanahan Kabupaten/Kota. Capaian kegiatan Pengembangan pemanfaatan lahan rawa/gambut terpadu dan Pra-sertifikasi Lahan Petani seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Capaian Kegiatan Pengembangan Pemanfaatan Lahan Rawa/Gambut Terpadu dan Pra Sertifikasi Lahan Petani Tahun 2016

Indikator Kinerja	Target (Ha)	Realisasi (Ha)	Capaian (%)	Kategori
Pengembangan rawa gambut terpadu	4.779,5	3.999,0	83,67	Berhasil
Jumlah bidang tanah petani yang di pra sertifikasi dan pasca sertifikasi	63.407,0	51.446,0	81,14	Berhasil

Sumber Data : PK dan Hasil Pengukuran Kinerja Direktorat Perluasan dan Perluasan Lahan, 2016

## Optimalisasi Lahan Pertanian

### Teknologi *Open and Close Channel Irrigation*

Irigasi adalah usaha mengalirkan air untuk memasukkan air secukupnya ke petakan lahan dari “daerah” perakaran tanaman, atau lahan yang akan diairi sebatas yang dibutuhkan kemudian kelebihan airnya dibuang (Prabowo, 2010).

Ada tiga hal yang dapat dicermati dari pengertian irigasi. *Pertama*, usaha manusia untuk memindahkan air dari sumbernya untuk dibawa ke perakaran tanaman. *Kedua*, membatasi jumlah air yang dialirkan ke daerah perakaran sebatas kondisi kapasitas lapang atau lebih sedikit. *Ketiga*, membuang kelebihan air di daerah perakaran apabila lengas dalam tanah sudah jauh di atas kondisi kapasitas lapang.

Dalam praktek sehari-hari di lapangan, poin pertama dan ketiga mengisyaratkan perlu adanya prasarana saluran (terbuka ataupun tertutup, alamiah maupun buatan) untuk memfasilitasi air agar bisa dibawa masuk ke daerah perakaran maupun membuang kelebihan air atau lengas tanah yang ada.

Prasarana saluran pembawa dan pembuang (poin 1 dan 3) dalam sistem irigasi diklasifikasi lagi menjadi saluran pembawa dan pembuang primer, sekunder dan tersier atau bahkan kuarter (saluran cacingan). Khusus untuk saluran pembawa air irigasi yang masuk ke petak sawah dan saluran pembuang sisa kelebihan air irigasi dari sawah termasuk dalam kelas *tersier*.

### Saluran Terbuka (Open Channel) Tersier

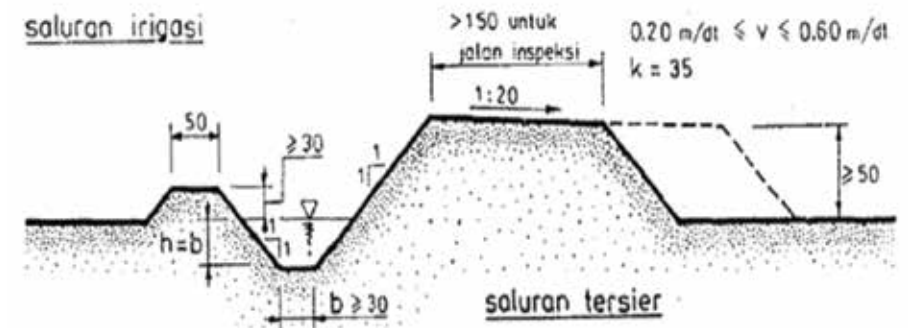
Saluran irigasi sebagai fasilitas untuk membawa ataupun membuang air dapat bersifat terbuka (*open channel*), berupa saluran tanah (alamiah) maupun buatan (semen dan saluran cetak "*U-ditch*"). Sedangkan saluran tertutup (*close/pipe channel*) pada umumnya adalah buatan (beton pracetak, pipa PVC, dll).

Khusus untuk saluran irigasi yang langsung mengairi tanaman padi pada petak sawah dikelompokkan sebagai saluran tersier dan kuarter. Dalam pembuatan sistem saluran tersier ataupun kuarter harus mengikuti kaidah teknik rancang bangun dan konstruksi, serta kaidah agronomis disesuaikan dengan komoditas yang diairi. Kaidah teknik rancang bangun dan konstruksi saluran terbuka tersier/kuarter secara alamiah adalah sebagai berikut:

1. Tanah tempat pembuatan saluran tidak terlalu porus dengan *infiltrasi* dan aliran ke samping (*seepage*) rendah, sehingga bisa mencegah kehilangan air.
2. Tanah tidak mudah longsor, dengan laju evaporasi setempat tidak terlalu tinggi. Tanah yang mudah longsor akan mudah terjadi erosi, sedangkan jika laju *evaporasi* tinggi akan meningkatkan besaran nilai kehilangan air yang menguap ke atmosfer.
3. Mudah dibuat, ongkos pembuatan relatif murah dan dipelihara.

4. Kemiringan dasar saluran memungkinkan air mudah mengalir secara gravitasi.
5. Kecepatan aliran air tidak boleh melebihi 0,6 m/dt agar tidak berakibat erosi penggerusan dinding dasar dan samping dan tidak boleh kurang dari 0,2 m/dt (aliran lambat) dengan akibat terjadi pengendapan sedimen pada dasar saluran.

Sudut kemiringan tebing akan diperkecil apabila tanah pada lokasi saluran tersier yang dibangun mudah longsor atau sudut kemiringan tetap dipertahankan, tapi kedua sisi tebing dan dasar saluran disemen. Kemiringan minimum dasar saluran 1,50 m/km (0,015).



Gambar 16. Profil rancang bangun saluran tersier tipe alamiah (tanpa disemen).

Namun demikian dalam kenyataan di lapangan yang kita lihat jarang ditemui adanya rangkaian saluran pembawa dan pembuang, yang ada hanya saluran pembawa. Hal ini berakibat lahan-lahan sawah irigasi di Indonesia rata-rata selalu mengalami masalah selalu jenuh air

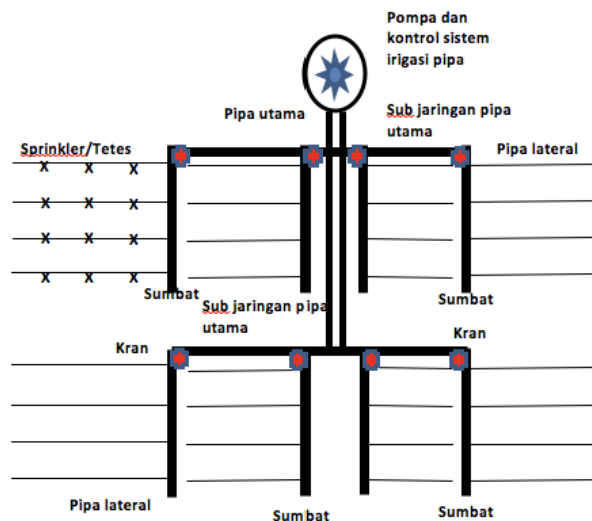
### Saluran Tertutup (Sistem irigasi Perpipaan)

Sistem irigasi pipa terdiri atas instalasi jaringan perpipaan dan komponen-komponen sambungan yang dioperasikan pada berbagai beda tekanan untuk dapat mengalirkan air dari sumber ke lahan yang diairi. Perbedaan utama antara irigasi saluran terbuka dan perpipaan adalah pada:

1. Rezim aliran air saluran terbuka harus besar debitnya, sedangkan pada aliran pipa cukup  $1 \text{ m}^3/\text{jam}$  atau  $0,27 \text{ lt/dt}$ .
2. Arah aliran air dari sumber melalui saluran terbuka pembawa air atas dasar adanya gaya gravitasi karena adanya beda tinggi tempat. Sedangkan pada aliran pipa berdasarkan adanya pengaruh tekanan.
3. Aplikasi volume air yang dialirkan pada saluran terbuka untuk suatu luasan lahan yang sama/hamparan.
4. Sistem irigasi perpipaan membutuhkan energi eksternal sekitar 2- 3 bar yang berasal dari pompa atau tangki tampungan air.

Tata letak jaringan irigasi perpipaan dipasang sesuai arah petak lahan yang akan diairi dengan pipa ada yang tertanam di bawah permukaan tanah atau tertata di atas permukaan tanah. Posisi letak jaringan perpipaan yang tertanam di bawah tanah memungkinkan pipanya tidak mengambil tempat sehingga menyediakan luas lahan yang optimal untuk kepentingan lainnya.

Untuk mencapai petak lahan yang akan diairi, pipa irigasi dihubungkan langsung dengan pilihan metode penyiramannya, semisal pancar (*sprinkler*), tetes (*drip*, *trickle*). Skema tata letak seperti terlihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Tata letak sistem irigasi perpipaan.

Keuntungan dari sistem irigasi pipa dibanding saluran terbuka adalah:

- Risiko kehilangan air akibat evaporasi, infiltrasi dan aliran ke samping (*seepage*) minimal atau bahkan bisa kurang dari 10%
- Hemat tempat.
- Lebih mudah dikontrol.
- Bisa dipindah-pindah.

Beberapa kelemahan irigasi pipa adalah:

- Jarak distribusi air ditentukan oleh tekanan air pada sumbernya.
- Mudah terjadi sumbatan apabila air banyak membawa sedimen atau sampah.
- Efisiensi pengaliran menurun apabila banyak terjadi belokan dan sambungan.
- Pemeliharaannya lebih intensif dibanding saluran terbuka.
- Biaya pembangunan mahal.

## ■ Infrastruktur Panen Air

Lahan kering merupakan salah satu agroekosistem yang mempunyai potensi besar untuk usaha pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura (sayuran dan buah-buahan) maupun tanaman tahunan dan peternakan.

Berdasarkan Atlas Arahana Tata Ruang Pertanian Indonesia skala 1:1.000.000 (Puslitbangtanak, 2001), Indonesia memiliki daratan sekitar 188,20 juta ha, terdiri atas 148 juta ha lahan kering (78%) dan 40,20 juta ha lahan basah (22%).

Dari total luas 148 juta ha, lahan kering yang sesuai untuk budi daya pertanian hanya sekitar 76,22 juta ha (52%). Sebagian besar terdapat di dataran rendah (70,71 juta ha atau 93%) dan sisanya di dataran tinggi.

Di wilayah dataran rendah, lahan datar bergelombang (lereng < 15%) yang sesuai untuk pertanian tanaman pangan mencakup 23,26 juta ha. Di dataran tinggi, lahan yang sesuai untuk tanaman pangan hanya sekitar 2,07 juta ha.

Keterbatasan air pada lahan kering mengakibatkan usaha tani tidak dapat dilakukan sepanjang tahun, sehingga hanya memiliki indeks pertanian

(IP) 100. Penyebabnya antara lain adalah, distribusi dan pola hujan yang *fluktuatif*, baik secara spasial maupun temporal.

Karena keterbatasan air, lahan IP 100 dapat terjadi juga pada lahan sawah, terutama lahan sawah tadah hujan dan lahan sawah yang terletak di bagian paling hilir daerah irigasi yang tidak pernah mendapat bagian air irigasi (*Tail Irrigated Area*).

Masalah keterbatasan air untuk irigasi dapat disebabkan dua keadaan. *Pertama*, sumber air tidak tersedia atau tidak mencukupi. *Kedua*, sumber air tersedia bahkan melimpah, tapi belum dapat dimanfaatkan secara optimal karena teknologi ataupun infrastruktur yang sesuai belum tersedia.

Seperti diketahui, air merupakan faktor utama penentu kelangsungan produksi pertanian. Namun pengelolaannya untuk kelangsungan sumber daya air tersebut masih menghadapi banyak kendala baik pada skala daerah irigasi maupun daerah aliran sungai (DAS). Bahkan sering kali memunculkan masalah baru yaitu kelangkaan air, kekeringan dan banjir, dan banyak permasalahan air lain yang terkait. Kondisi ini diperparah tingginya kompetisi penggunaan air antara sektor pertanian dengan pengguna air lainnya, baik domestik, perkotaan dan industri.

Karena itu, optimalisasi pemanfaatan sumber daya air perlu dilakukan, sehingga lahan pertanian dengan indeks pertanaman hanya 1 kali musim tanam, dapat ditingkatkan menjadi lahan IP 200 atau bahkan IP 300. Optimalisasi pemanfaatan sumber daya air, salah satunya dapat dicapai melalui pengembangan infrastruktur panen.

Infrastruktur panen air adalah prasarana dan sarana pertanian yang dibangun untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber air permukaan untuk irigasi, serta menyediakan sumber irigasi alternatif pada saat sumber irigasi utama tidak mampu memenuhi kebutuhan air tanaman. Ada lima jenis infrastruktur panen air yaitu, dam parit, pemanfaatan air sungai, embung, *long storage*, dan sumur dangkal.

## Dam Parit

Dam parit (*channel reservoir*) adalah teknologi sederhana untuk mengumpulkan/membendung aliran air pada suatu parit (*drainage network*). Tujuannya untuk menampung volume aliran permukaan, sehingga selain dapat digunakan mengairi lahan di sekitarnya, juga dapat menurunkan kecepatan aliran permukaan (*run off*), erosi dan sedimentasi (Puslitbang Tanah dan Agroklimat, 2002).

Pertimbangan pemilihan teknologi dam parit didasarkan atas keunggulannya dibandingkan dengan teknologi sejenis seperti embung. Keunggulan dam parit antara lain :

1. Dapat menampung air dalam volume besar, karena mencegat dari saluran/parit.
2. Tidak menggunakan areal produktif.
3. Dapat mengairi lahan cukup luas, karena dibangun berseri (*cascade series*) di seluruh DAS.
4. Dapat menurunkan kecepatan aliran permukaan, sehingga dapat mengurangi erosi permukaan (tanah lapisan atas yang subur), dan sedimentasi.
5. Terdapat kesempatan (waktu dan volume) meresap/menyimpan air ke dalam tubuh tanah (*recharging*) di seluruh DAS, sehingga mengurangi risiko kekeringan pada musim kemarau.
6. Biaya pembuatan relatif lebih murah.

Pada prinsipnya teknologi ini bertujuan dan berfungsi untuk:

1. Menurunkan debit puncak, yaitu debit air yang paling tinggi yang terjadi pada aliran tersebut. Biasanya pada musim penghujan debit air pada suatu parit/saluran sangat tinggi, sehingga dapat menimbulkan banjir dan tanah longsor, serta erosi dengan membawa serta lapisan tanah atas yang subur. Dengan dibangunnya dam parit yang memotong aliran akan mengurangi kecepatan aliran parit.
2. Memperpanjang waktu respons, yaitu memperpanjang selang waktu antara saat curah hujan maksimum dengan debit maksimumnya. Dengan lamanya air tertahan dalam DAS, sebagian air akan meresap ke dalam tanah untuk mengisi (*recharge*) cadangan air tanah dan sebagian air dapat dialirkan ke lahan yang membutuhkan air/lahan yang tidak pernah mendapat air irigasi melalui parit-parit.

Pada parit-parit itu pun selanjutnya juga dibuat dam/bendung lagi. Demikian seterusnya, sehingga luas lahan yang dapat dialiri dapat dimaksimalkan.

Secara konseptual, dam parit merupakan pengembangan dari sistem sawah dengan teras bertingkat yang sejak lama diketahui sangat ideal dalam menampung, menyimpan, dan mendistribusikan air di alam. Dam parit dibangun dengan membendung aliran air di alur sungai, sehingga air yang mengalir dicegat untuk mengisi *reservoir* maupun mengalir ke samping (*seepage*) untuk mengisi cadangan air tanah.

Ada tiga manfaat yang bisa diperoleh dengan mengembangkan dam parit.

1. Menampung sebagian besar volume air hujan dan aliran permukaan, sehingga dapat menekan risiko banjir di wilayah hilir rendah.
2. Menurunkan kecepatan aliran permukaan, laju erosi dan sedimentasi sehingga waktu air menuju hilir akan lebih lama, sedimentasi rendah dan waktu evakuasi korban apabila terjadi banjir bisa lebih leluasa.
3. Peningkatan cadangan air tanah pada musim hujan akan memberikan persediaan air yang memadai di musim kemarau. Lebih ideal lagi apabila dam parit dapat dibangun secara bertingkat yang lazim dikenal sebagai dam parit berjenjang (*channel reservoir linier in cascade*).

Dengan kondisi dam parit bertingkat, pepadaman (*attenuation*) besaran (*magnitude*) banjir, yaitu debit puncak (*peak discharge*) dan waktu menuju debit puncak (*time to peak discharge*) akan dilakukan secara berlapis. Kelebihan air ditampung pada dam parit berikutnya dan seterusnya.



Gambar 18. Dam Parit di Desa Kalisidi, (a) Ungaran dan (b) Tompobulu, Maros.

## Pemanfaatan Air Sungai melalui Pompanisasi

Infrastruktur pemanfaatan air sungai merupakan sistem irigasi melalui pemanfaatan air sungai menggunakan pompa. Sistem irigasi ini karena kondisi kering tidak ada hujan, sehingga mengharuskan penggunaan pompa untuk memanfaatkan sumber air yang ada, serta mendistribusikannya ke lahan pertanian. Dalam menyusun desain sistem irigasi pompa, diperlukan pemilihan jenis dan spesifikasi pompa yang tepat, sehingga akan diperoleh sistem irigasi yang efisien dan optimal.

Pemilihan pompa yang akan digunakan dalam sebuah sistem irigasi perlu mempertimbangkan beberapa faktor meliputi, jenis pompa, tenaga penggerak pompa, serta kapasitas debit dan daya dorong (*head*) yang tergambar dalam kurva kinerja pompa (*performance curve*). Jenis pompa untuk irigasi terdiri dari tiga jenis meliputi, pompa sentrifugal, aksial, dan pompa rendam (*submersible*).

Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang memiliki kapasitas daya dorong (*head*) tinggi dengan kapasitas debit rendah. Pompa sentrifugal memiliki daya hisap maksimum 6-8 m dan daya dorong maksimum hingga 120 m, dengan kapasitas debit antara 3 hingga 25 liter/dtk.

Pompa aksial adalah jenis pompa yang memiliki kapasitas daya dorong (*head*) rendah akan tetapi memiliki kapasitas debit tinggi. Pompa aksial memiliki daya hisap maksimum 6 m dan daya dorong optimum 2-6 m, dengan kapasitas debit antara 50 hingga 500 liter/dtk.



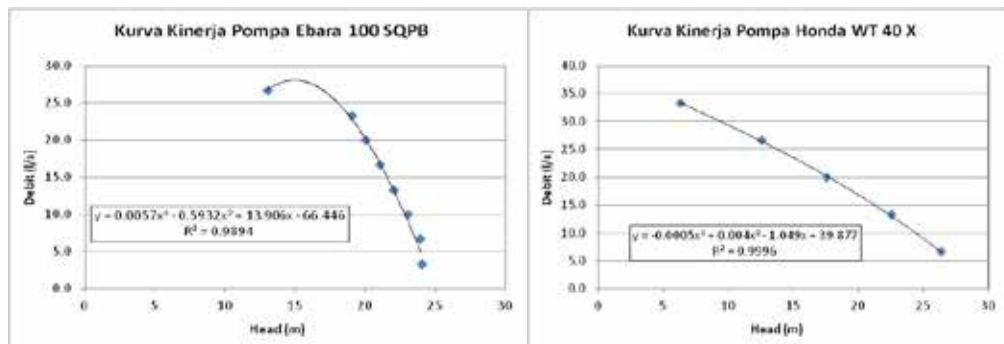
Gambar 19. Jenis-jenis pompa yang dapat digunakan dalam sistem irigasi pompa.

Pompa celup adalah jenis pompa berbentuk tabung berdiameter 4-8 inci dan panjang 1.5-2.0 m yang dilengkapi dengan banyak baling-baling (*impeller*). Pompa ini cocok untuk memompa air dari sumur air tanah dalam. Pompa celup memiliki kapasitas daya dorong (*head*) tinggi hingga 120 m dengan debit antara 3 hingga 100 liter/dt. Berbeda dengan pompa sentrifugal dan pompa aksial yang dapat digerakkan mesin bakar dan motor listrik, pompa celup hanya dapat digerakkan tenaga listrik.

Tenaga penggerak pompa irigasi terdiri dari 2 jenis, yaitu motor listrik dan mesin berbahan bakar bensin, solar atau gas. Kekuatan tenaga penggerak pompa irigasi dari motor listrik ditunjukkan oleh besaran daya listrik, yaitu Kilo Watt (kW). Sedangkan kekuatan mesin ditunjukkan oleh daya mesin, yaitu *horse power* (HP). Satu HP setara dengan 0.746 kW, atau dengan kata lain 1 kW setara dengan 1.34 HP.

Kurva kinerja pompa adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara *head* dalam satuan meter (m) dengan kapasitas debit dalam satuan meter kubik per detik (m<sup>3</sup>/s) atau liter per detik (l/s) dari pompa dengan spesifikasi tertentu.

Semakin tinggi *head*, kapasitas debit akan menurun. Sebaliknya apabila *head* semakin menurun, akan berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas debit pompa. *Head* atau dalam istilah lain disebut beda potensial, adalah perbedaan antara elevasi permukaan air dari sumber yang akan dipompa dengan elevasi permukaan lahan yang menjadi target irigasi.



Gambar 20. Kurva kinerja pompa : Ebara 100 SQPB dan Honda WT 40 X.



Gambar 21. Pemanfaatan air sungai melalui pompanisasi: (a) Pompanisasi Saluran Sekunder Pusakanegara, untuk irigasi di Kab. Indramayu (b) Pompanisasi S. Ciliuk, Desa Jaro, Kab. Tabalong, Kalsel.

### Embung

Embung adalah waduk mikro untuk memanen aliran permukaan dan curah hujan sebagai sumber irigasi suplemen di musim kemarau. Embung berfungsi sebagai tempat resapan yang dapat meningkatkan kapasitas simpanan air tanah, serta menyediakan air di musim kemarau.

Pemilihan lokasi embung senantiasa mempertimbangkan jarak dengan saluran air pada lahan dengan kemiringan antara 5-30%. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan laju pengisian embung dan pendistribusiannya ke lahan-lahan usaha tani. Untuk menekan kehilangan air melalui *perkolas*, pembuatan embung diutamakan dilakukan pada tanah-tanah yang memiliki tekstur liat dan atau lempung.

Pada beberapa lokasi yang memiliki struktur tanah labil, penguatan struktur tanah dengan konstruksi pasangan batu pada dinding embung mutlak dilakukan.

Seiring dengan berkembangnya teknologi material, saat ini tersedia bahan pelapis embung dari bahan HDPE (*High Density Polyethylene*). Bahan ini lebih dikenal dengan geomembran yang sangat cocok untuk melapisi permukaan embung pada tanah-tanah porous.

Konstruksi bangunan embung yang dilapisi dengan bahan geomembran HDPE bersifat fleksibel (tidak kaku), sehingga tidak mengalami kerusakan dan kebocoran (keretakan) jika terjadi deformasi. Misalnya, halnya bangunan embung yang menggunakan konstruksi kaku seperti beton, batu bata maupun batu kali yang rentan terhadap deformasi. Hal ini

karena geomembran HDPE mempunyai kemampuan mulur 13% sampai leleh dan mulur 700% sampai putus.



Gambar 22. Embung konstruksi pasangan batu di Gunung Sugih, Lampung Tengah (a) dan embung lapisan tanah di Naibonat, Kupang.



Gambar 23. Embung dengan pelapis geomembran di (a) Desa Girioto, Kec. Ngemplak Kab. Boyolali dan (b) Lokasi PENAS XV, Banda Aceh.



Gambar 24. Desain embung geomembran.

Ada beberapa keuntungan dalam penerapan embung. *Pertama*, menyimpan air yang berlimpah di musim hujan, sehingga aliran permukaan, erosi dan bahaya banjir di daerah hilir dapat dikurangi serta memanfaatkan air di musim kemarau. *Kedua*, dapat menunjang pengembangan usaha tani di lahan kering, khususnya subsektor tanaman pangan, perikanan dan peternakan. *Ketiga*, menampung tanah tererosi, sehingga memperkecil sedimentasi ke sungai.

Adapun kelemahannya adalah penerapan embung akan mengurangi luas areal lahan yang dapat dikelola petani. Selain itu, perlu tambahan biaya dan tenaga untuk pemeliharaan, karena daya tampung embung berkurang akibat adanya sedimen yang ikut tertampung. Kelemahan lainnya, jika dilapisi plastik tentunya membutuhkan tambahan biaya.

### Long Storage

*Long Storage* adalah tampungan air memanjang berfungsi menyimpan luapan aliran permukaan dan curah hujan sebagai sumber irigasi suplementer di musim kemarau. *Long Storage* memiliki fungsi yang sama dengan embung. Kelebihan *long storage* dibandingkan dengan embung adalah lebih efisien dalam pemanfaatan lahan tapak.

Pembuatan embung umumnya berdampak pada pengurangan luas areal lahan yang dikelola petani. Sebab, pembangunannya menggunakan lahan yang sudah dimanfaatkan untuk budidaya. Sedangkan pembuatan *long storage* tidak mengurangi luas lahan yang diolah karena dapat dibuat dengan cara memanfaatkan saluran drainase yang sudah ada.

Dengan membangun pintu air pada *inlet* dan *outlet* saluran *drainase* yang dapat dibuka tutup, saluran *drainase* dapat dikondisikan memiliki fungsi ganda. Selain, sebagai saluran untuk menyalurkan dan membuang kelebihan air saat musim hujan, juga dapat berfungsi sebagai tempat menyimpan air di saat kemarau.

Persyaratan utama lokasi pembuatan *long storage* adalah dekat dengan sumber air yang dapat berupa saluran irigasi, aliran permukaan dari daerah tangkapan air (DTA) dengan luas yang cukup nyata (>30 ha), atau sungai yang memiliki karakteristik aliran pasang surut maupun aliran sepanjang tahun.

Lahan calon lokasi *long storage* harus datar dengan kemiringan kurang dari 1%. Bendung dengan pintu *Stop Log* (skot balok) perlu dibuat pada setiap jarak 500 m. Pintu dalam kondisi terbuka selama musim hujan (MH), dan ditutup menjelang akhir musim hujan.



Gambar 25. Survei dan desain pembuatan Long Storage.



Gambar 26. Long storage kecamatan Sindang, Kab. Indramayu (a), Pintu Air pada Long Storage di Merauke (b).

### Sumur Dangkal

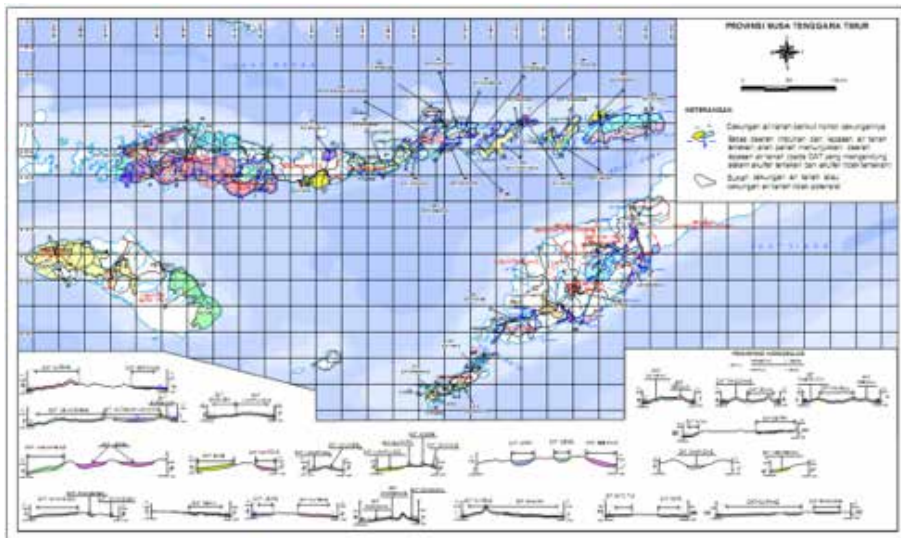
Sumur dangkal adalah sumur gali berdiameter lebih kurang 1 m berkedalaman <20 m. Teknologi ini merupakan teknologi sederhana

pemanfaatan air tanah untuk mengirigasi tanaman palawija ataupun hortikultura.

Sumur dangkal sebaiknya dibuat pada daerah cekungan air tanah (CAT). Peta CAT skala 1:500.000 yang dikeluarkan Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi, departemen ESDM sudah tersedia untuk seluruh wilayah Indonesia.

Pembuatan sumur dangkal relatif membutuhkan biaya rendah dan dapat dibuat dengan proses penggalian secara manual menggunakan cangkul dan linggis yang dapat selesai hanya dalam beberapa hari untuk kedalaman minimal 6 meter.

Setelah penggalian tanah, untuk mencegah dinding sumur roboh dapat diperkuat dengan pemasangan buis beton diameter 80 cm dan tinggi 1 meter sebanyak 6 buah.



Gambar 27. Peta Cekungan Air Tanah (CAT) Provinsi NTT yang dikeluarkan oleh Pusat Lingkungan Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM.



Gambar 28. Pengembangan 1000 sumur dangkal untuk mengairi lahan 2000 ha di 2 kecamatan di Kabupaten TTS, NTT (a) dan Kabupaten Grobogan, Jateng (b).

Di beberapa sentra pertanian lahan sawah dan lahan kering yang masuk wilayah cekungan air tanah, pembuatan sumur dangkal dapat membantu penyediaan irigasi suplementer.

Selama musim tanam (MT) 2 dan MT 3 (Juni s/d Oktober) untuk tanaman palawija maupun hortikultura, satu unit sumur dangkal berpotensi untuk menyediakan kebutuhan irigasi palawija dan hortikultura seluas 1 ha.

Berdasarkan perintah dan penugasan Menteri Pertanian, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) pada tahun 2016 telah melakukan kajian penentuan lokasi indikatif pengembangan infrastruktur panen air pada lahan sawah dan lahan kering yang masih memiliki Indeks Pertanaman satu kali tanam per tahun (IP 100). Karena pertimbangan cakupan kajian yang sangat luas (4 juta ha) yang meliputi 34 provinsi di Indonesia, kajian ini telah dilakukan melalui pendekatan GIS menggunakan perangkat lunak **ArcGIS Ver. 10.2.2**.

Bahan analisis adalah jenis dan skala peta yang telah tersedia saat ini di beberapa kementerian dan lembaga. Hasil analisis disajikan pada tabel rekapitulasi luas dan sebaran jenis infrastruktur panen air per pulau seperti tercantum dalam tabel berikut:

*Tabel 6. Sebaran luas dan jenis infrastruktur panen air per pulau hasil analisis spasial menggunakan beberapa peta tematik skala 1:250.000 dan perangkat lunak ArcGIS 10.2.2.*

Pulau	Dam Parit	Embung	Long Storage	Pemanfaatan Sungai	Sumur Dangkal	Jumlah
			Luas (ha)			
Sumatera	312.533	218.327	13.500	655.561	6.555	1.206.476
Jawa	75.595	130.695	29.044	486.012	2.989	724.334
Kalimantan	132.866	282.167	13.230	912.053	2.386	1.342.702
Sulawesi	68.180	87.549	19.175	428.537	5.431	608.872
Bali dan Nusa Tenggara	15.576	30.778	8.847	58.558	4.117	117.876
Maluku dan Maluku Utara	5.656	3.999	4.948	8.384	1.229	24.216
Papua	1.663	5.631	2.295	17.460	1.632	28.681
Jumlah	612.068	759.147	91.039	2.566.565	24.339	4.053.157

Badan Litbang Pertanian dan Ditjen PSP, Kementan telah membentuk tim untuk memverifikasi data sebaran infrastruktur hasil analisis GIS. Tim telah mendatangi beberapa desa lokasi calon infrastruktur seperti yang terdaftar dalam tabel hasil analisis. Tim memverifikasi lokasi calon infrastruktur dan menggali beberapa informasi penting seperti, karakteristik calon infrastruktur, potensi luas, penggunaan lahan aktual, kemiringan lahan, karakteristik sumber air meliputi jenis sumber air serta potensinya.

Data dan informasi lokasi dan jenis infrastruktur panen air hasil verifikasi lapangan selanjutnya diserahkan ke Kemendesa untuk disimpan dalam basis data digital sistem informasi SIPPERDES (Strategi Intervensi Pembangunan dan Pemberdayaan Masyarakat Desa) (psdattg.ppm.d.kemendesa.id).

Gambar 29 menyajikan peta sebaran luas dan jenis infrastruktur panen air per pulau hasil analisis spasial yang telah diverifikasi lapangan dan akan segera dibangun menggunakan dana Kemendesa. Total luas layanan irigasi dari infrastruktur panen air yang akan dibangun dengan dana desa mencapai total luas 748.782 ha.



*Gambar 29. Peta Sebaran luas dan jenis infrastruktur panen air per pulau hasil analisis spasial yang telah di verifikasi lapangan dan akan segera dibangun menggunakan dana Kemendesa.*

## ■ Jalan Usaha Tani

Jalan Usaha tani (JU) merupakan prasarana transportasi pada kawasan pertanian (tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan peternakan) yang berhubungan dengan jalan desa. Pengembangan JU merupakan upaya pembangunan, peningkatan kapasitas dan rehabilitasi jalan,

terutama pada kawasan sentra usaha tani tanaman pangan, hortikultura, perkebunan rakyat dan peternakan. JU sebagai akses pengangkutan sarana usaha tani, hasil usaha tani dan alat mesin pertanian.

Manfaat JU sangat strategis, terutama memberi akses transportasi pengangkutan dan mobilitas orang beserta segenap prasarana pendukung usaha tani menuju lokasi kegiatan. Transportasi dan mobilitas termasuk kegiatan mengangkut sarana produksi, hasil produk pertanian dari lahan menuju pemukiman, tempat penampungan sementara/pengumpulan, pasar atau tempat lainnya.

Tujuan kegiatan pengembangan jalan usaha tani adalah:

1. Mempercepat transportasi sarana usaha tani dan alat mesin pertanian dari kawasan permukiman (dusun dan desa) ke lahan usaha tani.
2. Mempercepat pengangkutan produk pertanian dari lahan usaha menuju sentra pemukiman, pemasaran dan pengolahan hasil pertanian.
3. Mengurangi biaya/ongkos transportasi sebagai komponen biaya usaha tani.

Sejalan dengan program pemerintah untuk swasembada pangan, sekaligus menciptakan lumbung pangan dunia yang berorientasi kepada prinsip kedaulatan pangan, maka kegiatan-kegiatan pengembangan jalan usaha tani menjadi penting untuk dilakukan.

Pengembangan jalan usaha tani mencakup kegiatan pembuatan, peningkatan kapasitas, dan rehabilitasi yang dirinci sebagai berikut:

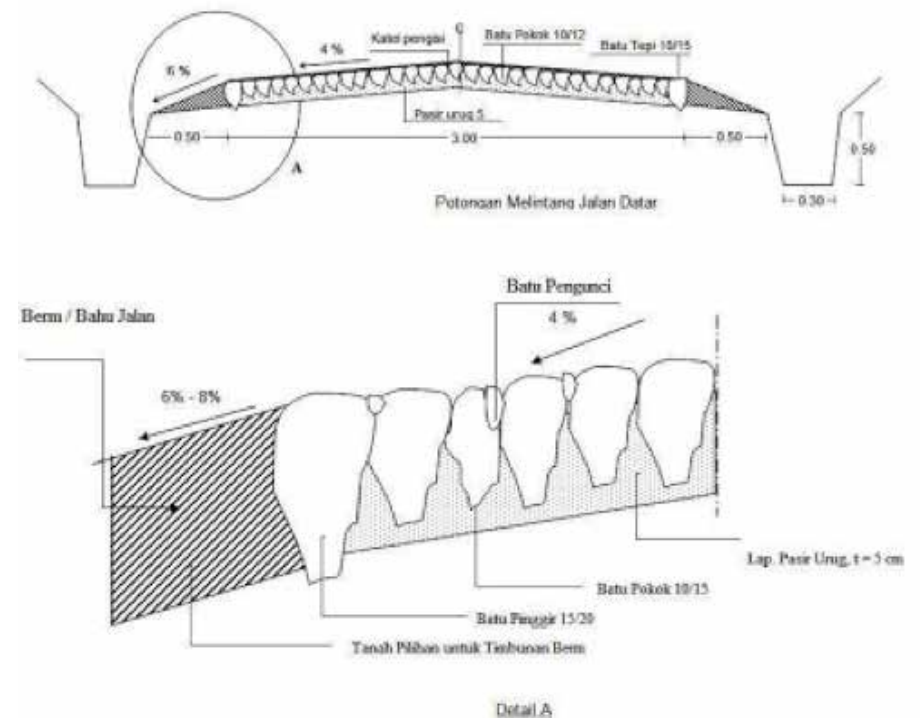
1. Pembuatan jalan usaha tani adalah membuat jalan baru sesuai kebutuhan.
2. Peningkatan kapasitas jalan usaha tani adalah upaya peningkatan dari kondisi yang sudah ada untuk ditingkatkan tonase/kapasitas dukung beban, sehingga bisa dilalui kendaraan yang lebih berat/lebih besar.
3. Rehabilitasi jalan usaha tani adalah memperbaiki jalan usaha tani yang sudah rusak tanpa ada peningkatan kapasitas.

### Standar teknis

Dalam pembuatan JU standar teknis yang harus diikuti adalah sebagai berikut:

1. Panjang JU antara 50-100m/ha (tergantung kondisi lahan).
2. JU utama lebar atas 3 m dan lebar bawah 4 m. Sedangkan JU-cabang lebar atas 2 m dan lebar bawah 3 m.
3. Tinggi jalan antara 0,25-0,70 m di atas permukaan lahan.
4. Konstruksi tanah diperkeras batuan dan di sebelah bahu jalan (kiri dan kanan) dibuat saluran pembuangan air.
5. Lebar saluran pembuangan air (drainase) antara 40-60 cm dengan kedalaman  $\pm$  50 cm.

Penentuan lokasi JU diusahakan pada areal lahan usaha tani dengan luas hamparan minimal 25 ha pada daerah bukaan baru dan kawasan sentra produksi pangan. Petani pada lokasi JU harus mau melepaskan sebagian lahannya tanpa ganti rugi untuk pembangunan jalan usaha tani. Pemeliharaan JU setelah selesai konstruksi dilakukan petani atau kelompok tani.



Gambar 30. Desain jalan usaha tani.

## Kriteria

Kriteria JU Utama adalah:

1. Menghubungkan pemukiman dengan lahan.
2. Blok lahan dengan blok lahan.
3. Jalan raya dengan blok lahan.
4. Setara dengan jalan Kelas III (beban jalan 3,5 ton) dengan perkerasan.

Sedangkan JU Cabang mempunyai kriteria:

1. Petak lahan dengan jalan utama.
2. Setara jalan Kelas IV (beban jalan 2 ton), dengan atau tanpa perkerasan.

Lingkup pekerjaan pembuatan jalan meliputi pekerjaan penyiapan tanah dasar (*subgrade*) terdiri atas pekerjaan :

1. Pembersihan daerah milik jalan.
2. Pengupasan lapisan tanah atas.
3. Penggalian.
4. Penimbunan.
5. Pembuatan parit jalan.
6. Pengerasan lapisan fondasi bawah/LPB kelas C (timbunan pilihan).  
Tebal lapisan kelas C ( timbunan pilihan ) untuk jalan penghubung dan poros ditetapkan minimal 20 cm dengan tingkat kepadatan sesuai dengan gambar rencana. Untuk JU ditetapkan tebal lapisan kelas C (timbunan pilihan) 20 cm. Jika pada suatu lokasi tidak terdapat bahan material timbunan tanah pilihan (kelas C) dapat diganti dengan material lain setelah disetujui asisten teknik/Direksi/Pengawas Lapangan.
7. Kemiringan arah melintang:
  - a. 2% untuk bagian perkerasan jalan
  - b. 2% untuk bahu jalan

Dalam kegiatan pengembangan JU apabila memang diperlukan, termasuk pula pembangunan prasarana pelengkap mobilitas orang maupun sarana pertanian berupa jembatan, gorong-gorong, parit drainase, penentuan bahu jalan (daerah milik jalan, DMJ). Jalan usaha tani mempunyai dimensi:

1. DMJ lebar 50 cm dengan lebar badan jalan 300 cm.
2. DMJ lebar 60 cm untuk lebar jalan 400 cm.

Pekerjaan lanjutan pembuatan jalan usaha tani setelah mempersiapkan dimensi DMJ dan lebar badan jalan adalah melakukan pembersihan

permukaan tanah rencana jalan dari segala macam tumbuhan, pohon, semak-semak, sampah-sampah, pencabutan seluruh tunggul-tunggul dan akar tanaman ataupun sisa konstruksi serta sisa-sisa material lainnya. Pemotongan tanaman, tunggul maupun akar biasanya menggunakan gergaji mesin. Sedangkan perataan permukaan tanah menggunakan *bulldozer*.

Perataan tanah DMJ dan badan jalan dimulai dengan membuang atau menimbun permukaan setebal 30 cm mengikuti gambar desain teknis yang sudah ditetapkan dan disepakati. Pengerjaan pengupasan atau penimbunan permukaan tanah kemudian diikuti dengan pemadatan. Sangatlah dimungkinkan lapisan permukaan tanah yang digali dipindahkan ke lahan lain yang masih memerlukan perataan karena lapisan tanah atas yang dipindah dapat untuk menimbun lahan lain yang memerlukan.

Lapisan atas tanah yang dipotong untuk jalan usaha tani pada umumnya bersifat subur, sehingga dapat dipakai menimbun lahan yang akan dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya tanaman.

## Penimbunan

Penimbunan dilakukan pada bagian-bagian tanah yang rendah untuk disesuaikan dengan desain rencana teknis yang diinginkan. Tanah timbunan harus bebas dari sisa-sisa rumput, akar-akaran dan lain-lain dan agar mencapai nilai CBR (*California Bearing Rasio*, nilai kualitas tanah dasar, dibanding nilai batu pecah 100%) minimum 4% rendam air.

Pada tanah yang lembek permukaannya harus dibuang terlebih dahulu, kemudian diganti dengan tanah yang baru, sehingga memenuhi persyaratan nilai CBR yang ditentukan untuk kualitas kelas jalan yang diinginkan.

Dasar badan jalan yang basah (rawa, lumpur) dapat menggunakan *knoppel* (gambangan/para-para/patok pancang) dari kayu tahan air (kayu gelam atau sejenisnya) yang disusun sepanjang jalan yang sangat lembek. Kemudian baru ditimbun dengan tanah yang sesuai petunjuk pengawas teknik.

Proses penimbunan harus dilakukan lapis demi lapis setebal maksimum 20 cm padat setiap lapisnya. Proses pemadatan setiap lapisannya harus dilakukan pada kadar air optimum dan mencapai kepadatan 95% dengan pemeriksaan kepadatan *standar manual* PB.001(1) 76 atau pedoman pemeriksaan badan jalan No. 01/NM/BM/197/(6). Untuk kepadatan lapisan paling atas/akhir, harus mencapai angka 100%. Pada timbunan yang tinggi, pelaksanaannya dibuat bertangga agar tidak mudah longsor sesuai dengan petunjuk petunjak petunjak teknik.

### Penggalian

Penggalian atau pemotongan tanah diperlukan pada kondisi lahan calon Jl dengan sudut kemiringan > 20% dan disesuaikan dengan rencana gambar teknisnya. Penggalian dilakukan apabila:

1. Sudut kemiringan lahan > 20%.
2. Diapit tebing kanan kiri untuk mendapatkan lebar badan jalan yang direncanakan dengan kemiringan 1:1 atau sesuai dengan petunjuk petunjak petunjak teknik. Dinding tebing terpotong di kiri kanan jalan harus dirapikan dengan kemiringan maksimum 45 derajat. Pada ketinggian tebing 2 m dibuat per tangga atau sesuai dengan gambar rencana. Kemiringan/kelandaian pemotongan melintang dan memanjang badan jalan harus sesuai gambar desain rencana, permukaan badan jalan harus dapat mengalirkan air hujan (tidak boleh terdapat genangan air di permukaan badan jalan).
3. Pada puncak pendakian, sebelum mulai menurun harus ada daerah jalan yang rata minimum sepanjang 30 m. Begitu pula pada akhir penurunan sebelum pendakian. Pemotongan tebing harus dilakukan dengan rapi dan langsung dibentuk badan jalan sesuai dengan gambar rencana. Tanah bekas galian harus ditempatkan dan diratakan pada daerah yang ditentukan sekaligus dipadatkan. Pemadatan badan jalan dilakukan sampai mencapai angka kepadatan yang disyaratkan dan disetujui petunjak petunjak teknik.

Pemadatan badan jalan dilakukan lapis demi lapis setebal maksimum 20 cm setiap lapis. Selain itu harus mencapai kepadatan 95% dari maksimum sesuai standar PB.011 (1) 76 (AASHTO-99-74, ASTM D-698- 70) manual pemeriksaan badan jalan No.01/MN/BM/197 (6).

### Perbengkelan

Pengembangan mekanisasi pertanian tidak bisa berdiri sendiri pengadaan alat dan mesin pertanian. Namun harus didukung komponen pendukung, salah satu di antaranya adalah perbengkelan. Bengkel dapat diartikan sebagai tempat yang dilengkapi dengan peralatan (*tools*) untuk merekayasa, memperbaiki dan memelihara alat dan mesin pertanian, dengan berbagai tingkat kecanggihan alat dan mesin pertanian dan peralatan perbengkelannya.

Pada tingkat yang paling sederhana, setelah petani membeli atau menerima bantuan alsintan, mereka perlu merawat alsin tersebut agar selalu dalam keadaan siap untuk dioperasikan. Perawatan yang perlu dilakukan secara rutin sebelum dan setelah alsintan digunakan antara lain:

- a. Membersihkan bagian mesin dari kotoran tanah, lumpur, debu dan air.
- b. Mengecek pelumas, bahan bakar, saringan udara.
- c. Mengencangkan baut/mur yang kendur.
- d. Menyetel regang tali penerus daya dan regang kopleng.

Untuk keperluan tersebut diperlukan kelengkapan dan peralatan sederhana. Antara lain, buku petunjuk operasi dan pemeliharaan, peralatan pembersih seperti kain lap, kuas, sikat, kunci pas/ring, tang, obeng dan peralatan bengkel sederhana lainnya.

Bengkel perawatan dan peralatannya untuk operasi rutin seyogyanya dimiliki setiap pemilik alsintan atau UPJA, sehingga alat dan mesin pertanian yang digunakan untuk melayani operasi budidaya pertanian selalu dalam keadaan siap operasi. Pada kondisi ini diperlukan operator terlatih untuk mengoperasikan dan merawat alsintan.

Perkakas bengkel untuk perawatan minimum yang harus disiapkan seperti terlihat dalam daftar di bawah ini.

- A. Perkakas yang sangat disarankan ada yakni:
  1. Peralatan pembersih (kain lap, kuas, sikat kawat)
  2. Kunci Inggris (*Adjustable spanner*)
  3. Kunci kombinasi pas dan ring
  4. Obeng + (plus) dan –(minus)
  5. Tang kombinasi

6. Tang potong
7. Palu
8. Kikir persegi, setengah bulat dan segitiga
9. Ragum
10. Oil can
11. Alat angkat/ dongkrak
12. Gergaji besi manual (*hack saw*)
13. Pompa angin
14. Pompa air tekanan tinggi

B. Perkakas pilihan:

1. *Anvil*
2. *Ekstraktor*
3. Gerinda portabel
4. Bor tangan
5. Las listrik

Pada tingkat berikutnya setelah mesin dipakai pada rentang waktu yang lama, biasanya beberapa komponen mesin mulai aus, sehingga mulai terjadi penyimpangan atau gangguan yang menyebabkan kinerja alsintan mulai menurun. Penyimpangan-penyimpangan tersebut antara lain, tenaga motor penggerak/*engine* menurun, kopling mulai slip, roda sangkar bengkok, bagian mesin mulai berbunyi berisik, bergetar dan suhu mesin atau oli tidak normal.

Untuk mengatasi hal ini, diperlukan buku katalog alsintan lengkap dengan bagian-bagiannya, buku petunjuk perawatan dan perbaikan mesin, peralatan bengkel yang diperlukan untuk memperbaiki mesin yang rusak.

Pada tahapan ini diperlukan teknisi yang memahami dan terampil dalam perawatan dan perbaikan mesin pertanian, ketersediaan bengkel dan peralatan untuk pengecekan, penggantian komponen mesin yang aus/rusak dan penyetelan. Termasuk juga, perbaikan saat turun mesin (*overhauled*), penyetelan komponen mesin bagian dalam, perbaikan *implement*, seperti roda sangkar, batang penggandeng, bajak, *rotary*, dll. Hal penting lainnya adalah ruangan bengkel harus cukup untuk kegiatan tersebut.

Untuk melakukan perbaikan, sebuah bengkel bengkel alsintan harus mempunyai peralatan antara lain:

A. Perkakas yang sangat disarankan

1. Kunci Inggris (*Adjustable spanner*)
2. Kunci kombinasi pas dan ring
3. Kunci L
4. Kunci torsi
5. Obeng + (plus) dan – (minus)
6. Obeng ketok (*impact screw driver*)
7. Tang kombinasi
8. Tang potong
9. Palu besi
10. Palu karet
11. Palu plastik
12. *Screw clamp*
13. Landasan palu/*anvil*
14. Kikir persegi, setengah bulat dan segitiga
15. Ragum
16. *Oil can*
17. *Grease gun*
18. Alat angkat/dongkrak
19. Gergaji besi manual (*hack saw*)
20. Kompresor
21. *Air gun*
22. *Engine cleaner*
23. *Spray gun*
24. *Ekstraktor* berbagai tipe
25. Gerinda portabel
26. Bor tangan
27. Las listrik
28. Genset/ *power supply*
29. Meja kerja
30. *Part cleaner* basin

B. Perkakas pilihan

1. *Hydraulic Press*
2. Gunting plat
3. Penekuk plat
4. Pembengkok pipa

5. Bor duduk
6. Gerinda duduk
7. *Hydraulic jack*
8. Peralatan angkat, seperti *tackle*, *chain block*, gawang
9. Lemari untuk menyimpan peralatan dan komponen mesin
10. *Trolley* perkakas
11. Mesin bubut

Bengkel perbaikan alsintan harus memenuhi persyaratan antara lain:

1. Ruangan beratap dan berdinding yang cukup luas untuk perbaikan maupun *overhaul*.
2. Mempunyai teknisi terlatih untuk perbaikan maupun turun mesin

Bengkel ini sebaiknya untuk melayani 1-3 setingkat *brigade* alsintan dengan jumlah antara 50-100 unit alsintan atau satu kecamatan.

Pada tingkat ketiga adalah bengkel rekayasa alat dan mesin pertanian sederhana. Bengkel ini bisa untuk perbaikan dan membuat peralatan sederhana, seperti kelengkapan traktor (bajak, glebeg, garu), alat tanam sederhana, mesin perontok biji-bijian dan peralatan sederhana lainnya.

Bengkel ini harus mempunyai tenaga yang mampu dalam merencanakan kebutuhan mesin pertanian dan kelengkapannya. Meliputi, jenis, kapasitas, jumlah, kesesuaian dengan kondisi agroekosistem. Selain itu, tenaga insinyur/*engineer* terampil dalam merekayasa peralatan dan kelengkapan alsintan sederhana. Tenaga lain yang diperlukan adalah untuk perbaikan alsintan dan kelengkapannya.

Bengkel harus mempunyai ruang kerja beratap dan tertutup untuk penempatan alsintan yang diperbaiki, direkayasa serta peralatan bengkelnya.

- A. Perkakas yang sangat disarankan ada.
  1. Perkakas yang ada pada bengkel perbaikan
- B. Perkakas pilihan
  1. Mesin las titik
  2. Mesin milling manual
  3. Mesin gunting plat hidrolis
  4. Mesin tekuk plat hidrolis

Bengkel ini sebaiknya ditempatkan di kabupaten sebagai pusat perbaikan dan modifikasi alsintan di tingkat kabupaten. Dengan demikian, mesin pertanian yang dioperasikan sesuai dan siap untuk operasi budidaya sampai dengan pasca panen produk pertanian.

Di tingkat propinsi diperlukan bengkel yang mempunyai fungsi untuk rekayasa alsintan spesifik lokasi untuk membantu bengkel alsintan kabupaten merekayasa alsintan dan *implement* sederhana. Di bengkel tersebut juga harus ada laboratorium pengujian yang dapat menguji alsintan dalam rangka sertifikasi dan pengawasan mutu alsin.



Gambar 31. Mesin konvensional.

Peralatan bengkel yang diperlukan adalah yang direkomendasikan pada bengkel perbaikan dan rekayasa di tingkat kabupaten. Ditambah peralatan pengujian lapang dan laboratorium alsintan sederhana antara untuk mesin perontok biji, mesin tanam, *sprayer* dan mesin pengering.

Untuk mencapai target yang sudah dituangkan dalam *grand strategy* pengembangan mekanisasi pertanian mendukung pencapaian surplus dan ekspor pangan, serta ekspor alsintan, diperlukan kelembagaan

yang kuat dan sarana, serta pra sarana pendukungnya. Untuk menghasilkan teknologi alat dan mesin modern, diperlukan peralatan desain dan rekayasa modern berbasis digital (CNC) dan peralatan pengujian lengkap agar produk alsintan Indonesia menang bersaing dengan produk alsintan dari negara lain.

Kerja sama antar lembaga pemerintah dan swasta dalam membangun industri alsintan yang maju sangatlah diperlukan. Kerja sama ini meliputi kerja sama dengan Kementerian terkait dengan penyediaan bahan baku dan suku cadang alsintan, Kementerian perdagangan, BUMN industri permesinan, Perbankan, serta industri alsintan.

Penelitian dan pengujian alsintan untuk menghasilkan prototipe alsintan yang sesuai untuk kondisi Indonesia. Karena itu memerlukan SDM yang mampu dan cukup, sarana desain, merekayasa dan prototyping yang canggih. Selain itu juga harus ada peralatan dan instrumen pengujian yang mampu menguji seluruh jenis alsintan yang dipersyaratkan SNI dan *international standard*.

Di tingkat pusat, Balai Besar Pengembangan (BBP) Mekanisasi Pertanian, Balitbang Kementerian Pertanian telah didirikan untuk memwadahi program tersebut. Rancangan alsintan yang dihasilkan BBP Mektan dapat diperbanyak oleh bengkel rekayasa kabupaten dan propinsi untuk disesuaikan dengan kondisi wilayahnya. Sarana dan prasarana rekayasa dan pengujian di Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian antara lain:

**A. Laboratorium desain yang dilengkapi dengan :**

1. Komputer untuk desain dengan kapasitas tinggi
2. *Software* untuk desain dan simulasi
3. *3D scanner*
4. *3D Printer*
5. *Printer A2*



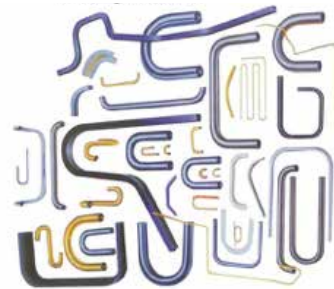
Gambar 32. Laboratorium CNC dengan Komputer untuk desain dengan berbagai software dan 3D printer untuk pemodelan komponen mesin.



Gambar 33. Alat dan mesin CNC.



CNC Turn Mill



Gambar 34. CNC Turret punch dan CNC Pipe Binder.

Gambar 35. CNC shear dan CNC surface and Cylindrical Grinder.



Gambar 36. CNC EDM machining tools.

## B. Laboratorium pengujian

### 1. Traktor Roda 2



Gambar 37. Test rig untuk uji power pada poros traktor roda 2 dan uji konsumsi bahan bakar.

### 2. Traktor Roda 4



Gambar 38. Test rig untuk uji power pada poros traktor roda 4 dan uji konsumsi bahan bakar.

### 3. Pompa Air



Gambar 39. Test rig untuk pengujian pompa air.

Untuk kegiatan perancangan, diperlukan tenaga fungsional perancang dan teknisi Litkayasa yang mempunyai latar belakang ilmu, kemampuan dan keterampilan bidang perancangan alat dan mesin pertanian.

## Pengolahan Lahan

Tanaman memerlukan media untuk tumbuh dan berkembang. Media yang sangat penting dan paling esensial yaitu tanah. Tahapan proses pada budidaya pertanian meliputi proses pra panen (*on farm*) dan proses pasca panen (*off farm*).

Awal kegiatan pra panen adalah pengolahan tanah (*soil tillage*). Definisi pengolahan tanah adalah proses untuk mengubah sifat fisik tanah dan memperbaiki struktur tanah, memecahkan gumpalan-gumpalan tanah menjadi butiran-butiran tanah yang lebih halus dan gembur dengan cara memotong, membalik, memecah atau membongkar tanah, serta mengatur permukaan tanah, sehingga bisa ditanami sesuai tujuan penanaman.

Hal penting dalam pengolahan tanah, selain menjamin struktur dan porositasnya adalah untuk menjamin keseimbangan antara air, udara, dan suhu dalam tanah. Karena itu, pengolahan tanah mutlak perlu untuk menciptakan lingkungan yang baik untuk pertanaman (Anonymous, 1983)

### Macam-macam Sistem Pengolahan Tanah

#### 1. Pengolahan Tanah Sempurna

Pengolahan tanah secara sempurna yaitu pengolahan yang meliputi pengolahan tanah pertama, pemupukan dan pengolahan tanah kedua. Pembajakan meliputi kegiatan, pembongkaran, pembalikan dan penghancuran tanah. Kemudian pemberian pupuk kandang dilanjutkan dengan penggaruan (biasanya dengan *rotary*) yang meliputi kegiatan penghancuran tanah menjadi butiran kecil serta meratakannya.

#### 2. Pengolahan Tanah Minimum

Pengolahan tanah dengan olah minimum meliputi pembajakan (tanah dibongkar, dibalik, dan dihancurkan), kemudian penggaruan (tanah diratakan). Pada pengolahan tanah ini biasanya untuk lahan persawahan.

#### 3. Tanpa Olah Tanah (TOT)

Pengolahan tanah ini hanya meliputi penyemprotan herbisida guna membunuh atau menghilangkan gulma pada lahan. Kemudian ditunggu hingga gulma mati dan lahan siap untuk ditanami. Pengolahan lahan ini biasanya digunakan sistem tajuk dalam proses penanamannya.

Pengolahan tanah dapat secara konvensional dengan menggunakan tenaga hewan ternak (sapi, kerbau, dan kuda) atau secara modern menggunakan teknologi mekanisasi dengan perkakas bajak dan garu yang di gandengkan dengan traktor. Pengolahan menggunakan traktor lebih efisien dan efektif, sehingga kapasitas kerjanya cukup tinggi, pekerjaan lebih cepat, diselesaikan dalam waktu relatif lebih singkat dan mutu pekerjaan bertambah baik, serta mengurangi kejerihan kerja.

Mekanisasi pengolahan tanah di lahan kering atau basah menggunakan traktor beserta peralatannya tidak secara langsung meningkatkan produksi (seperti halnya pupuk). Namun merupakan sarana produksi yang mampu meningkatkan kapasitas dan efisiensi kerja. Pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas kerja.

Pengolahan tanah dibedakan menjadi dua tahap. *Pertama*, pengolahan tanah pertama (pembajakan). *Kedua*, pengolahan tanah kedua (penggaruan). Dalam pengolahan tanah pertama, tanah dipotong, kemudian dibalik agar sisa tanaman dan gulma yang ada di permukaan tanah terpotong dan terbenam.

Kedalaman pemotongan dan pembalikan tanah umumnya antara 15-20 cm. Pengolahan tanah kedua, bertujuan menghancurkan bongkahan tanah hasil pengolahan tanah pertama yang besar menjadi lebih kecil. Sedangkan sisa tanaman dan gulma yang terbenam dipotong lagi menjadi lebih halus, sehingga akan mempercepat proses pembusukan.

Pengolahan tanah secara tradisional, cangkul merupakan alat pengolah tanah yang masih digunakan sampai saat ini dan umumnya untuk lahan yang sempit. Fungsi cangkul adalah mencungkil, menggali dan meratakan tanah.

Dilanjutkan dengan mengolah tanah kedua menggunakan alat garu atau garpu tanah. Alat itu bentuknya seperti garpu dan memiliki tangkai, berfungsi menghaluskan dan meratakan tanah agar tanah siap ditanam.

Pada pengolahan tanah menggunakan tenaga traktor, berdasarkan jumlah rodanya traktor dibagi menjadi dua yaitu traktor roda dua dan traktor roda empat. Traktor roda dua (*walking type*) dioperasikan dengan sistem kopling kendali untuk berbelok. Orang yang mengoperasikan (operator) memegang kedua stang kendali dan berjalan mengikuti arah traktor.

Sementara traktor roda empat sistem pengoperasiannya menggunakan sistem kemudi dan bekerja seperti mengemudikan mobil. *Implemen* atau peralatan yang dipakai pada dua jenis traktor tersebut dibedakan berdasarkan tahap pengolahan tanahnya yaitu pengolahan tanah pertama dan pengolahan tanah kedua.

Masing-masing tahapan memiliki fungsi yang berbeda-beda. Pada pengolahan tanah pertama berfungsi untuk membongkar tanah, membalikkan tanah, serta menghancurkan tanah. Alat-alat dalam pengolahan tanah pertama ialah, bajak singkal, baja piring, bajak rotari, bajak *chisel* dan bajak *sub-soil*.

Sedangkan pada pengolahan tanah kedua berfungsi menghancurkan tanah menjadi butiran tanah yang lebih kecil, menggemburkan dan meratakan tanah. Alat-alat pada pengolahan tanah kedua ialah, garu piringan, garu paku, garu pegas, garu rotari, garu khusus, *land roller* dan *pulverizers*.

## Alat Pengolahan Tanah Tradisional



Gambar 40. Cangkul.



Gambar 41. Bajak.



Gambar 42. Garu.



Gambar 43. Cetok tanah.

## Alat Pengolah Tanah Modern

Berdasarkan cara pengolahannya alat pengolah tanah dibedakan menjadi dua yaitu alat pengolahan tanah pertama dan alat pengolahan tanah kedua.

### 1. Pengolahan Tanah Pertama:

#### a. Bajak Singkal (*Moldboard plow*)

Bajak singkal termasuk jenis bajak yang paling tua. Di Indonesia jenis bajak singkal inilah yang paling umum digunakan petani, dengan cara digandengkan ke traktor roda dua. Bagian terpenting dari bajak singkal adalah mata bajak yang berfungsi untuk mengolah tanah dengan cara memotong dan membalik tanah.



Gambar 44. Bajak Singkal.

## b. Bajak Piringan (Disk plow)

Kelemahan bajak singkal diperbaiki oleh bajak piringan. Bajak piringan cocok untuk bekerja pada tanah yang lengket, tidak mengikis dan kering, tanah berbatu, atau banyak sisa-sisa akar, tanah gambut, serta untuk pembajakan tanah yang berat dan bajak singkal tidak dapat masuk.

Namun penggunaan bajak piringan ini untuk pengolahan tanah ada juga kelemahannya. Di antaranya, tidak dapat menutup seresah dengan baik, bekas pembajakan tidak dapat betul-betul rata, hasil pengolahan tanahnya masih berbongkah-bongkah meski untuk lahan yang erosinya besar. Hal ini justru dianggap menguntungkan.



Gambar 45. Bajak Piring.

## c. Bajak Rotari atau Bajak Putar (Rotary plow)

Pengolahan tanah dengan menggunakan bajak singkal dan piringan, diperoleh bongkah-bongkah tanah yang masih cukup besar. Biasanya diperlukan tambahan pengerjaan untuk mendapatkan kondisi tanah yang lebih halus lagi.

Dengan menggunakan bajak putar, pengerjaan tanah dapat sekali tempuh. Bajak putar/bajak rotary untuk pengolahan tanah kering ataupun tanah sawah. Kadang-kadang bajak putar ini digunakan untuk mengerjakan tanah kedua dan juga untuk penyiangan.

Penggunaan bajak putar untuk pengolahan tanah dapat diharapkan hasilnya baik, bila tanah dalam keadaan cukup kering atau basah

sama sekali. Untuk mengatasi lengketnya tanah pada pisau dapat dengan mengurangi jumlah pisau dan mempercepat putaran dari rotor dan memperlambat gerakan maju.



Gambar 46. Bajak rotari.

## d. Bajak Pahat (Chisel plow)

Bajak pahat untuk merobek dan menembus tanah guna keperluan perbaikan drainase. Bajak pahat adalah alat yang menyerupai pahat, berupa batang (bar) besi melengkung dengan ujung yang diasah (tajam) atau ujung skop sempit, yang disebut mata pahat atau chisel point.



Gambar 47. Bajak pahat.

### e. Bajak Tanah Bawah (*Sub soil plow*)

Bajak tanah bawah termasuk di dalam jenis bajak pahat, tapi dengan konstruksi yang lebih rigid. Fungsi bajak tanah bawah ini tidak banyak berbeda dengan bajak pahat. Namun dipergunakan untuk membuat robekan tanah dengan kedalaman mencapai 50-90 cm guna keperluan perbaikan drainase.

Bajak tanah bawah standar tunggal biasanya untuk membuat robekan tanah dengan kedalaman sampai 90 cm. Tenaga penarikannya menggunakan traktor dengan daya 60-85 HP. Untuk bajak tanah bawah jenis standar dua atau lebih, biasanya untuk pekerjaan yang lebih dangkal dari bajak tanah bawah jenis standar tunggal.



Gambar 48. Bajak tanah bawah.

## 2. Pengolahan Tanah Kedua

### a. Garu (harrow)

Garu biasanya untuk pengolahan tanah kedua setelah pengolahan tanah pertama (pembajakan). Garu juga dapat digunakan sebelum pembajakan. Yakni, untuk memotong rumput-rumput pada permukaan tanah dan menghancurkan permukaan tanah, sehingga terjadi keratan tanah (*furrow slice*). Garu juga dapat untuk penyiangan atau sebagai penutup biji-bijian yang ditanam secara sebar dengan tanah.



Gambar 48. Garu piring.

### b. Garu Paku

Garu paku berupa gigi yang bentuknya seperti paku. Dalam satu rangka diikat beberapa baris gigi. Garu ini untuk menghaluskan dan meratakan tanah setelah pembajakan. Selain itu juga dapat digunakan untuk penyiangan pada tanaman yang baru tumbuh.



Gambar 49. Garu paku.

### c. Garu Pegas

Garu pegas sangat cocok digunakan pada lahan yang mempunyai banyak batu atau akar-akar. Sebab, gigi-giginya dapat memegas (*indenting*) apabila mengenai gangguan. Kegunaan garu ini sama dengan garu paku, bahkan untuk penyiangan garu ini lebih baik. Sebab, dapat masuk ke dalam tanah lebih dalam.

#### d. Garu Rotari

Garu rotari ada dua macam yaitu, garu rotari cangkul (rotary hoe harrow) dan garu rotari silang (rotary cross harrow). Garu rotari cangkul merupakan susunan roda yang dikelilingi gigi-gigi berbentuk pisau yang dipasang pada as dengan jarak tertentu dan berputar vertikal. Putaran roda garu ini disebabkan tarikan traktor.

Garu rotari silang terdiri dari gigi-gigi yang tegak lurus terhadap permukaan tanah dan dipasang pada rotor. Rotor diputar horizontal yang gerakannya diambil dari putaran PTO. Dengan menggunakan garu ini, penghancuran tanah terjadi sangat intensif.



Gambar 51. Garu Rotari Cangkul (Rotary Hoe Harrow).

#### e. Garu Khusus

Yang termasuk dalam garu khusus adalah weeder-mulcher dan soil surgeon. Weeder-mulcher adalah alat untuk penyiangan, pembuatan mulsa dan pemecahan tanah di bagian permukaan. Soil surgeon adalah alat yang terdiri dari susunan pisau berbentuk U dan dipasang pada suatu rangka dari pelat. Alat ini untuk memecah bongkah-bongkah tanah di permukaan dan meratakan tanah.



Gambar 52. Garu khusus.

#### f. Land Rollers dan Pulverizers

Alat ini menyerupai piring-piring atau roda-roda yang disusun rapat pada satu as. Puingan piring dapat tajam atau bergerigi. Alat ini untuk penyelesaian dari proses pengolahan tanah untuk persemaian.



Gambar 53. Land roller dan pulverizers.

#### g. Pembuat Kair/Guludan

Alat ini digunakan untuk membuat kairan atau guludan dengan cara melubangi tanah secara membujur atau membumbun tanah

secara membujur. Pengolahan tanah ini untuk menyiapkan tanah budidaya sayuran atau umbi-umbian.

Alat pengkair/penggulud ini dapat digandengkan/ditarik traktor roda empat atau traktor roda dua. Ada berbagai macam alat pengkair/penggulud di pasaran. Di antaranya, ditcher, penggulud yang digandengkan bersama piringan/rotary, penggulud yang berupa silinder.



*Gambar 54. Ditcher.*



*Gambar 57. Penggulud silinder.*



*Gambar 55. Pengkair digandengkan traktor roda dua dan traktor roda empat.*

## BAB IV

### **TEKNOLOGI PANEN DAN PASCAPANEN PADI DI INDONESIA**

## Teknologi Alat dan Mesin Panen Padi

Panen padi merupakan satu rangkaian kegiatan budidaya padi yang memegang peranan penting. Saat panen merupakan waktu kritis. Jika panen terlambat, maka kualitas maupun kuantitas hasilnya akan turun, bahkan dapat rusak sama sekali. Selain itu tenaga kerja, biaya dan waktu yang telah dicurahkan sebelum panen menjadi tidak ada manfaatnya, sehingga usaha tani merugi.

Padi yang ditanam dengan pola tanam serentak, pada saat panen membutuhkan tenaga kerja yang banyak agar panen dapat dilakukan tepat waktu. Namun kebutuhan tenaga kerja yang besar pada saat panen menjadi masalah di daerah-daerah tertentu yang penduduknya sedikit. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kekurangan tenaga kerja adalah dengan meningkatkan kapasitas, produktivitas dan efisiensi kerja dalam sistem budidaya padi.

Kegiatan panen padi diawali dengan pemotongan batang padi yang telah tua. Lalu dilanjutkan dengan proses perontokan yaitu pelepasan butir-butir gabah dari malainya. Kegiatan panen padi dapat dilakukan secara manual, semi mekanis dan mekanis.

Jenis alat dan mesin panen padi yang telah berkembang di Indonesia meliputi ani-ani, sabit, reaper, stripper, padi mower, dan combine harvester. Teknologi pemanenan padi di Indonesia sudah mengalami perkembangan yang cukup pesat selama periode 5 tahun terakhir sejak tahun 2012.

Saat ini penggunaan jenis alat dan mesin panen padi sederhana seperti ani-ani sudah ditinggalkan petani. Penggunaan reaper dan stripper kurang bisa berkembang di masyarakat, bahkan sudah mulai ditinggalkan petani. Sejak tahun 2012 mulai berkembang mesin panen padi tipe mower (paddy mower) dan juga mesin panen padi tipe kombinasi (combine harvester). Perkembangan penggunaan mesin panen padi tipe kombinasi di Indonesia seperti disajikan pada Gambar 62.

### Panen Padi Secara Manual

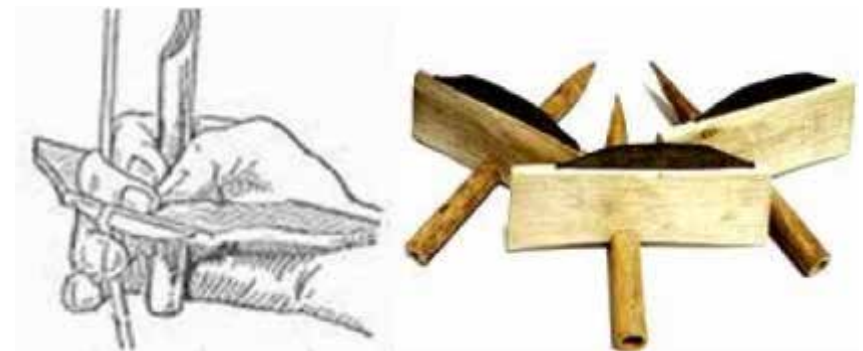
Panen padi secara manual dilakukan dengan cara memotong batang padi dengan menggunakan alat bantu seperti ani-ani dan sabit. Panen

padi menggunakan ani-ani dilakukan dengan memotong tangkai malai padi (potong atas). Sedangkan panen padi menggunakan sabit dilakukan dengan memotong batang padi di bagian tengah (potong atas) atau batang bagian bawah (potong panjang).

Hasil panen padi dengan cara potong atas, baik menggunakan alat ani-ani atau sabit selanjutnya dirontokkan dengan cara diilas (*foot trampling*) atau menggunakan *power thresher* tipe *throw-in*. Sedangkan hasil panen dengan cara potong bawah dirontokkan dengan cara digebot/dibanting atau menggunakan alat perontok sistem pedal (*pedal thresher*) dan mesin perontok (*power thresher*) tipe *hold-on*.

#### 1. Ani-ani

Ani-ani merupakan salah satu alat panen padi yang digunakan sejak zaman dahulu. Bentuk alat ani-ani seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Alat ini sampai sekarang masih digunakan di beberapa daerah pedalaman di Indonesia (Banten, Sumatera, Kalimantan, Papua), khususnya untuk memanen padi varietas lokal berumur panjang (6 bulan). Kapasitas kerja ani-ani sangat rendah, berkisar antara 10-15 kg malai/jam dengan susut panen sekitar 3,2% (Koes, 2007). Proses panen padi dengan ani-ani membutuhkan waktu sangat lama dan tenaga kerja yang cukup banyak. Hasil panen padi menggunakan ani-ani biasanya dirontok dengan cara diilas (*foot trampling*), karena dipotong pendek (kurang lebih 30 cm).



Gambar 58. Alat panen padi ani-ani

Cara panen tradisional ani-ani merupakan suatu sistem panen yang ramah kelestarian lingkungan. Bahkan terbukti mampu mengatasi

ketahanan pangan rumah tangga buruh tani (lokal). Seluruh proses, sejak padi ditanam (prapanen) hingga proses gabah menjadi beras (pascapanen), secara keseluruhan ditangani petani dibantu buruh tani. Dengan demikian, nilai tambah padi menjadi beras adalah milik petani. Semua kegiatan itu, tanpa menimbulkan kerusakan alam dan pencemaran lingkungan. Seluruh bagian tanaman padi dimanfaatkan mulai dari beras hingga jeraminya.

Panen padi menggunakan ani-ani mempunyai fungsi sosial yang tinggi. Sebab, buruh pemanenan cukup banyak dan masing-masing memperoleh upah (bawon) berupa gabah. Tahapan proses panen padi cara tradisional ani-ani berbeda dengan proses cara modern. Pada penggunaan ani-ani, padi dipanen dalam bentuk malai kemudian diangkut untuk dijemur (proses pengeringan) dan disimpan di lumbung (proses penyimpanan).

Pelaksanaan proses perontokan dan pemberasan dilakukan sewaktu-waktu petani membutuhkan beras, menggunakan alat tradisional (*lesung*). Sejak penerapan teknologi revolusi hijau panen menggunakan ani-ani diganti dengan gebot dan hasil panen disimpan dalam bentuk gabah. Mesin perontok *thresher* digunakan untuk proses perontokan dan *Rice Milling Unit (RMU)* untuk pemberasan.

## 2. Sabit

Sabit merupakan alat panen padi secara manual yang masih banyak digunakan petani di beberapa wilayah sentra produksi padi Indonesia hingga sekarang. Alat panen padi sabit mempunyai bentuk beragam seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Ada dua jenis sabit untuk panen padi, yaitu sabit biasa dan sabit bergerigi.

Panen padi menggunakan sabit dilakukan dengan memotong batang atas (potong pendek) atau memotong batang bawah (potong panjang). Hasil panen padi potong atas dengan menggunakan sabit, umumnya dirontokkan menggunakan power thresher tipe throw-in (seluruh batang padi diumpangkan masuk ke drum perontok tanpa dipegang oleh tangan).

Sedangkan hasil panen padi dengan potong bawah dapat dirontok dengan cara digebot/dibanting. Bisa juga menggunakan power thresher tipe hold-on. Dengan cara ini, bagian ujung batang padi dipegang

tangan dan yang diumpangkan ke dalam drum perontok hanya bagian malainya untuk dirontokkan.

Koes (2007) mengklasifikasikan sabit bergerigi berdasarkan jumlah gerigi pada bilah sabitnya. Pertama, sabit gerigi halus (lebih 16 gerigi dalam 1 inch). Kedua, sabit gerigi sedang (memiliki 14-16 gerigi dalam 1 inch). Ketiga, sabit gerigi kasar (memiliki gerigi kurang dari 14 gerigi dalam 1 inch).

Proses perontokan padi hasil panen dengan cara potong atas dapat dilakukan di lahan sawah atau di dekat rumah. Jika padi hasil panen akan dirontokkan di dekat rumah, hasil potongan padi saat panen dimasukkan ke dalam karung berukuran 50 kg untuk mempermudah proses pengangkutan. Sedangkan proses perontokan padi hasil panen potong bawah pada umumnya dilakukan di sawah.

Penggunaan alat sabit bergerigi mempunyai keunggulan dibanding dengan sabit biasa. Petani yang sudah terbiasa menggunakan sabit bergerigi akan merasakan perbedaan yang signifikan dibanding sabit non-bergerigi. Sabit bergerigi semakin sering dipakai akan semakin tajam pisau geriginya. Hasil penelitian mendapatkan, saat proses panen penggunaan sabit bergerigi dibandingkan penggunaan sabit tanpa bergerigi terhadap detak jantung pemanen.



Gambar 59. Sabit, alat panen padi.

## ■ Panen Padi Secara Semi-Mekanis

### 1. Paddy mower

Panen padi secara semi-mekanis dilakukan menggunakan mesin panen tipe mower (mesin potong rumput) yang sudah dimodifikasi, sehingga dapat digunakan untuk memanen padi. Badan Litbang Pertanian telah berhasil merekayasa dan mengembangkan prototipe mesin panen padi tipe mower (paddy mower) sejak tahun 2012 dengan kapasitas kerja 18-20 jam/hektar.



Gambar 60. Mesin panen paddy mower.

Panen padi dengan paddy mower dikategorikan semi-mekanis, karena hasil pemotongannya masih dikumpulkan tenaga manusia secara manual. Cara panen padi dengan paddy mower dilakukan dengan memotong jerami padi pada bagian batang bawah di dekat dengan permukaan tanah atau biasa disebut dengan panen potong panjang.

Padi yang sudah dipanen kemudian dirontok dengan menggunakan alat dan mesin perontok (thresher) tipe hold-on (batang padi dipegang tangan dan dirontok bagian malainya). Alat dan mesin perontok yang digunakan umumnya adalah alat perontok tipe pedal (pedal thresher) dan mesin perontok yang digerakkan dengan motor penggerak (power thresher).

Mesin panen padi tipe mower dapat digunakan sebagai alternatif menggantikan alat panen jenis sabit. Sebab, kapasitas kerjanya jauh lebih tinggi dibandingkan sabit. Dalam satu kali ayunan dapat memotong 3-5 baris tanaman padi.

Selain itu, mesin ini cocok untuk memanen padi di daerah-daerah yang kondisi lahan sawahnya berteras dan berukuran sempit yang tidak memungkinkan penggunaan mesin panen jenis reaper atau combine harvester. Bobot mesin panen ringan sekitar 10 kg. Untuk pengoperasiannya dengan cara digendong, sehingga mobilitasnya cukup tinggi dan mudah dioperasikan.

### 2. Reaper

Metode lain panen padi secara semi mekanis adalah dengan menggunakan mesin panen padi jenis reaper. Prinsip kerjanya hampir sama dengan cara pemanenan padi jenis mower, bekerja hanya memotong dan merebahkan tegakan tanaman padi di sawah. Selanjutnya hasil potongan yang sudah rebah dikumpulkan untuk dirontok dengan alat atau mesin perontok tipe hold-on.

Mesin Reaper kurang populer penggunaannya di Indonesia karena hasil panennya masih berupa potongan jerami panjang dan perlu dikumpulkan kembali secara manual, sehingga memerlukan curahan tenaga tambahan.

Tipe dan ukuran mesin Reaper ditentukan dari lebar kerja dan transmisi penggeraknya. Klasifikasi Reaper berdasarkan lebar kerjanya, yaitu Reaper 3 alur, Reaper 4 alur, dan Reaper 5 alur.

Tabel 7. Spesifikasi Mesin Reaper

Spesifikasi	Reaper 3 alur	Reaper 4 alur	Reaper 5 alur
Tenaga penggerak (HP)	3	6	7
Panjang (mm)	2180	2390	2410
Lebar (mm)	1170	1470	1750
Tinggi (mm)	900	900	900
Lebar kerja (m)	1	1,2	1,5

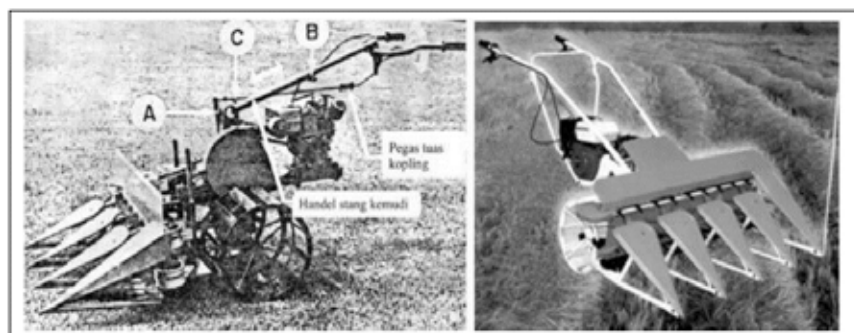
Spesifikasi	Reaper 3 alur	Reaper 4 alur	Reaper 5 alur
Bobot (kg)	95	116	138
Kapasitas kerja (ha/jam)	0,20-0,25	0,25-0,35	0,40-0,50
Susut tercecet (%)	< 1%	< 1%	< 1%
Konsumsi bahan bakar (l/jam)	1	1,3	1,5

Sumber: Koes (2007)



Gambar 61. Klasifikasi mesin panen padi Reaper berdasarkan lebar kerja.

Sedangkan klasifikasi Reaper berdasarkan transmisi penggerakannya, meliputi tipe copot-gandeng (non-self propeller) dan tipe gerak mandiri (self propeller). Reaper tipe copot-gandeng, transmisi penggerakannya menggunakan transmisi traktor roda dua (hand tractor). Pada tipe ini gerak pisau pemotong terhubung langsung ke puli poros transmisi traktor roda dua. Gerakan pisau pemotong dapat di non-aktifkan dengan cara melepas sabuk puli penghubung transmisi tersebut. Reaper tipe ini tidak memiliki gerakan mundur.



Gambar 62. Mesin Reaper tipe non-self propeller dan self propeller.

## ■ Panen Padi Secara Mekanis

Pemanenan padi secara mekanis menggunakan mesin panen padi tipe kombinasi. Mesin panen tersebut dapat melakukan pemotongan batang padi, pengumpulan, perontokan, pembersihan, dan pengarungan gabah hasil panen dalam satu kesatuan unit kerja. Berdasarkan cara perontokan padi hasil panen, mesin panen padi tipe kombinasi (combine harvester) dibedakan menjadi dua tipe, yaitu half feeding type combine harvester dan whole feeding type combine harvester.

Pada tipe half feeding, proses perontokan padi hanya dengan mengumpulkan bagian malai padi saja ke bagian silinder perontok. Sedangkan pada tipe whole feeding proses perontokan padi dilakukan dengan mengumpulkan seluruh bahan hasil pemotongan padi ke dalam silinder perontok.

Berdasarkan cara pengendalian mesin panen pada saat beroperasi, dibedakan menjadi walking type dan riding type combine harvester. Walking type combine harvester adalah mesin panen padi kombinasi yang saat dioperasikan operatornya berjalan di belakang mesin. Sedangkan riding type combine harvester adalah mesin panen padi kombinasi yang saat dioperasikan operatornya naik di atas mesin yang dikendalikan.

### 1. Half Feeding Type Combine Harvester

Mesin panen padi kombinasi tipe half feeding ditunjukkan pada Gambar 63. Mesin tipe ini memotong padi pada bagian pangkal bawah batang padi atau dikenal dengan potong panjang.

Setelah dipotong, jerami dijepit oleh bagian pembawa atau conveyer ke arah drum thresher untuk dirontokkan. Mesin ini banyak berkembang di negara Jepang. Mesin panen padi tipe half feeding terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu komponen pemotong batang padi, pembawa hasil potongan jerami, perontok (tipe hold-on), pencacah jerami, penggerak dan tempat kontrol semua komponen.

Mesin ini terdapat 2 lubang pengeluaran (outlet). Outlet utama adalah keluaran untuk padi. Outlet kedua adalah pengeluaran potongan jerami. Kapasitas kerja lapang rata-rata mesin ini sebesar 0,06 ha/jam dan losses panen sekitar 2,85 %.

Keuntungan dari penggunaan mesin panen tipe ini adalah pemotongan jerami dilakukan di dekat permukaan tanah. Karena itu, setelah dipanen kondisi lahannya bersih dari jerami. Selain itu jerami hasil panen dipotong atau dicacah menjadi halus dan disebar di atas permukaan tanah.



Gambar 63. Combine harvester tipe half feeding.

Adapun kelemahan dari combine tipe ini adalah banyaknya benturan dan getaran yang dialami sejak proses pemotongan dan conveying batang padi. Akibatnya, butir padi rontok dan losses menjadi tinggi untuk varietas padi yang memiliki sifat shattering habitnya kecil.

## 2. Whole Feeding Type Combine Harvester

Mesin panen padi kombinasi tipe whole feeding dapat dilihat pada Gambar 64. Mesin panen padi tipe ini dikembangkan di Amerika dan Eropa ini awalnya digunakan untuk memanen gandum. Namun sudah mulai diadopsi untuk memanen padi.

Pemanenan padi dilakukan dengan cara memotong padi pada bagian batang atas sampai tengah, sekitar 20-30 cm di bawah malai padi. Hasil potongan padi kemudian dibawa conveyor masuk ke silinder perontok. Proses perontokan padi dengan memasukkan seluruh batang padi hasil pemotongan ke dalam silinder perontok.

Mesin panen padi tipe whole feeding mempunyai beberapa komponen utama, antara lain pemotong padi (jerami dengan malainya), pembawa hasil potongan padi, perontok padi (tipe throw-in), penggerak, dan tempat kontrol semua komponen. Terdapat 3 lubang pengeluaran (outlet), yaitu outlet 1 adalah lubang keluaran untuk gabah, outlet 2 untuk pengeluaran jerami, dan outlet 3 adalah lubang pengeluaran hasil kotoran.

Setelah terpotong oleh pisau pemotong, padi diangkut naik oleh screw ke inlet perontokan, selanjutnya padi tersebut dirontokkan. Gabah yang terpisah dari jerami diarahkan ke outlet 1. Sementara jerami ke outlet 2 dan kotoran di outlet 3. Pada outlet 1 siap ditampung karung yang telah disiapkan sebelum mesin dioperasikan.

## Perkembangan Mesin Panen Padi di Indonesia

Mesin panen padi kombinasi yang banyak berkembang di Indonesia adalah mesin panen padi kombinasi tipe whole feeding. Berdasarkan lebar pemotongan dan ukuran daya penggeraknya mesin panen padi kombinasi tipe whole feeding dibedakan menjadi 3 kelas.

1. **Kelas A, mesin panen padi dengan lebar potong 700-1300 mm dan daya motor penggerak 7,0-11,0 kW**
2. **Kelas B, mesin panen padi dengan lebar potong 1200-1400 mm dan daya motor penggerak 11,1-31,0 kW**
3. **Kelas C, mesin panen padi dengan lebar potong 1800-2000 mm dan daya motor penggerak 31,1-65,0 kW.**

Klasifikasi mesin panen padi kombinasi tersebut dikenal juga dengan mesin panen padi ukuran kecil, sedang, dan besar. Mesin panen padi kombinasi yang sudah berkembang di Indonesia, baik yang berukuran kecil, sedang, maupun besar ditunjukkan pada Gambar 8-10.

Masing-masing jenis dan ukuran mesin panen padi kombinasi memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing. Karena itu, penggunaannya di lapang harus disesuaikan dengan kondisi lahan wilayah masing-masing.

Untuk combine harvester ukuran kecil lebih cocok dan efisien untuk wilayah dengan ukuran petakan sawah yang sempit. Sedangkan combine harvester ukuran besar lebih cocok untuk wilayah dengan ukuran petakan sawah yang luas.

Jumlah keseluruhan mesin panen padi kombinasi di Indonesia yang sudah ada di petani sampai akhir tahun 2017 mencapai sekitar 23.397 unit. Dari jumlah tersebut sebagian besar merupakan mesin panen padi bantuan atau fasilitasi dari pemerintah melalui Kementerian Pertanian. Jumlah mesin panen padi bantuan pemerintah sampai tahun 2017 mencapai sebesar 10.124 unit combine kecil, 3.556 unit combine sedang, dan 3.588 unit combine besar.



Gambar 64. Mesin panen padi kombinasi ukuran kecil.



Gambar 65. Mesin panen padi kombinasi ukuran sedang.



Gambar 66. Mesin panen padi kombinasi ukuran besar.

Penggunaan mesin panen padi kombinasi telah berkembang cukup pesat selama periode lima tahun terakhir, dimulai dari tahun 2012 hingga 2017. Dengan berkembangnya mesin panen padi tersebut telah memberikan dampak positif dalam menurunkan biaya panen padi dan susut hasil panen.

Biaya panen padi sebelum menggunakan mesin panen secara umum dengan upah sistem bawon sekitar adalah 1 : 6 sampai 1 : 8. Berarti setiap 6-8 kuintal hasil padi, maka 1 kuintal untuk upah tenaga panen atau upah panennya sebesar 1/8-1/6 (12,5-16,7 %) dari hasil panen.

Sedangkan upah panen dengan menggunakan mesin panen padi kombinasi adalah sekitar 1 : 12 sampai 1 : 10 (8,3-10,0 %) dari hasil panen padi. Jadi ada selisih biaya panen dengan mesin panen padi kombinasi mencapai 6,7-8,4 % dibandingkan biaya panen sebelum menggunakan combine harvester. Selain itu penggunaan mesin panen padi kombinasi juga dapat menurunkan susut hasil panen. Hal ini ditandai dengan meningkatnya hasil gabah yang diperoleh saat panen. Peningkatan hasil gabah saat panen mencapai sekitar 250-500 kg gabah per hektar.

Keuntungan lain dari penggunaan mesin panen padi kombinasi adalah gabahnya lebih bersih, sehingga harga jualnya sedikit lebih mahal, yaitu sekitar Rp.100-150 per kg gabah. Kondisi tersebut mendorong penggunaan mesin panen padi berkembang secara pesat, terutama di

wilayah-wilayah sentra produksi padi seperti di Sulawesi Selatan, Jawa Timur, Jawa Tengah, Sumatera Selatan, Lampung, Kalimantan Selatan, Aceh, dan beberapa daerah lainnya.

## ■ Kendala Umum Penggunaan *Combine Harvester* di Indonesia

Penggunaan dan pengoperasian mesin panen padi kombinasi di lahan sawah membutuhkan persyaratan tertentu agar kinerja mesin tersebut dapat berfungsi dengan baik. Untuk penggunaan saat panen di musim kering, umumnya tidak ada kendala terkait dengan kondisi lahan. Namun saat panen di musim hujan terkendala pada rendahnya daya dukung tanah karena lumpur tanahnya dalam.

Daya dukung tanah sawah di Indonesia rata-rata rendah dan belum dilengkapi dengan saluran drainase, sehingga penggunaan dan pengoperasian mesin panen padi saat panen di musim hujan masih bermasalah. Karena itu, salah satu persyaratan yang harus diperhatikan dan dipenuhi adalah kondisi lahan, terutama daya dukung tanah harus sesuai kondisi mesin dan tersedianya jalan usahatani.

Penggunaan mesin panen padi combine harvester membutuhkan kondisi lahan sawah yang dilengkapi dengan infrastruktur berupa jalan usahatani yang memadai dan cukup lebar untuk keperluan transportasi alat dan mesin pertanian. Secara umum jalan usahatani yang ada di Indonesia umumnya berukuran antara 30-150 cm berupa tanah yang struktur kekerasannya tidak memadai untuk dilewati combine harvester. Demikian pula kondisi jembatan yang menghubungkan jalan usahatani ke jalan usaha tani lainnya masih belum memadai.

Berdasarkan kondisi umum lahan sawah seperti itu, Balitbangtan, Kementerian Pertanian telah mengembangkan mesin indo combine harvester yang mampu beroperasi pada lahan sawah dengan daya dukung tanah rendah. Agar mesin panen padi dapat beroperasi dengan lancar di lahan sawah, baik saat panen musim kemarau maupun panen musim hujan, tekanan mesin panen ke permukaan tanah (ground pressure) direkomendasikan kurang dari 1,13 kg/cm<sup>2</sup>.

## ■ Teknologi Alat dan Mesin Pascapanen Padi

Penanganan pascapanen padi merupakan kegiatan sejak padi setelah dipanen sampai menghasilkan produk antara (*intermediate product*) yang siap dipasarkan. Dengan demikian, kegiatan penanganan pascapanen padi meliputi beberapa tahap kegiatan yaitu pemanenan, perontokan, pembersihan, pengangkutan, pengeringan, pengemasan, penyimpanan, dan penggilingan gabah.

Penanganan pasca panen padi merupakan upaya sangat strategis dalam rangka mendukung peningkatan produksi padi. Kontribusi penanganan pasca panen terhadap peningkatan produksi padi dapat tercermin dari penurunan kehilangan hasil dan tercapainya mutu gabah/beras sesuai persyaratan mutu.

Dalam penanganan pasca panen padi, salah satu permasalahan yang sering dihadapi adalah masih kurangnya kesadaran dan pemahaman petani terhadap penanganan pasca panen yang baik, sehingga mengakibatkan masih tingginya kehilangan hasil dan rendahnya mutu gabah/beras.

Untuk mengatasi masalah ini, perlu penanganan pasca-panen yang didasarkan pada prinsip-prinsip praktek penanganan yang baik (*Good Handling Practices, GHP*). Dengan demikian, dapat menekan kehilangan hasil dan mempertahankan mutu hasil gabah/beras.

## ■ Mesin Perontok Padi (Power Thresher)

Setelah dipanen dengan menggunakan alat dan mesin panen seperti sabit, *paddy mower*, atau *reaper*, padi harus segera dilakukan pengumpulan ke suatu tempat untuk segera dirontokkan. Di tempat pengumpulan harus diberi alas terpal agar kehilangan hasil panen saat perontokan dapat ditekan serendah mungkin. Perontokan padi bertujuan untuk melepaskan bulir-bulir gabah dari malainya.

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan saat perontokan gabah. *Pertama*, pelaksanaan perontokan padi harus sesegera mungkin setelah padi dipanen. *Kedua*, untuk menghindari banyaknya gabah yang tercecer sebaiknya gunakan alas, seperti plastik, terpal, anyaman bambu atau tikar.

Kegiatan perontokan padi dapat dilakukan di lahan, di pinggir sawah (jalan) atau di dekat halaman rumah. Perontokan merupakan tahap penanganan pascapanen setelah pemotongan, penumpukan dan pengumpulan padi.

Pada tahap ini, kehilangan hasil akibat ketidaktepatan dalam perontokan dapat mencapai lebih dari 5%. Perontokan padi dapat dilakukan secara tradisional (manual) dengan cara diilas, digebot atau dibanting. Secara mekanis dengan menggunakan alat dan mesin perontok (*power thresher*).

Namun seiring perkembangan teknologi dan keterbatasan tenaga kerja untuk panen dan perontokan, serta upaya pemerintah dalam menurunkan susut hasil panen, cara perontokan padi telah mengalami perkembangan. Jika semula secara manual dengan digebot menjadi menggunakan pedal *thresher* dan *power thresher*. Penggunaan mesin perontok padi (*power thresher*) sudah banyak berkembang di masyarakat petani.

Ada dua macam mesin perontok padi yaitu mesin perontok tipe *hold-on* dan tipe *throw-in*. Mesin perontok tipe *hold-on* merupakan mesin perontok padi dengan sistem potong bawah atau potong panjang. Perontokannya dengan cara memegang bagian batang jerami dan memasukkan bagian malai padi ke dalam drum perontokan.

Perontok tipe *hold-on* banyak dijumpai pada alat perontok padi tipe pedal (*pedal thresher*), seperti ditunjukkan pada Gambar 67. Mesin perontok tipe *throw-in* merupakan mesin perontok padi dengan cara sistem potong atas atau potong pendek. Perontokannya dilakukan dengan memasukkan seluruh jerami ke dalam drum perontokan.

Mesin perontok padi yang berkembang di Indonesia pada umumnya adalah tipe *throw-in*. Mesin perontok padi tipe *throw-in* seperti Gambar 68.



Gambar 67. Alat perontok padi tipe pedal (*Pedal Thresher*).

Mesin perontok padi ada yang menggunakan penggerak dengan motor bensin maupun motor diesel. Ada juga mesin perontok padi dengan penggerak motor diesel yang dilengkapi dengan sistem transmisi dan roda penggerak, sehingga mudah dipindah-pindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain atau bersifat *mobile*.

Pada tahun 2017, jumlah alat dan mesin perontok padi yang ada di Indonesia mencapai sekitar 80.110 unit. Adapun bantuan mesin perontok padi dari pemerintah melalui Kementerian Pertanian sampai akhir tahun 2017 sebanyak 3.232 unit.

Mesin perontok padi yang berkembang di Indonesia umumnya adalah mesin perontok tipe *throw-in*, yaitu di beberapa wilayah seperti di Sulawesi Selatan, penggunaan mesin perontok padi sudah mulai digantikan dengan mesin panen padi kombinasi. Mengingat dalam lima tahun terakhir (2012-2017) pemerintah telah mendorong dan memfasilitasi penggunaan mesin panen padi kombinasi (*combine harvester*) di tingkat petani, sehingga kegiatan panen dan perontokan padi dapat dilakukan dalam satu kali rangkaian proses.



Gambar 68. Mesin perontok padi tipe *throw-in* dengan penggerak motor bensin.



Gambar 69. Mesin perontok padi tipe throw-in dengan penggerak motor diesel.

Dengan penggunaan combine harvester ini, kegiatan panen, perontokan dan pembersihan, serta pengangkutan gabah dalam satu rangkaian kerja. Artinya, penggunaan combine harvester dapat meningkatkan efisiensi kerja, baik dari segi waktu, tenaga maupun biaya untuk panen dan perontokan.

## ■ Alat dan Mesin Pengering Padi

Pengeringan adalah proses penghilangan sejumlah air dari bahan menuju kadar air keseimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air tertentu, sehingga mutu bahan dapat dijaga dari serangan jamur, aktivitas serangga, dan enzim. Tujuan pengeringan hasil pertanian adalah agar produk dapat disimpan lebih lama, mempertahankan daya fisiologis biji-bijian/benih, pemanenan dapat dilakukan lebih awal. Selain itu, mendapatkan kualitas yang lebih baik dan menghemat biaya pengangkutan.

Dalam pengeringan, faktor udara dan iklim tempat pengolahan akan sangat mempengaruhi waktu pengeringan, cara pengeringan, serta hasil pengeringan yang akan didapat. Pengeringan gabah merupakan penurunan kadar air (k.a) gabah dari gabah kering panen (k.a sekitar 23-29%) menjadi gabah kering giling (k.a sekitar 14%).

Gabah setelah panen harus segera dikeringkan, karena kadar air gabah setelah panen masih cukup tinggi (sekitar 23-30%). Kalau gabah disimpan tanpa pengeringan terlebih dahulu, maka akan menyebabkan kerusakan pada gabah.

Pengeringan gabah dapat secara tradisional menggunakan tenaga matahari (penjemuran) atau menggunakan alat/mesin pengering buatan. Keterlambatan pengeringan akan menurunkan mutu gabah/beras hasil panen, seperti butir kuning, biji rusak, dan rendemen giling yang rendah. Dalam proses pengeringan gabah, penurunan kadar air yang terlalu cepat, suhu pengeringan yang terlalu tinggi, pengeringan yang dimulai dengan panas yang mendadak, panas yang tidak kontinyu, kadar air bahan yang naik turun akan menyebabkan kadar beras pecah tinggi bila digiling.

### 1. Pengeringan Manual (Penjemuran)

Penjemuran gabah merupakan proses pengeringan alami menggunakan tenaga matahari sebagai sumber energinya. Pengeringan dengan cara meletakkan (menghamparkan) gabah di atas lantai jemur maupun di atas terpal dan dihamparkan dengan ketebalan yang ideal sekitar 3-5 cm. Pada interval waktu tertentu di balik menggunakan serok kayu (garpu). Pada musim kemarau, pengeringan dengan tenaga matahari merupakan cara pengeringan yang paling murah. Hal ini banyak digunakan di Indonesia, karena merupakan daerah tropis sehingga sinar matahari melimpah.

Pengeringan alami memanfaatkan energi surya, suhu dan kelembapan udara sekitar, serta kecepatan angin untuk proses pengeringan. Pengeringan dengan cara penjemuran mempunyai beberapa kelemahan, antara lain tergantung cuaca, sukar dikontrol, memerlukan tempat penjemuran yang luas, mudah terkontaminasi dan memerlukan waktu yang lama. Namun demikian, ada beberapa keuntungan pengeringan dengan cara penjemuran, yaitu biaya relatif murah dan pelaksanaannya mudah.



Gambar 70. (a) Penjemuran gabah di lantai jemur, (b) Penjemuran gabah di atas terpal plastik.

Pengeringan alami (penjemuran) menggunakan lantai jemur apabila tidak memakai alas jemur (yang terbuat dari plastik atau anyaman bambu) sebenarnya layak disebut "penggorengan", karena mengikuti proses di mana bahan yang dikeringkan langsung bersentuhan dengan benda panas.

Proses pengeringan dikatakan sempurna apabila bahan yang dikeringkan (pada kondisi diam atau bergerak) dihembus udara panas. Karena itu, mahal dan murahnya proses pengeringan dipengaruhi langsung harga udara panas yang dihembuskan tersebut.

Alas jemur kedap air sebaiknya tetap dipakai walaupun ada lantai jemur. Sebab, dapat bermanfaat untuk mengumpulkan gabah yang tercecer, menutup gabah apabila hujan, dan menghindari kotoran dari tanah.

## 2. Pengeringan Buatan

Pada prinsipnya pengeringan buatan adalah pengeringan bahan menggunakan hembusan udara yang dipanaskan. Udara atmosfer dipanaskan, sehingga temperaturnya naik dan digerakkan atau dihembuskan membentuk hembusan udara panas.

Pada pengeringan buatan suhu udara pengering, kecepatan aliran udara, waktu pengeringan dan kelembapan udara dapat diatur dan diawasi. Adapun energi yang digunakan bisa berasal dari energi fosil, listrik dan limbah biomassa seperti sekam padi, tongkol jagung dan kayu bakar.

Pengering buatan pada dasarnya terdiri dari tiga komponen utama yaitu, kotak pengering, kompor pemanas dan kipas/blower. Keuntungan menggunakan pengering buatan adalah proses pengeringan tidak tergantung pada cuaca, kapasitas pengeringan dapat ditentukan sesuai yang diperlukan, kondisi pengeringan dapat dikontrol, dan kualitas hasil pengeringan lebih terjamin dan seragam.

Lama pengeringan tergantung pada beberapa faktor yaitu suhu udara pengering, kelembapan relatif udara pengering, laju aliran udara pengering, serta kadar air awal dan akhir gabah. Pengeringan buatan dapat dengan dua cara, yaitu pengeringan tumpukan dan pengeringan kontinyu.

Pada pengeringan tumpukan, bahan dimasukkan ke dalam alat (bak) pengering dan baru dikeluarkan setelah proses pengeringan selesai. Sedangkan pada pengeringan kontinyu atau sirkulasi, pemasukan dan pengeluaran bahan dilakukan secara terus menerus selama proses pengeringan berlangsung.

Contoh mesin pengering gabah tipe tumpukan adalah mesin pengering tipe bak (*batch dryer*). Mesin tipe ini ada yang berbentuk bulat maupun kotak. Sedangkan pengering tipe sirkulasi atau kontinyu antara lain adalah pengering tipe vertikal.

Mesin pengering padi yang banyak berkembang di Indonesia dapat digolongkan menjadi dua tipe, yaitu mesin pengering tipe *flat bed* dan mesin pengering sirkulasi tipe vertikal. Mesin pengering tersebut umumnya menggunakan bahan bakar dari sekam atau limbah biomassa dan bahan bakar minyak (solar, gas, minyak tanah). Kapasitas mesin pengering tipe *flat bed* berkisar antara 2-5 ton per proses. Sedangkan mesin pengering tipe vertikal kapasitasnya mulai dari 3, 6, 10, 15 dan 20 ton per proses.

Untuk mengatasi kelemahan dalam mesin pengering tipe *flat bed*, saat ini telah berkembang mesin pengering *flat bed* yang dilengkapi dengan sistem pengaduk agar kadar air gabah yang dihasilkan lebih seragam.

Namun perkembangan penggunaan mesin pengering buatan di tingkat petani Indonesia masih sangat lamban. Ada berbagai sebab, antara lain biaya pengeringan lebih mahal dibandingkan pengeringan

dengan lantai jemur. Biaya pengeringan dengan menggunakan mesin pengering buatan berkisar antara Rp.150-250 per kg gabah, sedangkan biaya pengeringan dengan lantai jemur sekitar Rp.50 per kg gabah.

Karena itu saat panen padi di musim kering, petani lebih memilih mengeringkan padi menggunakan lantai jemur dibandingkan mesin memakai pengering buatan. Mesin pengering buatan lebih banyak digunakan pedagang beras skala besar dan juga industri benih padi, seperti PT Sang Hyang Sri (SHS).



Gambar 71. Mesin Pengering tipe Flat Bed.



Gambar 72. Mesin Pengering Sirkulasi tipe Vertikal.

## Alat dan Mesin Pembersih Gabah (Cleaner)

Pembersihan gabah dilakukan untuk membersihkan gabah bernas yang akan digiling dari gabah hampa, kotoran, debu, sekam dan benda-benda asing lainnya yang terikut selama pengeringan. Sehingga gabah yang akan digiling merupakan gabah yang bernas saja. Hal ini selain meningkatkan rendemen dan kualitas beras giling, juga meningkatkan efisiensi penggunaan mesin penggiling.

Prinsip pembersihan ini adalah memisahkan gabah bernas dari gabah hampa maupun kotoran lainnya berdasarkan perbedaan berat atau perbedaan ukuran. Berdasarkan ukurannya, benda asing pada gabah kering dapat digolongkan dalam tiga golongan yaitu benda asing yang berukuran sama, lebih besar atau lebih kecil dari ukuran gabah.

Benda asing yang berukuran besar di antaranya adalah jerami, gumpalan tanah, butiran batu, benang karung, dan terkadang benda logam. Benda asing yang berukuran kecil, seperti debu, pasir, serangga, atau batuan kecil. Sedangkan benda asing yang berukuran hampir sama dengan gabah hampa, batu, dan logam.

Pemisahan benda asing yang ringan seperti debu atau kotoran ringan dapat dilakukan dengan hisapan udara atau dengan ayakan. Sedangkan benda asing yang berat seperti batu dapat dipisahkan dengan prinsip gravitasi.

Pada tahap awal kotoran yang ringan diisap dengan blower, kemudian dikeluarkan melalui siklon. Sedangkan kotoran yang berat akan dipisahkan



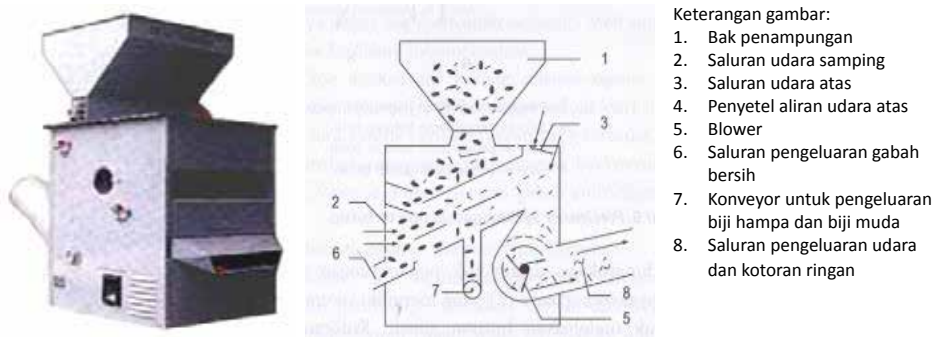
dengan ayakan atau berdasarkan perbedaan berat untuk selanjutnya ditampung dalam suatu tempat penampungan terpisah. Pre-cleaner dikategorikan menjadi beberapa tipe, yakni, Pre-cleaner dengan ayakan getar sederhana, Pre-cleaner dengan aspirator, dan Drum Pre-cleaner.

Gambar 73. Alat pembersih gabah (Gumnaan).

Alat dan mesin pembersih gabah sudah banyak berkembang di masyarakat petani di Indonesia, mulai dari alat sederhana semi mekanis sampai yang mekanis. Pada Gambar 17 diperlihatkan alat pembersih gabah sederhana yang berkembang di daerah Kalimantan yang disebut dengan istilah "Gumnaan". Sedangkan mesin pembersih gabah secara mekanis banyak digunakan di industri perbenihan padi, seperti di PT Sang Hyang Sri dan PT Pertani.

### 1. Mesin pembersih (Cleaner) dengan Aspirator Sederhana

Mesin ini memisahkan kotoran dari gabah dengan prinsip isapan udara. Struktur mesin dan proses pemisahan kotoran ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 74. Mesin pembersih gabah dengan aspirator sederhana.

### 2. Mekanisme kerja

Gabah kotor dimasukkan di dalam bak penampungan (1). Selanjutnya gabah akan turun ke ruang pemisahan. Putaran *blower* (5) akan mengakibatkan aliran udara di dalam ruang pemisahan, baik dari saluran udara samping (2) maupun dari udara atas (3) hingga keluar

ke saluran keluar (8).

Akibat adanya isapan udara, gabah dan kotoran yang jatuh dari *hoper* akan terisap. Butiran gabah mengalami pengaruh isapan yang paling tinggi. Karena tidak terisap, gabah tetap jatuh ke bawah dan keluar melalui saluran pengeluaran gabah bersih (6). Kotoran ringan akan terbawa aliran udara hingga keluar pada saluran pengeluaran udara (8) karena memiliki berat jenis yang kecil.

Benda asing yang lebih berat, seperti gabah hampa dan gabah muda, akan mengalami pengaruh isapan udara yang lebih kecil daripada kotoran ringan, sehingga jatuh sebelum mencapai blower. Kotoran-kotoran ini dikumpulkan pada suatu saluran dan selanjutnya didorong keluar mesin oleh *konveyor* (7).

Selain untuk membersihkan gabah, mesin ini juga dapat dipakai untuk membersihkan biji-bijian lain seperti jagung dan kacang. Karena hanya memakai *aspirator*. Namun mesin ini tidak dapat membuang kotoran-kotoran yang berat dan panjang seperti tanah, batu, logam, tangki padi dan sebagainya.

## Mesin Penggilingan Padi

Penggilingan padi merupakan proses pengolahan gabah yang telah dikeringkan (Gabah Kering Giling) menjadi beras. Proses ini pada dasarnya terdiri dari dua tahap. *Pertama*, tahap pengupasan kulit (memproses gabah menjadi beras pecah kulit). *Kedua*, tahap penyosokan, yaitu proses pengolahan beras pecah kulit menjadi beras sosoh.

Tujuan utama proses penggilingan adalah menghasilkan beras giling. Untuk mendapatkan beras giling bermutu baik, harus menggunakan teknik penggilingan yang benar. Kondisi mesin penggilingan yang digunakan juga harus baik. Usaha penggilingan padi di Indonesia diawali dengan mesin penggilingan padi berkapasitas besar.

Seperti juga alsin lainnya, introduksi alsin penggilingan padi diadopsi langsung dari negara pengekspor. Kapasitas mesin penggilingan padi tersebut dikategorikan sebagai mesin penggilingan besar, yaitu 1,5 ton/

jam.

Namun seiring dengan makin diterimanya alsin tersebut oleh masyarakat, tumbuh minat usaha penggilingan padi kecil dan sedang (berkapasitas 0,7 ton/jam) oleh petani/pengusaha penggilingan kecil. Hal itu, karena investasi yang dikeluarkan juga lebih kecil.

Kecenderungan berkembangnya populasi mesin penggilingan kecil jika tanpa usaha meningkatkan kinerjanya untuk menghasilkan rendemen yang lebih tinggi, maka akan menjadi salah satu sebab kecenderungan penurunan rendemen giling secara nasional, pada kurun 30 tahun terakhir. Jika hal ini berlangsung terus, maka dikhawatirkan dapat mengancam ketersediaan beras secara nasional.

Kualitas dan rendemen dari hasil penggilingan padi sangat dipengaruhi prosedur pengoperasian mesin, serta manajemen dan perawatan mesin. Kualitas penggilingan beras ditentukan banyak faktor, yang utama adalah proses pemolesan beras. Pemolesan yang kurang akan menurunkan nilai jual produk. Sedangkan pemolesan yang berlebihan akan menurunkan rendemen dan pendapatan. Karena itu perpaduan antara teknologi dan pengalaman sangat berperan.

Hasil penelitian Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (2005) terkait dengan penggilingan padi kecil di Indonesia menunjukkan bahwa rendemen giling beras dari tahun ke tahun cenderung mengalami penurunan. Rata-rata rendemen beras pada penggilingan padi kecil dengan konfigurasi HP (*Husker* dan *Polisher*) sebesar 61,4 %.

Upaya teknis melalui perbaikan konfigurasi mesin pada penggilingan padi kecil yang umumnya mempunyai konfigurasi HP menjadi HSP (*Husker, Separator, Polisher*) atau CHSP (*Cleaner, Husker, Separator, Polisher*) seperti penggilingan padi kecil milik H. Mansyur di Cianjur menunjukkan bahwa terjadi peningkatan rendemen beras.

Dengan penambahan separator pada konfigurasi HP terdapat peningkatan rendemen sebesar 0,9 %. Penambahan alsin pembersih gabah (*paddy cleaner*) dan separator pada konfigurasi HP terdapat peningkatan rendemen sebesar 1,9 %. Peningkatan ini tentu lebih besar lagi, jika dibandingkan dengan rata-rata rendemen yang dihasilkan pada penggilingan padi kecil lainnya, yaitu hanya 61 %.

Peningkatan rendemen beras tersebut dapat dicapai, antara lain karena bahan baku gabah yang digiling lebih bersih dengan digunakan pembersih gabah. Pada konfigurasi yang menggunakan *separator*, tekanan *roll* karet pada *husker* selama proses pengupasan kulit lebih rendah untuk mengurangi risiko beras patah. Jadi walaupun jumlah gabah tidak terkupas menjadi lebih tinggi (mencapai 30-40 %), tapi kemudian gabah tersebut dipisahkan oleh *separator*. Lalu masuk kembali ke *husker* untuk proses pengupasan ulang. Jadi gabah yang sudah terkupas kulitnya hanya satu kali melewati *husker*.

Berbeda dengan mesin penggiling padi yang tidak dilengkapi dengan *separator*. Biasanya proses pengupasan kulit gabah (pecah kulit) dilakukan dua kali proses. Penerapan konfigurasi optimum pada level penggilingan ini tentunya akan dapat tercapai karena daya saing yang cukup kuat di pasar dimana kualitas merupakan pendorong utama dari pemakaian *pre-cleaner* dan *separator*.

Apabila konfigurasi sederhana yang umumnya dimiliki PPK (Penggilingan Padi Kecil) yang jumlahnya lebih dari 65 % dari keseluruhan industri penggilingan padi di Indonesia disempurnakan, dari *Husker-Polisher* menjadi *Cleaner-Husker-Polisher* atau *Cleaner-Husker-Separator-Polisher*, maka dengan peningkatan rendemen beras 0,9-1,9% secara kuantitatif dapat diamankan sekitar 450.000-950.000 ton beras dalam satu tahun.

Rekomendasi tindak lanjut untuk memperbaiki rendemen dan mutu beras giling ialah merevitalisasi industri penggilingan padi melalui restrukturisasi teknis (renovasi dan rehabilitasi PPK), perbaikan manajemen dengan fokus pemberdayaan penggilingan padi kecil yang jumlahnya lebih dari 60 %. Apalagi, konsumen utama dari PPK adalah *penderep* dan buruh tani yang hanya memiliki jumlah gabah terbatas.

Pada tahun 2006 telah digunakan simulasi menggunakan pendekatan *System Dynamic*. Simulasi tersebut memberikan indikasi bahwa perbaikan konfigurasi pada PPK yang berjumlah kurang lebih 68.386 ribu unit (62,96%) dari 108.612 ribu unit penggilingan padi di Indonesia berpotensi menyelamatkan produksi beras secara nasional.

Hasil penelitian tersebut telah menjadi bahan kebijakan dalam program revitalisasi penggilingan padi kecil (PPK) di Indonesia. Gambar 18 memperlihatkan mesin penggilingan padi kecil yang dilengkapi dengan *separator*.



Gambar 75. Mesin penggilingan padi yang dilengkapi dengan separator.

### Mesin Pecah Kulit Gabah (Paddy Husker)

Pengupasan sekam dapat dengan berbagai cara yaitu cara tradisional dan cara modern. Cara tradisional yaitu dengan menumbuk. Sedangkan cara modern dengan *modern rice mill*. Mesin pengupas sekam terdiri dari beberapa tipe yaitu, tipe silinder (*engelberg*), tipe gilingan monyet (*stone disk huller*), dan tipe rol karet (*rubber roll*). Pada saat sekarang mesin pecah kulit gabah yang berkembang di tingkat penggilingan padi kecil (PPK)



Gambar 76. Mesin pengupas kulit gabah (pecah kulit) tipe rol karet.

di Indonesia adalah tipe rol karet (*rubber roll*), seperti diperlihatkan pada Gambar 76.

### Alat dan Mesin Pemisahan Beras Pecah Kulit (Paddy Separator)

Pada proses pengupasan sekam, tidak semua gabah yang masuk melewati *husker* akan terkupas menjadi beras pecah kulit. Ada juga yang masih berupa gabah, sehingga jika semuanya dimasukkan ke mesin penyosoh, maka beras yang dihasilkan banyak yang patah atau hancur. Karena itu perlu dipisahkan terlebih dahulu menjadi beras pecah kulit dan gabah. Beras pecah kulitnya langsung masuk ke mesin penyosoh, sedangkan gabah kembali ke mesin pecah kulit.

Mesin pemisah beras pecah kulit (*paddy separator*) ada yang manual dengan sistem gravitasi menggunakan ayakan bertingkat. Ada pula yang secara mekanis menggunakan ayakan getar yang digerakkan dengan motor listrik/engine. Alat pemisah beras pecah kulit yang sederhana seperti ditunjukkan pada Gambar 77. Sedangkan mesin pemisah beras pecah kulit secara mekanis seperti ditunjukkan pada Gambar 78.





Gambar 78. Mesin pemisah beras pecah kulit (Paddy Separator).

Gambar 77. Alat pemisah beras pecah kulit.

## Mesin Penyosoh Beras

Beras pecah kulit yang dihasilkan dari proses pengupasan sekam masih berwarna gelap dan kotor karena masih dilapisi katul. Agar beras menjadi putih dan bercahaya, dilakukan penyosohan. Pada proses penyosohan, beras pecah kulit dihilangkan sebagian atau semua katul yang ada, sehingga diperoleh beras sosoh yang putih bersih.

Untuk mendapatkan beras giling dengan kadar butir patah rendah dapat ditempuh melalui proses penyosohan dua kali secara bertahap. Karena dilakukan dua kali, beban tekanan pada proses penyosohan harus dikurangi agar tekanan pada butir beras berkurang. Hal ini akan mengurangi risiko beras menjadi patah.

Menurut van Ruiten (1976), ada tiga tipe mesin penyosoh beras, yaitu *vertical abrasive whitening cone*, *horizontal abrasive whitening machine*, dan *horizontal friction atau jet pearler*. Di Indonesia mesin penyosoh beras yang banyak dipakai di PPK adalah tipe friksi. Sedangkan yang di penggilingan padi sedang (PPS) dan besar (PPB) adalah tipe *abrasive*. Gambar 79 adalah mesin penyosoh tipe friksi.



Gambar 79. Mesin penyosoh beras tipe friksi.

## Proses Pengilapan (shinning)

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan beras giling yang mengkilap. Pada prinsipnya adalah membersihkan butir-butir bekatul yang masih menempel pada butir beras. Caranya dengan menggosok butir beras dengan sikat. Kondisi sedikit dilembapkan dengan menyemprotkan air pada beras sebelum disikat, agar bekatul tidak menempel pada butir beras lagi.



Gambar 80. Mesin pemroses gabah menjadi beras sederhana dan modern.

Proses pengkabutan ini sering dimanfaatkan pengusaha RMU untuk memberikan aroma pada beras dengan cara mencampurkan bahan *essen* ke dalam air. Pemberian aroma pandanwangi tiruan ke dalam beras sebenarnya merupakan tindak pemalsuan.

## ■ Sarana Penyimpanan

Penyimpanan gabah atau beras dilakukan untuk mempertahankan kondisi/kualitas gabah/beras dalam waktu lama. Sehingga diharapkan kondisi bahan setelah penyimpanan masih seperti saat akan disimpan. Penyimpanan gabah dilakukan terhadap gabah yang telah dikeringkan (gabah siap giling). Sedangkan penyimpanan beras dilakukan setelah penggilingan sebelum beras tersebut dikonsumsi.

Hal penting yang harus diperhatikan dalam penyimpanan bahan pangan adalah pencegahan akan pengaruh sinar matahari, hujan, kelembapan dan suhu terhadap kualitas bahan pangan yang disimpan. Perubahan suhu yang ekstrem memungkinkan pertumbuhan *mikroorganisme*.



Gambar 81. Gudang penyimpanan gabah atau beras.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam penyimpanan adalah suhu dan kelembapan relatif udara ruang penyimpanan, kadar air beras/gabah, kebersihan gabah/beras dan serangan hama dan penyakit. Penyimpanan gabah biasanya pada kadar air 13-14 % bb. Pada kadar air tersebut pertumbuhan serangga dan jasad renik dapat ditekan. Karena itu suhu dan kelembapan relatif udara ruang penyimpanan harus dijaga agar gabah tetap pada kadar air 13-14 % bb.

Penyimpanan gabah pada kadar air tersebut dapat aman sampai lebih dari enam bulan. Penyimpanan bahan pangan (gabah/beras) dititikberatkan pada pengaturan kadar air. Masalah yang umumnya terjadi adalah kerusakan secara fisiologis (kadar air) yang berpengaruh terhadap fisik padi tersebut (*patologis*). Jika terlalu basah mudah diserang jamur dan bakteri. Jika tidak bersih, akan terserang hama penggerak.

Upaya menjaga kualitas gabah/beras adalah dengan penyimpanan pada suhu rendah. Cara ini merupakan salah satu upaya agar gabah/beras dapat aman dalam jangka waktu lama. Selain itu, dengan suhu rendah tersebut dapat menjaga *viabilitas* gabah. Karena itu, perlu dilakukan pembuangan panas yang berasal dari *aerasi* gabah, dengan cara *aerasi*. Penyimpanan gabah atau beras dapat dengan sistem curah maupun dikemas dalam karung.

### 1. Penyimpanan Menggunakan Silo

Penyimpanan gabah/beras dengan sistem curah biasanya dilakukan dalam suatu bak penampung (*silo*). *Silo* untuk penyimpanan harus dilengkapi dengan *elevator* untuk pemasukan dan pengeluaran bahan. Selain itu, sistem aerasi untuk mengendalikan suhu dan kelembapan di dalam ruangan.

Penyimpanan dengan silo biasanya dalam skala besar. Karena itu, perlu beberapa perlakuan seperti *aerasi*, pengeringan dan fumigasi. Keuntungan penyimpanan gabah/beras dengan silo adalah mengurangi kemungkinan terserang hama dan penyakit, serta mengurangi bahaya dalam pemeliharaan.



Gambar 82. Silo untuk penyimpanan biji-bijian kering.

## 2. Penyimpanan dalam Kemasan (Karung)

Penyimpanan dengan sistem kemasan karung mempunyai beberapa keuntungan. Antara lain, fleksibel, biaya murah, pemeriksaan terhadap gabah/beras yang dilakukan lebih mudah.

Tempat penyimpanan beras yang harus diperhatikan adalah kondisi tempat penyimpanan harus aman dari pencurian dan tikus. Selain itu juga harus bersih, bebas kontaminasi hama (*Caliandra sp.* Dan *Tribolium sp.*) dan penyakit gudang. Tempat penyimpanan juga harus ada pengaturan *aerasi*, tidak bocor dan tidak lembap.

Sebelum beras disimpan sebaiknya dilakukan pemeriksaan. Karung keras diletakkan di atas bantalan kayu yang disusun berjejer dengan jarak 50 cm untuk pengaturan *aerasi*, tidak langsung kontak dengan lantai untuk menghindari kelembapan, memudahkan pengendalian hama (*fumigasi*), serta teknik penumpukan beras.

## 3. Penyimpanan dalam Kemasan Hampa Udara

Pada prinsipnya penyimpanan dengan kemas hampa adalah penyimpanan yang kedap terhadap udara dan ruangan dihampakan sampai tingkat tertentu, kemudian ditutup rapat-rapat. Kemasan kemas hampa berbentuk kotak yang dapat memuat satu ton beras

pada kadar air 17 % bb. Kemasan terbuat dari plastik *polyethylene* kerapatan rendah (*LDPE*).

Urutan proses pengemasan ini adalah dimulai dari penyiapan kantong plastik yang dilengkapi dengan tali pengikat. Kemudian kantong plastik diisi dengan beras yang sudah dikeringkan (k.a sekitar 12 %) seberat satu ton dalam ruang yang sudah dihampakan. Kemasan yang sudah berisi beras dihampakan sampai 300 *milibar*. kemudian ditutup dengan sistem panas yang dihasilkan dengan gesekan. Kemasan yang sudah diisi dimasukkan ke tempat penyimpanan.

Ada beberapa keuntungan penyimpanan beras dengan sistem ini. *Pertama*, dapat mencegah terjadinya proses fisika dan kimiawi pada komposisi beras yang dikemas. *Kedua*, bahan kimia pemberantas hama tidak diperlukan. *Ketiga*, tidak memerlukan gudang (bisa disimpan di tempat terbuka). *Keempat*, kadar air tetap.

Penyimpanan kedap udara memperbaiki kualitas gabah dan viabilitas benih, karena akan menjaga stabilitas kandungan air dan mengurangi kerusakan karena hama tanpa penggunaan pestisida. Pada kondisi ini pun serangga dapat dikendalikan, karena menggunakan oksigen yang ada sepanjang respirasi dan mengeluarkan karbondioksida. Pada kondisi oksigen rendah, aktivitas serangga menjadi minimal dan reproduksi terhenti.

## BAB V

### **PEMANFAATAN HASIL SAMPING PENGILINGAN PADI**

## Hasil Penggilingan Padi Bukan Hanya Beras

Peningkatan nilai tambah dan daya saing produk pertanian nasional, seperti padi, merupakan sebuah keniscayaan, khususnya di era perdagangan bebas saat ini dan ke depan. Kurangnya nilai tambah dan daya saing padi, beserta produk turunannya dapat menyebabkan lemahnya produksi dalam negeri, sehingga mengancam ketahanan pangan nasional.

Untuk itu, sangat diperlukan terobosan-terobosan teknologi untuk menjawab tantangan tersebut. Apa saja, berapa banyak, dan bagaimana potensi manfaat hasil dari penggilingan padi?

Dalam proses penggilingan padi (*rice milling*), diperoleh beras giling dengan rendemen sebesar 65-67%. Hasil samping berupa sekam (bagian pembungkus/kulit luar biji gabah) sebesar 15-23% (Ismunadji, 1988; Le, et al., 2013; Widowati, 2001), dedak/bekatul sebanyak 8-12% (Widowati 2001), yang merupakan kulit ari yang dihasilkan dari proses penyosohan, dan menir sebanyak 3-5% yang merupakan bagian beras yang hancur.

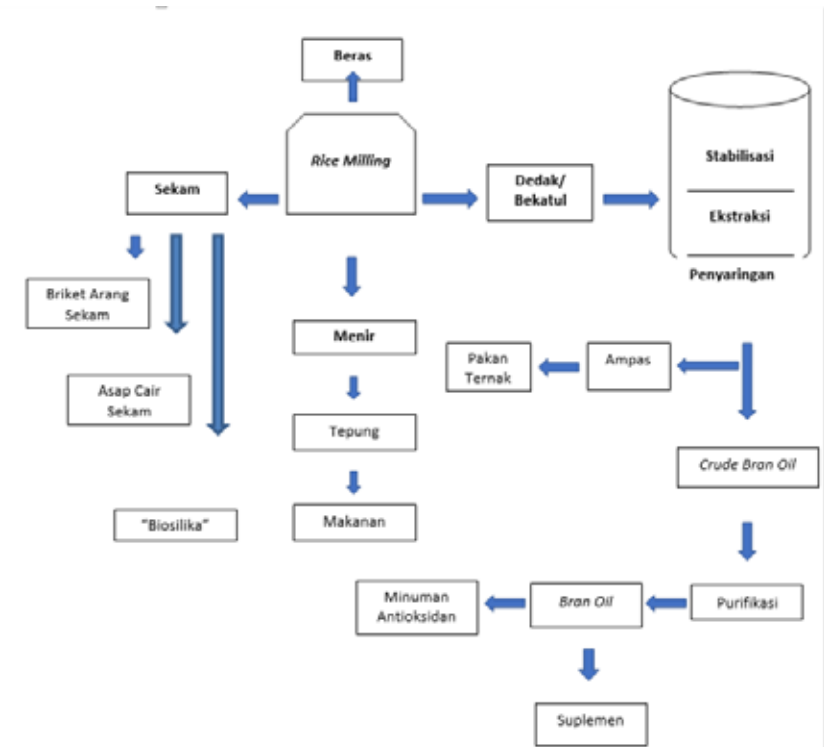
Dalam mutu beras giling, dikenal tiga tingkatan ukuran beras.

1. Beras kepala, yaitu butiran beras utuh (*whole kernel*) dan butir beras patah yang ukurannya sama atau lebih besar dari 6/10 bagian butir beras utuh
2. Beras patah, yaitu beras patah (*breakens*) yang ukurannya lebih kecil 6/10, tapi lebih besar 2/10 dari bagian butir beras utuh
3. Menir, yaitu butir beras yang ukurannya lebih kecil 2/10 atau butir beras yang lolos dari ayakan/saringan yang berdiameter 1,753-2,0 mm (British-Standard No.7).

Kementerian Pertanian telah mencanangkan program nasional Upaya Khusus (UPSUS) untuk meningkatkan produksi padi. Data BPS mencatat pada tahun 2016 produksi padi Indonesia mencapai 79,36 juta ton gabah kering giling (GKG) (Kementerian Pertanian 2017).

Produksi padi tahun 2016 tersebut merupakan capaian tertinggi sepanjang sejarah Indonesia. Dengan demikian, dari produksi padi tahun 2016 paling tidak mendapatkan hasil samping penggilingan padi berupa sekam sekitar 15,87 juta ton, dedak/bekatul sekitar 6,35 juta ton, dan menir sekitar 2,38 juta ton.

Angka tersebut merupakan produksi dalam setahun. Hal tersebut tentu merupakan suatu jumlah yang sangat berlimpah. Jadi, perlu upaya untuk memanfaatkannya, sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi usaha tani dan penggilingan padi. Hasil samping penggilingan padi sebenarnya mempunyai nilai guna dan nilai ekonomi yang tinggi. Skema hasil samping penggilingan padi/beras dapat dilihat pada Gambar 83.



Gambar 83. Skema Hasil Samping Penggilingan Padi (Rice Milling).

## Pemanfaatan Hasil Samping

Beberapa alternatif pemanfaatan hasil samping penggilingan padi (*rice milling*) adalah sebagai berikut :

### Menir

Menir dapat dimanfaatkan untuk pakan unggas dan bahan baku makanan tradisional. Agar nilai sosial ekonomi dan nilai gunanya

meningkat, menir harus diproses lebih lanjut, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku produk pangan. Masyarakat mempunyai anggapan bahwa menir merupakan beras bermutu rendah, sehingga hanya dikonsumsi masyarakat strata sosial rendah.

Namun, bisa diproses, misalnya menjadi tepung dan diolah lebih lanjut menjadi produk makanan, status sosialnya meningkat, karena produk tersebut dapat dikonsumsi segala lapisan masyarakat. Pengolahan menir menjadi produk lanjutan akan meningkatkan nilai guna, nilai tambah dan nilai ekonomi. Produk lanjutan dari menir meliputi :

### 1. Tepung Beras

Bentuk produk antara (*intermediate product*) yang paling cocok untuk menir ialah tepung. Mutu tepung beras asal menir tidak kalah nilai gizinya dibandingkan tepung beras dari bahan beras kepala. Harga menir relatif lebih murah dibandingkan beras kepala (setengah harga beras), sehingga pembuatan tepung beras dari bahan baku menir akan mengurangi biaya produksi, tanpa mengurangi mutu. Dalam bentuk tepung, pemanfaatannya lebih luas.

### 2. Tepung Beras Komposit

Untuk meningkatkan jumlah dan mutu protein tepung beras dapat dilakukan dengan membuat komposit dengan kacang-kacangan. Dari sereal, beras mempunyai kandungan protein yang tidak tinggi (6-8%), tapi protein yang dapat dimanfaatkan relatif tinggi (4,01%). Kacang-kacangan merupakan sumber protein nabati. Karena itu, pembuatan tepung beras komposit dengan kacang-kacangan dapat meningkatkan mutu gizinya (Winarno, 2000). Peningkatan gizi tepung beras selain dengan penambahan tepung kacang-kacangan juga dapat dilakukan dengan cara enzimatis, yaitu memanfaatkan amilase.

Prinsip proses pembuatan tepung beras kaya protein (BKP) ialah suspensi tepung beras yang telah tergelatinasi dihidrolisis dengan amilase. Lalu, disaring, residunya dikeringkan menggunakan *drum dryer*. Dengan cara ini tepung BKP mengandung protein  $\pm$  15%, meningkat dari tepung beras awal (6-8%). Tepung BKP ini dapat

dimanfaatkan sebagai makanan bayi. Tepung BKP komposit dapat meningkatkan sumbangan protein 60-70% (Damardjati dan Purwani, 1995).

## ■ Dedak/Bekatul

Dedak atau bekatul adalah bagian kulit ari beras yang terpisah selama penyosohan/penggilingan. Dedak merupakan hasil penyosohan pertama. Karena itu, ukurannya relatif kasar dan kadang-kadang masih tercampur dengan potongan sekam. Dedak umumnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak.

Sedang bekatul merupakan hasil penyosohan kedua (ukuran halus) yang sering digunakan sebagai bahan pangan. Pemanfaatan bekatul masih terbatas, karena hambatan sifat komoditas ini yang mudah rusak/tengik. Karena itu, pemanfaatan bekatul sebagai bahan pangan harus segar (tidak lebih 24 jam setelah digiling). Beberapa usaha pengawetan dan pemanfaatan bekatul, selain untuk pakan, diuraikan di bawah ini.

### 1. Sangrai

Salah satu cara meningkatkan ketahanan simpan bekatul, yaitu dengan teknik penyangraian. Cara ini sangat mudah. Bekatul diayak halus, kemudian ditempatkan pada penggorengan, lalu dipanaskan langsung (tanpa minyak goreng), sambil diaduk sekitar 10 menit. Kelemahan cara ini, adalah bekatul menjadi berwarna cokelat tua dan kadang-kadang terasa hangus. Bekatul sangrai ini digunakan untuk makanan kecil, kue kering atau makanan lain yang tidak memerlukan pengembangan volume pada produk akhirnya.

### 2. Ekstrusi

Teknologi ekstrusi merupakan salah satu cara pengawetan/pengolahan bekatul dengan sistem *High Temperature Short Time* (HTST). Teknologi ini cukup efektif untuk pengawetan bekatul, tapi biaya prosesnya cukup besar. Pemanasan yang tinggi ( $\geq 121^\circ\text{C}$ ) berpotensi merusak vitamin dan protein.

Pemanfaatan bekatul dan menir dalam pembuatan sereal sarapan telah diteliti Hermanianto, *et al.*, (1999). Hasil penelitian tersebut menunjukkan, bekatul yang digunakan sebagai bahan formulasi (dengan jagung) harus segar.

Jika melampaui ambang batas kesegaran, maka akan mengurangi cita rasa produk yang dihasilkan. Uji pengembangan volume dan organoleptik menunjukkan, produk dengan formula 30% bekatul tidak berpengaruh nyata pada citarasa dan pengembangan volume. Hermanianto, *et al.*, (1999), telah melakukan penelitian produk ekstrusi yang dihasilkan dari berbagai formula menir dan bekatul.

Komposisi gizi utama yang menonjol ialah kandungan lemak (18,5-27% bk). Penggunaan bekatul akan meningkatkan serat makanan. Menurut Fardiaz (1994), serat makanan merupakan komponen yang mempunyai fungsi penting. *Pertama*, serat makanan berfungsi sebagai *carier* dari *ingredient* lain, seperti protein, lipida, dan karbohidrat. *Kedua*, serat makanan berfungsi sebagai pembentuk struktur dan tekstur pada produk pangan olahan. *Ketiga*, serat makanan dalam jumlah cukup.

### 3. Enzimatis

Menurut Hammond (1994), secara umum bekatul mengandung protein 14%, lemak 18%, karbohidrat 36%, serat 12%, serta berbagai mineral dan vitamin. Kandungan lemak yang cukup tinggi pada bekatul merupakan indikator mutu yang baik, sekaligus sebagai kendala dalam penyimpanan karena deteriorasi lemak terjadi secara cepat setelah proses penyosohan. Lemak dihidrolisis oleh lipase menjadi asam lemak bebas dan *gliserol*. Akibatnya terjadi penurunan mutu bekatul yang ditandai dengan *flavor* tengik dan struktur menggumpal (Sayre *et al.*, 1982).

Di samping memiliki berbagai jenis zat gizi, pada bekatul juga terkandung zat antigizi berupa asam fitat. Zat ini mampu mengikat mineral-mineral bervalensi dua atau tiga (kalsium, besi, seng, dan lain-lain) untuk membentuk kompleks yang sukar diserap tubuh (Nayini dan Markakis, 1983). Umumnya, metode penurunan asam fitat dikembangkan berdasarkan pada pemanasan, serta hidrolisis dengan katalis asam/basa.

Namun, mengingat komposisi kimia bekatul, pemanasan dikhawatirkan dapat mendenaturasi protein, serta merusak vitamin yang terdapat dalam bekatul. Cara lain yang dapat dilakukan ialah dengan mengaktifkan enzim *fitase* yang terdapat dalam bahan makanan tersebut.

Enzim fitase yang terdapat pada kacang-kacangan dan sereal hanya dalam jumlah yang sangat sedikit dan dalam kondisi *terinhibisi* oleh *substratnya* (asam *fitat*) sendiri. Untuk mengatasi masalah tersebut, dapat dengan menambahkan fitase secara ekstraseluler yang diaktifkan pada kondisi optimumnya. Dalam jangka waktu tertentu untuk menurunkan kadar asam fitat pada bekatul. *Fitase* bekerja pada suhu yang relatif rendah, dan tidak beracun.

Prinsip proses pengawetan dan perbaikan mutu bekatul secara enzimatis, yaitu bekatul segar (tidak lebih 24 jam setelah disosoh), ditambah air hangat dan protease 0,01-0,1%. Langkah selanjutnya diinkubasikan selama  $\pm$  8 jam dan dikeringkan sampai kadar air di bawah 10%. Untuk mengetahui mutu simpan bekatul awet enzimatis telah dilakukan studi pendugaan daya simpan bekatul enzimatis dengan metode akselerasi (Widowati *et al.*, 2000).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan enzim (*fitase* dan *protease* spesifik *antilipase* 0,01%) dapat memperpanjang umur simpan bekatul sekitar 90 hari. Bekatul yang tidak mendapat perlakuan, hanya layak konsumsi selama dua hari. Bekatul enzimatis ini berpotensi sebagai bahan baku pangan, maupun nonpangan seperti kosmetika dan obat-obatan.

### 4. Minyak Dedak (Bran Oil)

Pengolahan minyak dedak meliputi dua faktor penting yaitu stabilisasi dan ekstraksi. Stabilisasi bertujuan untuk menghancurkan enzim lipase yang ada dalam dedak, sehingga rendemen minyak meningkat dan kadar asam lemak bebas menurun. Stabilisasi dapat dilakukan secara kimiawi atau menggunakan panas. Stabilisasi dengan panas menyebabkan enzim lipase dalam dedak terdeaktivasi pada suhu 100-120°C dalam waktu beberapa menit.

Pemanasan dilakukan dengan injeksi uap panas, kontak dengan udara panas, pemanggangan atau pemasakan ekstrusif. Ekstraksi menggunakan pelarut mudah menguap merupakan cara terbaik mengambil minyak dedak yang kadarnya kurang dari 25%.

Selanjutnya minyak dedak hasil ekstraksi dipisahkan dari pelarut melalui penguapan. Pelarut yang dapat digunakan adalah etanol dan n-heksan. Ampas dedak yang telah dipisahkan dari pelarut dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, karena masih mengandung protein dan karbohidrat yang tinggi.

Hasil penelitian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian (BB Pascapanen), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, rendemen minyak dedak yang dihasilkan sekitar 14-17% dan kandungan protein ampas dedak hasil ekstraksi 11-13%. Dedak segar mengandung protein 12-15% dan karbohidrat 20-23%.

Minyak dedak hasil ekstraksi selanjutnya dipurifikasi atau dimurnikan. Pemurnian minyak dedak sama dengan pemurnian minyak nabati lainnya. Pemurnian pada dasarnya bertujuan untuk menghilangkan senyawa lilin (*dewaxing*), fosfatida (*degumming*), asam lemak bebas (*saponification*), pewarna (*bleaching*), dan bau (*deodorization*). Jika diinginkan minyak yang dapat disimpan pada suhu rendah, maka pemurnian dilengkapi dengan proses *winterization*. Hasil olahan minyak dedak adalah :

- 1) Minyak goreng bermutu tinggi
- 2) Margarin
- 3) Minuman Antioksidan
- 4) Suplemen Makanan

## 5. Pakan Ternak

Dedak padi merupakan bahan penyusun ransum unggas yang sangat populer. Selain ketersediaannya melimpah, penggunaannya sampai saat ini belum bersaing dengan kebutuhan pangan. Harganya juga relatif murah dibandingkan dengan harga bahan pakan lain.

Kandungan energi, protein, vitamin B dan beberapa mineral dalam dedak padi cukup tinggi. Namun beberapa hasil penelitian menunjukkan, jumlah dedak padi yang dapat digunakan dalam susunan ransum unggas tidak lebih dari 30% (Kratzer, et al., 1974; Prawirokusumo, 1977; Sayre, et al., 1988). Pohon industri bekatul dapat dilihat pada Gambar 84.



Gambar 84. Pohon Industri Bekatul.

## ■ Sekam

Sekam merupakan hasil samping penggilingan padi tertinggi yaitu sekitar 15-23% (Ismunadji, 1988; Le, et al. 2013; Widowati, 2001) dan bersifat *bulky*, sehingga memerlukan ruang yang luas. Sekam umumnya dimanfaatkan sebagai media tanam untuk jamur dan tanaman hias. Selain itu, sebagai bahan bakar, abu gosok, dan campuran bahan pembuat genting. Sekam juga biasanya dimanfaatkan sebagai campuran dalam pembuatan bata merah dan batako. Namun demikian, penggunaan sekam tersebut masih relatif kecil porsinya dibandingkan potensi produksi sekam nasional per tahunnya.

Bahkan penggunaan sekam sebagai bahan bakar pengeringan atau pun bahan campuran bata merah, batako dan genting akhir-akhir ini cenderung semakin menurun, karena munculnya produk kompetitor sejenis di pasaran yang lebih baik mutunya. Sebagai contoh penggunaan bata merah dan batako akhir-akhir ini mulai banyak digantikan *lightweight brick hebel*. Demikian pula, penggunaan genting dari tanah liat mulai digantikan dengan genting metal. Karena itu, gundukan-gundukan sekam yang tidak dimanfaatkan merupakan pemandangan yang banyak dijumpai penggilingan padi (Gambar 85) dan mulai menjadi masalah serius bagi penggilingan padi.



Gambar 85. Gundukan-gundukan sekam yang menggunung tidak termanfaatkan di penggilingan padi.

Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi *kariopsis*. Terdiri dari belahan *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Umumnya ditemukan di areal penggilingan padi. Sekam padi sering diartikan sebagai bahan buangan atau limbah penggilingan padi. Keberadaannya cenderung meningkat dan mengalami proses penghancuran secara alami yang lambat, sehingga dapat mengganggu lingkungan juga kesehatan manusia.

Sekam memiliki densitas kamba sekitar  $125 \text{ kg/m}^3$ , dengan kandungan karbon (zat arang) 1,33%, hidrogen 1,54%, oksigen 33,64%. Sekam padi mengandung selulosa 26-36%, hemiselulosa 12-32%, dan lignin 15-23% (Ugheoke & Mamat 2012).

Sekam yang dihasilkan dari proses penggilingan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai energi biomassa (*waste product energy*), yang kebanyakan hanya dibakar dan dibiarkan, atau digunakan sebagai bahan pembuat kompos.

Sekam sebagai biomassa ternyata mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi yaitu antara 2900-3600 kkal/kg. Jumlah ini setara nilai kalor kayu bakar yang berkisar 2000-4000 kkal/kg (tergantung jenis kayu). Namun sedikit lebih rendah dibandingkan nilai kalor batubara 4500-7500 kkal/kg dan batok kelapa (tempurung) antara 5000-6000 kkal/kg. Sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai berikut:

### 1. Energi Panas

Sekam padi dapat diproses menjadi briket arang sekam (Gambar 86). Briket arang sekam ini dapat digunakan sebagai sumber energi panas untuk keperluan rumah tangga atau pengganti minyak tanah dan gas.



Gambar 86. Pembuatan Briket Arang Sekam.

## 2. Asap Cair

Sekam juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan asap cair sekam. Asap cair merupakan suatu hasil pengembunan atau kondensasi dari uap hasil penguraian secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya melalui proses pirolisis (Amritama, 2007; Oramah 2007).

Pirolisis merupakan proses penguraian dari bahan-bahan organik atau senyawa kompleks menjadi zat dalam tiga bentuk, yaitu padatan, cairan dan gas, karena adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar pada suhu yang cukup tinggi (Ningsih, 2011). BB Pascapanen, Balitbangtan, Kementan telah mengembangkan proses produksi asap cair dari sekam padi secara sederhana yang dapat diterapkan di tingkat petani (Gambar 87).



Gambar 87. Proses produksi asap cair dari sekam padi secara sederhana.

Secara umum asap cair dibagi menjadi tiga jenis sesuai dengan sifat fisik dan kimiawinya. Asap cair yang dihasilkan langsung dari pirolisator merupakan asap cair *grade 3*. Selanjutnya melalui proses distilasi dan penyaringan untuk menjadi *grade 2*. Kemudian dilanjutkan dengan penyaringan menggunakan zeolit dan karbon aktif diperoleh *grade 1*. Asap cair sekam padi memiliki pH 2-4 (Ariyani, et al. 2015).

Senyawa-senyawa penyusun asap cair meliputi senyawa fenol, karbonil, asam dan hidrokarbon polisiklis aromatis (Girard 1992, Suismono et al. 2016). Senyawa-senyawa fenol merupakan senyawa

yang berperan sebagai antioksidan, sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk asapan. Senyawa-senyawa karbonil merupakan senyawa yang berperan pada pewarnaan dan citarasa produk asapan. Golongan senyawa ini mempunyai aroma seperti aroma karamel yang unik.

Senyawa-senyawa asam merupakan senyawa yang berperan sebagai antibakteri dan membentuk cita rasa produk asapan. Senyawa hidrokarbon aromatik seperti benzo(a)pirena merupakan senyawa yang memiliki pengaruh buruk, karena bersifat karsinogen. Karena itu, jika asap cair dari sekam akan digunakan pada produk pangan, maka harus diproses dulu untuk mengurangi kandungan senyawa hidrokarbon aromatik seperti benzo(a)pirena sampai ambang batas aman.

Asap cair memiliki manfaat/penggunaan yang cukup luas dan dapat menjadi produk komersial yang memiliki nilai ekonomi. Beberapa manfaat asap cair, pada industri pangan, asap cair digunakan sebagai pengawet alami makanan seperti ikan, bakso, dan tahu karena sifat antimikroba dan antioksidannya. Tersedianya asap cair dapat menjadi alternatif proses pengasapan tradisional dengan menggunakan asap secara langsung. Proses pengasapan tradisional mempunyai beberapa kekurangan, seperti pencemaran lingkungan, proses tidak bisa dikendalikan, kualitas yang tidak konsisten serta risiko bahaya kebakaran. Keberadaan produk asap cair dapat mengurangi permasalahan-permasalahan tersebut.

Pada industri perkebunan, asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks. Dengan sifat fungsional asap cair seperti anti jamur, anti bakteri dan antioksidan tersebut dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan.

Untuk industri kayu, asap cair dengan pH yang relatif rendah (asam) dapat digunakan sebagai pengawet kayu. Kayu yang diolesi dengan asap cair dapat mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap, sehingga memperpanjang usia kayu tersebut (Darmadji, 1999).

Untuk Biopestisida, asap cair sekam bisa untuk mengendalikan hama tanaman, termasuk padi. Balitbangtan, Kementan telah menerapkan asap cair sekam tanpa pemurnian maupun setelah diformulasikan

sebagai biopestisida pada tanaman padi (Gambar 88) (Hoerudin et al. 2017) dan tanaman kedelai (Mustikawati et al. 2016).

Aplikasi asap cair sekam sebanyak 20 ml per liter air dilaporkan cukup efektif mengendalikan hama wereng tanaman padi. Dosis yang diperlukan untuk setiap hektar sawah yaitu sekitar 1,25 liter larutan biopestisida yang mengandung 25 mL asap cair sekam. Untuk meningkatkan efektivitasnya, penggunaan asap cair sekam sebagai biopestisida dapat dicampur dengan bahan aktif biopestisida lainnya (Faza 2009).

Namun demikian, untuk meningkatkan efektivitas asap cair sekam padi terhadap organisme pengganggu tanaman (OPT), pengembangan teknologi formulasinya sebagai biopestisida masih belum banyak dilakukan. Pada tanaman kedelai, penggunaan 15 ml asap cair sekam per liter air sebagai biopestisida dapat mengurangi serangan ulat gerayak, penggerek polong, dan penghisap polong.



Gambar 88. Pemanfaatan asap cair sekam yang diformulasikan sebagai biopestisida (a) dan penerapannya pada tanaman tanaman padi (b).

### 3. Silika dari sekam (“Biosilika”)

Sekam padi memiliki kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) cukup tinggi, yaitu 15-20% (Adam, et al., 2011; Agung, et al., 2013; Kalapathy et al. 2002). Setelah melalui proses pembakaran sempurna, sekam padi menghasilkan 17-20% abu (Ugheoke & Mamat, 2012) yang mengandung sekitar 90%-98% silika (Agung, et al., 2013; Carmona, et al., 2013; Rafiee, et al., 2012; Suka, et al., 2008).

Harga silika di pasar internasional dapat mencapai Rp.15.000/kg atau bahkan lebih mahal lagi tergantung kandungan  $\text{SiO}_2$  nya. Harga silika jauh lebih tinggi dibanding harga sekam atau pun abu sekam yang sangat murah (hampir tak bernilai ekonomi).

BB Pascapanen, Balitbangtan, Kementan telah mengembangkan proses produksi silika dari sekam padi skala semi pilot yang saat ini sedang dikembangkan lebih lanjut menjadi skala pilot (Gambar 89). Produk silika yang dihasilkan dikenal dengan nama “Biosilika”. Saat ini telah dihasilkan tiga varian produk biosilika yaitu dalam bentuk serbuk, gel dan cair.

Produk biosilika tersebut telah didaftarkan ke Dirjen HKI dengan nama merek “BioSINTA” (Gambar 90). Teknologi proses yang dikembangkan saat ini telah mampu menghasilkan produk biosilika serbuk dari sekam padi dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  hingga 99% (Hoerudin et al. 2017).



Gambar 89. Beberapa alat utama untuk proses produksi biosilika dari sekam padi (Hoerudin et al. 2017).



Gambar 90. Produk biosilika serbuk, gel, dan cair dari sekam padi (Hoerudin et al. 2017).

Silika memiliki banyak kegunaan di berbagai industri seperti sebagai anticaking pangan, penjernih minuman, pemurnian minyak (Chaudhry & Castle 2011), pupuk unsur mikro, farmasi, deterjen, perekat, bahan campuran semen, semikonduktor elektronik, katalis, produk karet/ban kendaraan, absorbent, penghambat korosi, dan bahan optik (Adam et al. 2011; Agung et al. 2013; Awizar et al. 2013). Indonesia tercatat masih mengimpor silika untuk kebutuhan industri-industri tersebut.

Di bidang pertanian, silika (Si) merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman golongan gramineae yang bersifat akumulator silika, seperti padi, jagung dan tebu. Kebutuhan silika untuk tanaman padi sangat tinggi karena padi menyerap 100-300 kg silika/ha. Kebutuhan silika untuk tanaman padi tersebut setara atau lebih tinggi jika dibandingkan hara N, P, dan K. Semakin intensifnya penanaman padi (2-3 kali setahun) menggunakan varietas unggul, maka silika di dalam tanah akan semakin terkuras jika tidak diimbangi upaya lain untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Kekurangan Si dapat menyebabkan produktivitas berkurang karena mudah terkena hama dan penyakit, sehingga hasil optimal tanaman tidak tercapai (Gufon, 2013). Hasil penelitian Balitbangtan, Kementan, penerapan biosilika dari sekam pada tanaman padi di lahan petani di Provinsi Lampung dapat memberikan tambahan hasil panen hingga 1,3 ton per ha dan menyelamatkan hasil panen dari serangan hama penyakit hingga 30% (Hoerudin, et al. 2017).

Produksi biosilika dari sekam padi dan mengembalikannya sebagai hara tanaman padi merupakan wujud pertanian bioindustri ramah lingkungan yang dapat meningkatkan nilai tambah dan daya saing produksi padi, beras dan hasil samping pengolahannya.

# BAB VI

## **DUKUNGAN KELEMBAGAAN**

## Kelembagaan Pengembangan Alsintan

### Jenis Kelembagaan

Pengembangan alsintan tidak hanya sekedar mengadakan, menambah dan mendistribusikan alsintan, tetapi terkait dengan aspek teknis, sosial, ekonomi, pembangunan wilayah serta keberlanjutan pengembangannya. Aspek penting yang perlu mendapatkan perhatian secara proporsional dengan aspek lainnya dalam pengembangan mekanisasi pertanian adalah kelembagaan dan sumber daya manusia yang terkait dengan pengembangan mekanisasi pertanian.

Kelembagaan tersebut bisa kelembagaan pemerintah (Pusat dan Daerah) dan bisa kelembagaan masyarakat. Untuk Kementerian Pertanian di tingkat pusat, kelembagaan tersebut sudah dibentuk di tiap Direktorat Jenderal dan Badan, antara lain Direktorat Alsintan, Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Pusat Pengembangan Penyuluhan, Balai Besar Pendidikan dan Pelatihan. Sedangkan di tingkat daerah bentuk kelembagaannya beragam, ada yang berupa balai dan ada yang berupa sub bidang atau seksi alsintan yang berada di bawah Dinas Pertanian Daerah.

Koordinasi, sinkronisasi dan harmonisasi program serta kegiatan dan pembiayaannya sangat diperlukan supaya implementasinya di Daerah dan lapangan berjalan dengan baik. Di tingkat Pusat, sudah banyak program dan kebijakan dilakukan, termasuk Program Bantuan Alsintan kepada petani/kelompok Tani/Gapoktan dalam jumlah besar sejak akhir tahun 2014. Walaupun mungkin kinerjanya belum seperti yang diharapkan karena berbagai faktor penyebab. Namun demikian, pemerintah selalu berupaya menyempurnakan, serta meningkatkan program dan kinerja tersebut. Ditingkat daerah, program dan kinerja kelembagaan alsintan sangat beragam, tergantung kondisi dan permasalahan di daerah, serta kebijakan dan kemampuan pembiayaan Pemdanya. Salah satu kelembagaan penting yang sangat terkait dengan pengembangan alsintan di daerah adalah penyuluhan.

Selain prasarana dan sarana penyuluhan untuk alsintan di lembaga penyuluhan umumnya terbatas, bahkan beberapa lembaga penyuluhan tidak memiliki, juga SDM penyuluhannya umumnya tidak ada. Padahal

peran dan fungsinya sangat penting dalam pengembangan alsintan di lapangan.

Peran dan fungsi utama penyuluhan alsintan adalah melakukan penyuluhan dan pendampingan dalam pengembangan alsintan di lapangan. Mulai dari perencanaan pengadaan alsintan sampai dengan pemanfaatannya di lapangan. Pengembangan prasarana dan sarana, serta pengadaan tenaga penyuluh atau pelatihan tenaga penyuluhan pengembangan alsintan mutlak perlu dilakukan.

Pelatihan yang diperlukan antara lain, pengenalan alsintan, operasi dan pemeliharaan alsintan, perencanaan dan pengelolaan alsintan, ekonomi dan bisnis jasa alsintan. Dengan kelengkapan prasarana dan sarana serta tenaga penyuluh yang terampil di bidang alsintan diharapkan bisa mendukung keberhasilan pengembangannya di lapangan melalui penyuluhan dan pendampingan kepada petani dan pelaku bisnis jasa alsintan.

Kelembagaan alsintan yang ada di masyarakat adalah kelembagaan pengelola alsintan yang bisa berupa Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) dan Perbengkelan Alsintan serta Asosiasi Alsintan (Alsintani). Dengan adanya pelayanan jasa atau penyewaan alsintan, petani tidak perlu membeli alsintan tetapi dapat menyewa sesuai kebutuhannya, tanpa harus mengeluarkan biaya besar untuk membelinya. UPJA bisa dikelola individu masyarakat maupun kelompok tani dan koperasi. Saat ini kinerja UPJA yang dikelola individu masyarakat masih belum optimal, terutama karena keterbatasan kemampuan manajemen pengelolanya.

Sementara UPJA yang dikelola kelompok tani dan koperasi sebagian belum memberikan keuntungan seperti yang diharapkan. Hal ini karena rendahnya profesionalisme dan pengelolaan yang kurang baik. Karena itu, pemerintah bersama pihak swasta berupaya meningkatkan kemampuan manajemen UPJA, melalui pelatihan dan pembinaan yang intensif berkesinambungan, serta pendampingan di bidang manajemen, baik oleh Dinas Terkait maupun Perguruan Tinggi.

Selama ini, pemenuhan kebutuhan alsintan masih didominasi industri alsintan besar yang umumnya ada di Pulau Jawa. Sementara itu, untuk memenuhi kebutuhan alsintan yang tepat guna, pengembangan alsintan harus memperhatikan kebutuhan spesifik serta kompetensi daerah. Dalam

rangka mendukung kebijakan pembangunan industri alsintan di daerah, perlu dikembangkan pola pembangunan industri dan pemanfaatan alsintan dengan memperhatikan kompetensi dan kondisi spesifik daerah.

Alsintan *Center* merupakan satu alternatif pemecahan masalah untuk pengembangan mekanisasi pertanian yang mengedepankan kolaborasi program antar kementerian dan lembaga. Alsintan *Center* dikembangkan untuk dapat berfungsi sebagai *center of excellent* di bidang mekanisasi pertanian yang berkelanjutan dan bermanfaat bagi stakeholders dan masyarakat sekitarnya. Untuk itu, Alsintan *Center* harus dapat berfungsi sebagai agen informasi, agen pengembangan teknologi, agen pengembangan SDM, dan agen pengembangan bisnis alsintan yang dikelola dengan baik, konsisten, mudah diakses dan berkelanjutan. Dengan demikian dapat memberikan dampak positif yang bisa dirasakan *stakeholder*, sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat di daerah.

Alsintan *Center* dikembangkan dengan pendekatan langsung melalui metode *indepth approach*. Yaitu suatu pendekatan yang mengkaji data primer dan sekunder secara kuantitatif dan kualitatif berdasarkan kekuatan, peluang dan tantangan dari potensi dan kompetensi spesifik yang dimiliki wilayah.

## 1. Kelembagaan UPJA

Masalah dan kendala pengembangan alsintan antara lain, luas pemilikan dan sebaran lahan, sosial ekonomi petani terutama pengetahuan, keterampilan, modal, dan budaya. Selain itu, sistem usahatani umumnya subsisten dan tradisional, prasarana penunjang khususnya penataan lahan, jalan usahatani dan bengkel, serta kelembagaan terutama lembaga petani, penyuluhan dan pelatihan serta jasa.

Selain masalah dan kendala tersebut, pengembangan alsintan juga belum dilakukan secara komprehensif. Umumnya masih bersifat parsial, serta lebih didominasi penyediaan perangkat keras melalui program bantuan atau hibah alsintan. Namun demikian, hasilnya tidak seperti yang diharapkan.

Banyak aspek yang tidak atau kurang dipertimbangkan dalam proses inovasi tersebut. Namun demikian, keuntungannya adalah pembelajaran proses, yaitu faktor pemberdayaan masyarakat dan kelembagaan harus mendapatkan perhatian yang proporsional pada pengembangan alsintan. Intervensi pemerintah akan banyak berpengaruh dalam mempercepat adopsi teknologi alsintan. Tapi, juga dapat memperburuk situasi jika tidak sepadan dengan lingkungan yang ada.

Strategi yang ditempuh pemerintah melalui Kementerian Pertanian dalam mengembangkan dan mengoptimalkan pemanfaatan alsintan adalah menumbuhkembangkan lembaga Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA). Dengan penyewaan jasa alsintan, petani yang tidak sanggup membeli alsintan dapat menyewa sesuai kebutuhannya, tanpa harus mengeluarkan biaya besar untuk membelinya.

UPJA bisa dikelola individu masyarakat maupun oleh kelompok tani dan koperasi. UPJA yang dikelola individu masyarakat masih belum memberikan kinerja yang optimal, terutama karena keterbatasan kemampuan manajemen pengelolaannya. Sementara UPJA oleh kelompok tani dan koperasi kurang menguntungkan karena rendahnya profesionalisme dan pengelolaan yang kurang baik.

Karena itu, pemerintah bersama pihak swasta perlu meningkatkan kemampuan manajemen pengelola UPJA tersebut melalui pemberian pelatihan dan pembinaan yang intensif dan berkesinambungan, serta pendampingan di bidang manajemen, baik oleh Dinas Terkait atau Perguruan Tinggi.

Pendayagunaan alsintan melalui UPJA sudah dimulai sejak tahun 1996/1997 dengan pembentukan kelompok UPJA percontohan di 13 Provinsi. Pada periode tahun 1980-an, lahir prakarsa dari Direktorat Bina Usaha dan Pengolahan Hasil Pertanian untuk menumbuhkan sistem pelayanan jasa alsintan yang berbasis ekonomi koperasi di perdesaan yang sekarang dikenal dengan UPJA (Unit Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian). Sistem ini melibatkan empat komponen utama yaitu Kelompok Tani/Gapoktan, Perbengkelan, Agen Alsintan, dan Manajemen UPJA.

Komunikasi intensif antara Manajemen UPJA dengan kelompok tani/Gapoktan, Bengkel Pedesaan dan Dealer/Agen diharapkan dapat mewujudkan sinergi bisnis dalam satu areal yang disepakati sebagai suplai areal. Bengkel dan agen diperhitungkan dalam strategi bisnis untuk mendukung keberhasilan UPJA, dengan meminimalkan *down time* ketika terjadi kemacetan teknis akibat kerusakan alsintan. Jika kondisi tersebut terjalin dengan baik antara ke empat komponen tersebut, UPJA akan tumbuh dan berkembang.

Pada 2 Desember 1998, Departemen Pertanian mengeluarkan Keputusan Direktur Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura Nomor I.HK.05098.71 tentang Petunjuk Pelaksanaan Pendayagunaan dan Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian. Keluarannya adalah berkembangnya penggunaan alsintan oleh masyarakat tani/kelompok tani; tumbuhnya kelompok-kelompok tani, UPJA dan bengkel pembuatan, perawatan dan perbaikan Alsintan; serta berkembangnya sistem agribisnis dan agroindustri di perdesaan.

Sesuai dengan dinamika perkembangan yang terjadi, Menteri Pertanian menerbitkan Peraturan Nomor 25/Permentan/PL.130/5/2008 tanggal 22 Mei 2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan UPJA. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan. *Pertama*, kemampuan petani dalam mengolah lahannya terbatas. *Kedua*, pengelolaan alsintan oleh petani perorangan kurang efisien; *Ketiga*, tingkat pendidikan dan keterampilan serta permodalan petani umumnya rendah. Keempat, pengelolaan alsintan oleh petani belum efisien.

Karena itu keberadaan UPJA diharapkan dapat berperan penting dan strategis dalam menggerakkan perekonomian di perdesaan, serta menjadi solusi dalam mengatasi kelangkaan tenaga kerja di perdesaan dan memenuhi kebutuhan alsintan bagi petani untuk mengelola pertaniannya.

Menurut Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan UPJA, bahwa UPJA merupakan suatu lembaga ekonomi perdesaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alsintan, baik di dalam maupun di luar kelompok tani atau gapoktan untuk mendapatkan keuntungan usaha. UPJA biasanya terbentuk ketika sekelompok petani menerima bantuan alsintan

atau perorangan yang membeli alsintan sendiri, sehingga mereka mengelola alsintannya dalam sebuah organisasi.

Dalam hal ini yang dibutuhkan adalah sebuah organisasi sebagai wadah untuk mengelola alsintan. Dapat berupa organisasi yang sudah ada (kelompok tani atau Gapoktan), dapat pula membentuk organisasi baru atau berdiri sendiri. Dengan berkelompok, pengelolaan alsintan menjadi ekonomis dan optimal, serta dapat pula memenuhi kebutuhan secara kewilayahan.

Berbagai kajian menunjukkan bahwa melalui instrumen yang ada, kelembagaan UPJA belum berkembang sebagaimana yang diharapkan. Jumlah UPJA pada tahun 2014 mencapai 12.468 unit. Namun demikian, pemanfaatan alsintannya belum optimal dan perkembangan UPJA belum baik (Satriyo, 2011). Diperkirakan, sekitar 84 % UPJA yang ada masih tergolong kelas *pemula* dan hanya 3,51 % yang klas *professional*, seperti terlihat pada Tabel 4.1. (Direktorat Alsintan, 2013).

Kinerja alsintannya umumnya juga masih rendah, seperti ditunjukkan kapasitas kerja alsintan per musim tanam. Luas lahan yang diolah dengan traktor tangan umumnya hanya 8-15 ha per musim tanam dan mesin perontok kurang dari 10 ha per musim tanam (Alihamsyah *et al.*, 2011).

Tabel 8. Perkembangan UPJA menurut kelasnya tahun 2006-2014

Tahun	Kelas UPJA			Jumlah
	Pemula	Berkembang	Profesional	
2006	7.390	141	39	7,570
2007	7.543	409	65	8,017
2008	8.571	851	100	9,522
2009	8.145	1.783	318	11,103
2010	8.887	2.250	219	11,356
2011	8.801	2.693	453	11,947
2012	9.485	2.136	423	12,044
2014	9.875	2.147	446	12.468

Pada saat ini UPJA sudah terdukung dengan terjaminnya BBM di daerah pedesaan dengan kebijakan Kementerian ESDM. Namun kebijakan tersebut perlu sosialisasi lebih jelas lagi pada tingkat operator di lapangan. Dalam pelaksanaan nampaknya banyak terdapat kesenjangan di lapangan dalam memahami Permentan dan Peraturan lain yang mendukung. Terutama terkait dengan hal-hal berikut:

- a. Pemahaman terhadap arah dan tujuan baik di Pusat maupun Provinsi dan Kabupaten/Kota, terutama dalam subyek mekanisasi selektif dari tingkat awal maupun lanjut.
- b. Pemahaman terhadap organisasi UPJA, tugas dan fungsi serta *lingkages* antara satu dan komponen lain.
- c. Pemahaman terhadap mekanisme UPJA relatif rendah, terutama karena kurangnya staf mekanisasi di daerah. Demikian pula penyuluh mekanisasi atau alsintan, sehingga diperlukan peningkatan pengetahuan bagi para petugas pembina alsintan di daerah.
- d. Strategi penyuluhan dan kelembagaan lebih dikedepankan dari pada strategi pengadaan alsintan.
- e. Mengubah atau menggeser dari kondisi 4 % UPJA Professional menjadi minimal 20 % dari jumlah UPJA yang ada dengan melakukan perubahan kebijakan.

Sementara itu permasalahan pengembangan UPJA antara lain: *Pertama*, keterbatasan kemampuan SDM pelaku utama dan pendukung pengembangan UPJA termasuk penyuluh. *Kedua*, terbatasnya prasarana dan sarana penunjang, khususnya bengkel dan BBM di lokasi UPJA. *Ketiga*, belum baiknya penataan lahan dan jalan usahatani untuk efisiensi mobilisasi dan operasional alsintan. *Keempat*, anggaran untuk pelatihan dan pendampingan/pembinaan UPJA masih minim. *Kelima*, terbatasnya akses terhadap informasi alsintan dan permodalan serta suku cadang di lokasi UPJA.

- a. Peningkatan kinerja dan penyempurnaan pengembangan UPJA dilakukan melalui:
- b. Peningkatan SDM pelaku dan pendukung pengembangan UPJA melalui pelatihan dan pembinaan secara berkesinambungan.
- c. Penyempurnaan manajemen UPJA melalui pembuatan dan sosialisasi berbagai Panduan. Terutama, identifikasi kebutuhan alsintan, tata kelola UPJA, operasi dan pemeliharaan alsintan.

- d. Seleksi bantuan alsintan hendaknya disesuaikan dengan kebutuhan setempat dan dikaitkan dengan pengenalan alsintan baru, serta model percontohan disertai pelatihan dan pendampingan pengembangan kelembagaannya.
- e. Pengembangan UPJA ke depan hendaknya dengan pola UPJA mandiri melalui pemberdayaan, serta peningkatan partisipasi dan kemandirian masyarakat berdasarkan kondisi wilayah dan kebutuhan setempat.

## 2. Kelembagaan Petani

Idealnya strategi dan program pengembangan alsintan berpedoman pada prinsip keberlanjutan pengembangan (*sustainable development*) melalui pengembangan alsintan yang progresif. Konsep pengembangan alsintan yang progresif harus mampu mengakomodir kebutuhan yang bersifat selektif, dinamis dan selalu berkembang ke arah kemajuan.

Implementasi konsep tersebut harus bisa mengintegrasikan *stakeholder* pengguna, produsen, industri, lembaga keuangan dan lembaga penelitian, sehingga mampu menangkap kebutuhan teknologi alsintan di tingkat petani dan usahatani. Melalui pengembangan alsintan yang progresif diharapkan petani mudah mengakses teknologi alsintan yang layak dan menguntungkan bagi usahatannya.

Secara otomatis bila dirasakan memperoleh keuntungan dari kemanfaatan teknologi alsintan, maka akan terbangun partisipasi aktif petani untuk memperoleh dan mempertahankan teknologi tersebut agar lebih berkembang. Secara alami, pengembangan alsintan tersebut tidak hanya akan mencukupi dirinya sendiri, tetapi juga akan berkembang ke wilayah lain untuk menuju ke arah lingkungan regional.

Untuk mempercepat pengembangan alsintan, terutama pada budidaya tanaman pangan, pemerintah melalui Kementerian Pertanian mengupayakan berbagai skim bantuan alsintan kepada Kelompok Tani/Gapoktan. Program bantuan alsintan dari pemerintah memang dirasakan masih diperlukan. Namun dengan skim dan

strategi yang tepat, petani tidak selalu tergantung pada bantuan. Hal ini penting karena kesalahan dalam penentuan skema dan strategi akan memperlambat proses pengembangan alat dan mesin pertanian itu sendiri.

Program bantuan alsintan merupakan bentuk intervensi langsung pemerintah, yang kini cukup dominan dalam bidang alsintan. Sebagai gambaran, pada 2015-2016, Kementerian Pertanian telah menyalurkan bantuan Alsintan sebanyak 180.000 unit, meningkat 2.000 % di banding tahun sebelumnya. Hal ini juga mendorong peningkatan jumlah UPJA.

Pilar-pilar penting yang harus dibangun dalam pengembangan Alsintan seperti penyiapan SDM yang tangguh, kelembagaan dan penyiapan sarana dan prasarana yang selektif belum dilakukan secara terstruktur dan komprehensif (Hermanto, *et al*). Untuk mengoptimalkan pemanfaatan alsintan yang progresif juga diperlukan penyempurnaan kelembagaan petani sebagai penerima bantuan alsintan, terutama dalam hal manajemen, termasuk organisasi dan tata kerja serta SDMnya.

Dalam suatu kelembagaan petani (Kelompok tani atau Gapoktan) perlu dibentuk Unit Pengelolaan atau Pelayanan Jasa Alsintan seperti UPJA. Lalu diikuti pemilihan SDM yang kompeten dan berjiwa kewirausahaan yang dapat mengelola alsintan secara menguntungkan. Untuk itu perlu dilakukan pendampingan, terutama penyuluh pertanian setempat dan pelatihan dalam hal pengelolaan dan bisnis pelayanan jasa alsintan, serta operasi dan pemeliharaan alsintan.

Unit Pengelola atau Pelayanan Jasa Alsintan di Kelompok Tani atau Gapoktan perlu dilengkapi dengan prasarana dan sarana pemeliharaan alsintan. Minimal untuk pemeliharaan dan perbaikan kerusakan ringan alsintannya supaya selalu dalam keadaan siap digunakan. Peran swasta yang memproduksi dan mendistribusikan alsintan juga perlu ditingkatkan, misalnya melalui penyediaan suku cadang yang memadai serta pelayanan purna jual.

Untuk lebih memberikan bantuan kepada petani yang berada di pedesaan, jaringan pelayanan selama ini hanya terbatas di kota

besar perlu diperluas, sehingga hambatan dalam pengembangan alsintan dapat dikurangi.

### 3. Asosiasi UPJA

Berbagai hasil kajian menunjukkan bahwa alsintan yang dikelola UPJA, khususnya yang ada di Kelompok Tani umumnya belum optimal. Sebab, pemanfaatannya terbatas di kelompok atau wilayahnya saja.

Guna meningkatkan penggunaan alsintan, sekaligus meningkatkan keuntungan pemilik alsintan atau UPJA, perlu dilakukan optimalisasi pemanfaatannya melalui mobilisasi alsintan dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Hasil kajian Alihamsyah (2013) menunjukkan, melalui mobilisasi alsintan yang ada antar wilayah dengan jadwal tanam berbeda dapat meningkatkan pemanfaatan dan kinerja alsintan, serta menekan kekurangan alsintan.

Konsep mobilisasi alsintan ini perlu dikembangkan melalui sosialisasi kepada berbagai pihak, terkait untuk diterapkan secara bertahap dan partisipatif dengan melibatkan secara aktif pemilik alsintan dan UPJA, serta institusi penyuluhan dan Dinas Pertanian di daerah.

Prinsip kerja optimalisasi alsintan adalah memenuhi kekurangan alsintan pada suatu wilayah (kecamatan atau desa) dengan memobilisasi alsintan di wilayah yang berdekatan, tapi berbeda jadwal tanamnya. Sedangkan tahapan kerja penyusunan konsep mobilisasi alsintan adalah:

- a. Mengelompokkan kecamatan atau desa dalam satu kabupaten berdasarkan kalender/jadwal tanam.
- b. Menghitung jumlah alsintan yang dibutuhkan dan kekurangannya dalam satu kelompok kecamatan atau desa dengan jadwal tanam yang sama
- c. Memenuhi kekurangan alsintan di tiap kelompok kecamatan atau desa dengan memobilisasi alsintan di kelompok kecamatan atau desa yang berdekatan tapi berbeda jadwal tanamnya.

Salah satu, upaya yang bisa dilakukan adalah mendorong pembentukan **Asosiasi UPJA** atau pemilik alsintan di tingkat kabupaten dan kecamatan. Salah satu fungsinya adalah menyediakan informasi

dan mengatur mobilisasi alsintan antarwilayah secara harmonis. Dengan demikian, mobilisasi alsintan dapat direncanakan dan dilaksanakan dengan baik serta memberikan keuntungan kepada anggotanya, yaitu UPJA dan pemilik alsintan.

Diduga penerapan mobilisasi alsintan antar wilayah ini sangat tergantung dari berbagai faktor. Terutama kemudahan dan ketersediaan prasarana transportasi, status kepemilikan dan preferensi pemilik alsintan atau UPJA, serta kondisi sosial ekonomi petani.

Karena itu, penerapannya dilakukan secara bertahap dan partisipatif dengan melibatkan secara aktif berbagai pihak terkait, terutama pemilik alsintan dan UPJA serta institusi penyuluhan dan Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kecamatan setempat.

Untuk itu, perlu dilakukan sosialisasi penerapan Konsep Mobilisasi Alsintan kepada berbagai pihak terkait. Terutama pemilik alsintan dan UPJA serta Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten, Kecamatan dan institusi penyuluhan di lapangan. Selain itu, pihak Pemerintah Daerah memfasilitasi penyediaan prasarana dan sarana mobilisasi alsintannya.

Optimalisasi pemanfaatan alsintan sangat terkait dengan basis data atau sistem informasi alsintan. Di Indonesia hingga saat ini belum tersusun secara sistematis serta belum dapat memberikan gambaran yang jelas akan status dan pemanfaatannya (Alihamsyah, 2007; Alihamsyah, *et al.*, 2011).

Kondisi demikian akan menyulitkan dalam penetapan rencana pengembangan alsintan guna mendukung pembangunan pertanian. Sementara itu, Badan Litbang Pertanian telah merilis Kalender Tanam Terpadu yang berisi jadwal tanam berdasarkan prediksi iklim atau ketersediaan air sampai tingkat kecamatan.

Data dan informasi tersebut selain bisa menjadi bahan masukan untuk memprediksi jadwal tanam (Harisda, 2009), juga dapat menjadi dasar mobilisasi alsintan antar wilayah yang memiliki jadwal tanam berbeda.

Karena itu, perlu dikembangkan suatu Manajemen Sistem Informasi Alsintan yang berbasis internet dan diintegrasikan dengan Kalender Tanam Terpadu. Caranya melalui pemetaan alsintan secara berjenjang, sistematis dan bertahap sampai tingkat desa/kecamatan di sentra produksi tanaman pangan.

Model pemetaan alsintan yang disusun Badan Litbang Pertanian dianggap cukup memadai sebagai instrumen pengembangan Manajemen Sistem Informasi Alsintan berbasis internet untuk arahan penyusunan mobilisasi alsintan di daerah. Pemutakhiran data alsintan perlu dilakukan secara berkala dan berjenjang 2-3 kali setahun dengan melibatkan Kelompok tani dan institusi Penyuluhan Pertanian di kecamatan, termasuk pengelolaan sistem informasi alsintan di daerah.

Aliran data alsintan dari Kelompok tani/penyuluh/UPJA ke BPP/BP3K ke KCD Pertanian ke Dinas Pertanian/Balai Pengembangan Alsintan kabupaten/kota/provinsi. Untuk itu, diperlukan dukungan penyediaan SDM terampil serta prasarana dan dana pengelolaan sistem informasi alsintan di tiap daerah.

Mekanisasi pertanian telah cukup lama dijalankan di Indonesia. Eskalasinya semakin kuat beberapa tahun terakhir. Program ini berada dalam konteks menciptakan “pertanian modern” yang mana penggunaan mesin dapat meningkatkan luas dan intensitas tanam, mempercepat pekerjaan, menekan biaya, mengurangi *losses*, dan meningkatkan produksi.

Meski telah dikembangkan semenjak era tahun 1960-an, namun sampai kini alsintan yang berkembang dan telah memasyarakat masih terbatas pada traktor pengolah tanah dan mesin perontok (*thresher*). Alat terbaru yang diintroduksi dan mulai ramai dipakai adalah *rice transplanter* dan *combine harvester*.

Pengembangan alsintan ke depan membutuhkan peningkatan efektivitas dan optimalisasi, serta penguatan kelembagaan pengelolanya. Peran swasta juga harus diberi ruang yang lebih besar, sembari mengembangkan industri produsen alsintan dalam negeri sehingga lebih mandiri.

#### 4. Urgensi Kelembagaan Pengelolaan Alsintan

Fakta pertanian Indonesia adalah berskala kecil dan tersebar. Ini menjadi faktor pembatas teknis, sehingga pengelolaan alsintan secara berkelompok menjadi keniscayaan. Petani Indonesia yang kecil dengan modal terbatas sulit mengakumulasi pendapatan untuk membeli mesin sendiri.

Ada dua konsekuensi dari ketidakmampuan ini. Pada tahap awal petani terpaksa bergantung pada bantuan pemerintah. Lalu, tahap lanjut, pemilik-pemilik mesin swasta dengan modal kuat lah yang akan mendominasi.

Untuk mesin-mesin dengan modal besar, petani sulit mengadakan sendiri, bahkan dalam format *small group producers*. Namun, upaya pemerintah selama ini sampai sekarang adalah bagaimana UPJA sebagai milik petani didorong mampu memiliki dan mengelola usaha jasa alsintan secara “semi-komersial”.

Pengalaman mekanisasi di Afrika juga demikian (Sims, et al., 2016). Di wilayah ini, petani kecil tidak hanya bergantung kepada pemerintah, namun juga pada sektor swasta. *“Private sector development can support smallholder enterprises at field level, with farmers providing mechanization hire services to other farmers. This leads not only to higher farm yields, but to greater demand for vehicles, equipment and tools at national level, creating a mutually reinforcing virtuous circle”*.

Pertanian modern merupakan salah satu pendekatan yang dijalankan Kementan untuk meningkatkan hasil produksi pangan. Salah satunya dicirikan dengan mekanisasi. Penelitian Heriawan et al. (2015) mempelajari transformasi pertanian menuju modernisasi yang ditandai dengan ciri produktivitas tinggi, efisien dalam penggunaan sumber daya alam dan teknologi, serta mampu memproduksi dengan menghasilkan *output* yang berkualitas dan bernilai tambah tinggi. Salah satu ciri praktik pertanian modern adalah mekanisasi pertanian berupa penggunaan alat dan mesin pertanian yang sudah berjalan secara intensif dan efisien.

#### 5. Pengelolaan Alsintan melalui UPJA

Program mekanisasi pertanian telah dijalankan Kementan sejak lama dan mengalami perubahan dari masa ke masa. Program awal alsintan menggunakan pola bergulir, dan pernah juga berupa bantuan uang muka. Program Bantuan Uang Muka Alsintan (BUMA) untuk traktor roda dua berlangsung tahun 2008 dan 2010, dan Bantuan Kepemilikan Alat Mesin Pertanian (BAKAL) untuk traktor roda 4 dan pompa air pada tahun 2011.

Program alsintan berikutnya pada tahun 2014 akhir dan 2015 merupakan bantuan alsintan secara gratis terhadap kelompok tani atau kelompok tani dan/atau UPJA. Pihak penerima bantuan selain UPJA juga kelompok tani dan Gapoktan, jika UPJA belum eksis. Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) merupakan organisasi milik petani yang saat ini sudah banyak menyebar.

Pembentukan UPJA biasanya berawal ketika sekelompok petani menerima bantuan alat dan mesin yang mengharuskan mereka mengelolanya dalam sebuah organisasi. Dengan demikian, UPJA dapat dipandang sebagai suatu organisasi ekonomi pedesaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alsintan untuk mendapatkan keuntungan usaha, baik di dalam maupun di luar kelompok mereka.

Pengelolaan alsintan secara kolektif dipandang menjadi keniscayaan. Sebab, skala penguasaan lahan pertanian sawah petani sangat terbatas secara individual. Dengan berkelompok, pengelolaan alsintan menjadi ekonomis dan dapat memenuhi kebutuhan secara kewilayahan. Kelembagaan UPJA sudah diperkenalkan sejak tahun 1996/1997 dengan membentuk percontohan di 13 Provinsi. Ini lalu diperkuat dengan keluarnya Keputusan Direktur Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura Nomor I.HK.05098.71 tentang Petunjuk Pelaksanaan Pendayagunaan dan Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian, tanggal 2 Desember 1998.

Sebagai organisasi formal, struktur organisasi UPJA biasanya terdiri dari manajer, petugas administrasi, teknisi dan operator. UPJA bertujuan untuk mencari keuntungan usaha. Keuntungan yang

diperoleh merupakan selisih dari harga sewa alsintan dengan biaya operasionalnya. Biaya operasional terdiri dari upah operator, bahan bakar, oli dan perawatan alat. Keuntungan usaha tersebut dapat digunakan untuk penambahan alsintan atau penggantian alsintan yang sudah tidak layak pakai.

Per definisi, dalam Permentan No 25 tahun 2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan Usaha Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian (UPJA), disebutkan bahwa UPJA adalah “.. *suatu lembaga ekonomi perdesaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa dalam rangka optimalisasi penggunaan alat dan mesin pertanian untuk mendapatkan keuntungan usaha baik di dalam maupun di luar kelompok tani/Gapoktan*”. Jadi, berkenaan dengan posisinya, UPJA bisa berada di dalam maupun di luar kelompok tani/Gapoktan. Namun dapat membentuk organisasi baru atau berdiri sendiri. Saat ini, sebagian mulai mandiri dengan membentuk Badan Hukum terpisah.

Berdasarkan tingkat perkembangannya, UPJA dikelompokkan dalam tiga kelas. *Pertama*, Kelas Pemula. UPJA Pemula merupakan kelompok usaha pelayanan jasa alsintan dalam rangka optimalisasi pengelolaan alsintan yang belum berkembang karena masih memiliki jumlah alat 1-4 unit dan jenis alat terbatas 1-2 jenis. *Kedua*, Kelas Berkembang. Organisasi UPJA telah berkembang dengan jumlah alsintan yang dimiliki 5-9 unit dan ragamnya 3-4 jenis. *Ketiga*, Kelas Profesional. Untuk kelas ini, organisasi telah optimal berkembang dan telah memiliki jumlah alsintan lebih dari 10 unit dan lebih dari 5 jenis.

Pengembangan UPJA Mandiri diharapkan dapat memenuhi kebutuhan petani, kelompok tani dan gabungan kelompok tani dalam rangka penyediaan pelayanan jasa alsintan. Terutama, guna mendukung tercapainya pemenuhan produksi pertanian yang terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, menurunnya daya dukung lahan, rendahnya intensitas pertanaman, dan kepemilikan alsintan secara individu yang kurang menguntungkan.

UPJA diharapkan melakukan kegiatan ekonomi dalam bentuk pelayanan jasa alsintan dalam penanganan budidaya. Misalnya, jasa penyiapan lahan dan pengolahan tanah, pemberian air irigasi, penanaman, pemeliharaan, perlindungan tanaman termasuk pengendalian kebakaran. Selain itu, kegiatan panen, pasca panen

dan pengolahan hasil pertanian seperti jasa pemanenan, perontokan, pengeringan dan penggilingan padi. Termasuk juga mendorong pengembangan produk dalam rangka peningkatan nilai tambah, perluasan pasar, daya saing dan perbaikan kesejahteraan petani.

Perkembangan UPJA selama ini masih memiliki berbagai keterbatasan, seperti keterbatasan modal, rendahnya keterampilan SDM, serta jangkauan pelayanan yang masih sempit dan tidak *bankable*.

Terkait program bantuan alsintan saat ini, UPJA menjadi sangat penting keberadaannya sebagai penerima bantuan. Pemberian bantuan alsintan secara gratis kepada kelompok UPJA dikhawatirkan mengganggu sistem pasar jasa alsintan yang sudah berjalan saat ini. Karena diperoleh dari hibah, biaya jasa layanan UPJA kepada petani akan dapat lebih rendah. Akibatnya, UPJA yang sudah berkembang dan mempunyai pasar akan kehilangan pelanggan.

Di pihak lain, bila bantuan tersebut tidak disertai dengan pelatihan yang baik dan pendampingan, serta usaha perbengkelan alsintan, dikhawatirkan UPJA baru ini tidak memiliki sifat keberlanjutan usaha. Selain itu, karena bantuan tersebut bersifat *one fits for all*, dikhawatirkan pemanfaatannya akan tidak optimal atau *under-utilized*.

Alsintan yang bersifat *multifunctions-multicrops* diyakini dapat meningkatkan kelayakan secara ekonomi. Untuk kasus ini, dalam praktiknya misalnya mesin *dryer* bisa digunakan sekaligus untuk traktor dan pompa. Mesin traktor dapat digunakan untuk memipil jagung.

Dengan demikian pendataan (*mapping*) alsintan yang ada di lapangan (jenis, tahun pembuatan, kapasitas termasuk ketersediaan tempat workshop, dan lainnya) sangat diperlukan. Selain itu, juga diperlukan pendataan wilayah potensial mekanisasi pertanian dan jenis, ukuran alsintan yang cocok dengan kondisi wilayah, serta inventarisasi kembali keberadaan UPJA menurut kategori.

Berkembangnya alsintan tentu tidak lepas dari interaksi ketiga pihak yaitu pemerintah sebagai penyedia (pemberi) bantuan alsintan, UPJA sebagai penyedia jasa, dan ketersediaan alsintan itu sendiri.

Karena itu, ke depan diperlukan peta jalan atau *road map* mengenai kebijakan yang tepat atas penyediaan alsintan secara terencana dan berkelanjutan. Pemerintah harus memastikan ketersediaan dan harga alsintan (terjangkau masyarakat petani), di samping itu pelayanan *after sale service*.

Ketersediaan data dan peta alsintan yang baik sangat diperlukan dalam penyusunan rencana dan arahan kebijakan serta optimalisasi pemanfaatannya. Peta alsintan yang baik dapat memberikan informasi sebaran alsintan di setiap wilayah, termasuk kebutuhannya berdasarkan luas lahan, waktu, dan pola tanam, tenaga kerja pertanian.

Selain itu, juga dapat memberikan optimalisasi pemanfaatan alsintan dengan multifungsi pemanfaatan dan mobilisasi operasionalisasinya berdasarkan Kalender Tanam (Katam) Terpadu. Data alsintan yang diperlukan mencakup jenis, ukuran, jumlah, kondisi, UPJA, luas lahan, waktu tanam, dan panen.

Berkenaan dengan pengelolaan UPJA, saat ini PPL belum mendapat pelatihan bagaimana mengoptimalkan kerja UPJA, baik dari sisi administrasi, keorganisasian, maupun pengembangan bisnis jasa alsintannya. Karena itu ke depan dirasa perlu memberikan pelatihan yang cukup kepada PPL dan lebih jauh disertai dengan sertifikasi, sehingga dukungan dan bimbingan menjadi optimal.

UPJA didefinisikan sebagai kelompok yang mengusahakan atau kelompok tani yang memiliki atau mengelola usaha pelayanan jasa alsintan (Keputusan Dirjen TPH No. 1 HK.050.98.71 tanggal 2 Desember 1998), serta tertuang dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 25/Permentan/PL.130/5/2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan Usaha Pelayanan Jasa Alat dan Mesin Pertanian. Dari kedua peraturan tersebut dapat dikatakan bahwa fungsi utama UPJA adalah melakukan kegiatan ekonomi dalam bentuk penyewaan jasa alsintan, baik dalam melakukan kegiatan pra-panen (seperti jasa pompa air irigasi, jasa penanaman, jasa pengolahan tanah) maupun jasa panen, pascapanen (seperti perontokan) dan jasa pengolahan hasil (seperti penggilingan padi). Pada hakikatnya, tujuan pengembangan UPJA adalah membangun

sistem dan kelembagaan usaha pelayanan jasa alsintan di sentra produksi tanaman pangan dan hortikultura yang berorientasi bisnis (Siam 2001).

UPJA merupakan rekayasa sosial untuk mendorong pemanfaatan alsintan oleh petani. Penggunaan teknologi, termasuk alsintan merupakan salah satu faktor pertumbuhan ekonomi di samping akumulasi modal dan pertumbuhan populasi. Selain itu, UPJA merupakan terobosan untuk mengatasi masalah usaha tani pada kondisi kepemilikan lahan pertanian relatif sempit, sehingga kepemilikan alsintan secara individu tidak menguntungkan (Todaro 1993).

Pengembangan ini merupakan rangkaian upaya untuk memfasilitasi, melayani, dan mendorong berkembangnya usaha agroindustri berbasis usaha tani tanaman pangan, khususnya padi sawah. Secara ekonomi, program UPJA ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat tani di perdesaan secara signifikan. Kementerian Pertanian mendorong kepemilikan alsintan dalam UPJA secara mandiri.

Kehadiran UPJA dalam menyediakan jasa alsintan dibutuhkan masyarakat tani, karena dapat menutupi kekurangan ketersediaan tenaga kerja pertanian, terutama untuk pengolahan tanah. Selain itu, penyediaan jasa alsintan oleh UPJA akan meningkatkan pendapatan petani, karena meringankan beban petani untuk biaya produksi usaha tani (Yogatama, et al., 2003).

Pelaksanaan program UPJA perlu persiapan yang matang, baik dalam hal SDM pengelolanya, kesesuaian jenis, jumlah maupun kualitas alsintan yang dibutuhkan. Selain itu, dapat mengurangi kualitas maupun kuantitas hasil yang diperoleh, serta menyebabkan program tidak berjalan lancar. Dengan demikian, alsintan UPJA yang masih belum optimal penggunaannya perlu dioptimalkan dengan cara kerja sama dengan kelompok tani lain di luar UPJA. Alsintan yang tidak digunakan dapat dipindahkan ke UPJA lain yang membutuhkan atau dibentuk UPJA baru.

## 6. Pengelolaan Alsintan pada Brigade Alsintan

Selain dalam UPJA, dalam tiga tahun terakhir ini, pengelolaan alsintan juga dilakukan dalam format keorganisasian yang lain, yakni Brigade Alsintan. Brigade Alsintan berada di dinas pertanian (provinsi dan kabupaten/kota), serta pada TNI (Kodim dan Korem).

Dalam buku “Pedoman Umum Pengelolaan Brigade Alsintan (Kementan 2017), disebutkan bahwa Upaya pembentukan Brigade Alsintan merupakan bentuk pendayagunaan alsintan yang diadakan melalui anggaran Kementerian Pertanian. Pendayagunaan yang dimaksud agar pengelolaan pemanfaatan alsintan melalui Brigade Alsintan dapat memberikan contoh sekaligus mengawal pemanfaatan alsin oleh poktan/gapoktan/UPJA.

Dengan pola tersebut bantuan alsintan yang sudah diadakan/dialurkan kepada poktan/gapoktan/UPJA dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mendorong kegiatan percepatan olah tanah, tanam dan panen secara serempak guna tercapainya peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai. Pengorganisasian pemanfaatan alsintan memiliki tiga opsi yakni, dikelola Brigade Alsintan di Dinas Pertanian, di Korem/Kodim, atau kelompok tani, Gapoktan dan UPJA.

Di lapangan, pihak Brigade telah menerapkan pola dan prosedur peminjaman alat sedemikian rupa. Misalnya, harus diketahui kelompok tani, PPL dan Dinas Pertanian setempat. Selain itu, peminjaman dibatasi dan dimonitor petugas. Secara umum saat ini, pengelolaan Brigade Alsintan belum dipahami masyarakat secara luas, biaya operasional alsintan tidak selalu tersedia di Brigade, serta belum jelas jenis dan tingkat kerusakan alat dan mesin serta pihak yang menanggungnya.

Lebih jelas dalam Pedoman disampaikan bahwa Poktan/Gapoktan/UPJA memanfaatkan bantuan alsintan secara optimal mengacu pada ketentuan Brigade Alsintan yang berlaku pada masing-masing kelompok/UPJA dalam mendukung percepatan pengolahan tanah.

Segala bentuk pembiayaan dalam rangka pelayanan Brigade Alsintan kepada masyarakat/petani ditanggung pengguna layanan. Meliputi,

biaya bahan bakar, upah operator, mobilisasi alsintan, perawatan dan pemeliharaan alsintan, misalnya dihitung berdasarkan umur alat.

Untuk pengelolaan yang lebih baik ke depan, perlu dilakukan pendataan ketersediaan alsintan tingkat kecamatan secara menyeluruh. Selain itu, rekapitulasi pola tanam/panen tingkat kecamatan, serta penyusunan kalender tanam dan panen tingkat kecamatan yang lebih riil dan *update*.

Bersamaan dengan itu perlu juga disusun jadwal operasional alsintan secara optimal. Di lapangan, juga dibutuhkan operator yang bersertifikat sebagai syarat untuk verifikasi penyerahan alsintan. Agar lebih *sustainable* (berkelanjutan), Brigade juga mesti mampu menyusun rencana kerja tiap unit alat, target pendapatan, persediaan dana *maintenance*, dan lain-lain sehingga lebih mandiri. Bersamaan dengan itu, *network* sesama Brigade perlu dibangun, sehingga tercapai efektivitas pemanfaatan alat dalam komunikasi yang sinergis.

## 7. Pelayanan Purna Jual Alsintan

Demi efektivitas program dan mengoptimalkan bantuan alsintan, Kementan telah menyiapkan prosedur layanan purna jualnya. Pelayanan purnajual adalah pelayanan yang diberikan penyedia yang telah mengadakan kontrak kerja pengadaan alsintan dengan Direktorat Alat dan Mesin Pertanian, Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian.

Pelayanan yang harus diberikan berupa perawatan, penyediaan suku cadang, serta garansi perbaikan kerusakan karena tidak berfungsinya alat sebagaimana mestinya pada periode garansi. Periode garansi adalah 1 tahun setelah pengadaan atau sesuai dengan kontrak pengadaannya. Perawatan ini tidak dipungut biaya. Sedangkan perbaikan karena kerusakan oleh penggunaan alat yang tidak sesuai standar prosedur operasional (SOP) dipungut biaya sesuai harga yang berlaku.

Penyediaan suku cadang untuk alsintan yang rusak karena tidak berfungsi sebagaimana mestinya tidak dipungut biaya. Sedangkan suku cadang karena telah habis masa gunanya dijual sesuai harga yang ditentukan masing-masing penyedia. Untuk pelayanan perbaikan, jika alsintan yang diterima sejak awal tidak berfungsi dengan baik, maka dapat diajukan perbaikannya kepada penyedia melalui dinas atau langsung kepada agen atau toko atau bengkel yang telah ditunjuk.

Masyarakat yang memiliki alsintan yang sudah berfungsi dengan baik dan membutuhkan perawatan dapat langsung berhubungan dengan agen/toko/bengkel atau teknisi setempat. Sementara suku cadang, kebutuhan pada periode garansi dapat diajukan kepada Dinas pertanian atau kepada agen/toko/bengkel.

Masyarakat mengajukan kepada dinas dengan formulir sebagaimana terlampir kepada Dinas Pertanian setempat. Dinas Pertanian segera menindaklanjuti dan menyampaikan kepada Agen/toko/bengkel dengan tembusan kepada Direktorat Alsintan dan perusahaan penyedia. Khusus untuk pelayanan penjualan dan suku cadang dapat langsung dengan perusahaan penyedia, agen, toko, atau bengkel.

## BAB VII

### **DAMPAK KEBIJAKAN PENGEMBANGAN MEKANISASI PERTANIAN DI INDONESIA**

Pada bagian ini dipaparkan berbagai dampak positif program mekanisasi yang telah dijalankan Kementan, khususnya semenjak tiga tahun terakhir dari tahun 2014 sampai 2017. Penggunaan mesin pertanian telah memberikan keuntungan secara teknis dan ekonomi, dan juga sosiokultural.

Penggunaan *combine harvester* misalnya, di satu desa di Kabupaten Klaten (Jawa Tengah) telah memberikan otoritas kepada petani untuk menjual gabahnya secara mandiri dan tidak bergantung lagi kepada tengkulak yang selama ini memaksa membeli dengan sistem ijon dan tidak ditimbang. *Bargaining position* petani meningkat sebagai dampak tidak langsung penggunaan *combine harvester*.

## **Recofussing Anggaran dan Penunjukan Langsung Mempercepat dan Eskalasi Bantuan Alsintan kepada Petani**

Kementerian Pertanian melakukan terobosan dalam kondisi anggaran yang terbatas, mengingat alokasi dan penggunaan anggaran belum efektif dan efisien. Hal ini sebagai dampak dari alokasi yang belum tepat dan penggunaan yang tidak fokus pada program dan kegiatan prioritas.

Persoalannya adalah anggaran kegiatan birokrasi dan administrasi masih sangat besar dibanding anggaran membangun pertanian dan menyejahterakan petani. Ini tidak akan memiliki daya terobos, maka harus dirombak. *Refocusing* anggaran menjadi keniscayaan.

Melalui *refocusing* anggaran, perubahan struktur alokasi anggaran bantuan sarana kepada petani dari hanya 35% pada tahun 2014, menjadi 70% persen pada tahun 2017, bahkan untuk tahun 2018 dirancang 85 persen. Kebijakan *refocusing* anggaran tersebut dilakukan dengan “memangkas” anggaran perjalanan dinas, seminar, *workshop*, rapat, pertemuan-pertemuan, rehab dan pembangunan gedung dan anggaran pendukung lainnya.

Selama tiga tahun (2015-2017), total anggaran yang dapat direalokasi untuk sarana dan prasarana petani Rp.12,3 triliun. Dengan rincian tahun 2015 sebesar Rp.4,1 triliun, tahun 2016 sebesar Rp.4,3 triliun dan tahun 2017 sebesar Rp.3,9 triliun.

Menindaklanjuti direktif Presiden yang menekankan kebijakan penganggaran pembangunan berbasis *money follow program*, Kementerian Pertanian melakukan perubahan mendasar struktur alokasi anggaran yang dimanfaatkan untuk meningkatkan belanja sarana dan prasarana yang diperlukan petani. Dalam konteks ini, perlu anggaran untuk distribusi alat dan mesin pertanian 284.436 unit.

Selain anggaran rutin, Kementan juga mendapat tambahan anggaran Rp.16 triliun untuk peningkatan produksi padi, jagung, dan kedelai. Tambahan anggaran juga diperoleh dari *refocusing* anggaran dari kegiatan nonproduktif ke kegiatan yang lebih produktif sebesar Rp.4,1 triliun.

*Refocusing* anggaran Kementerian Pertanian pada tahun 2015 untuk membiayai perbaikan jaringan irigasi, penyediaan benih dan pupuk dalam jumlah yang memadai, penyediaan bantuan alsintan, dan menggerakkan kegiatan penyuluhan.

Dari *refocusing* anggaran APBN-P tahun 2015, Kementerian Pertanian berhasil menghemat anggaran negara sekitar Rp.4,1 triliun, dengan meniadakan mata anggaran yang memiliki penafsiran ganda dan tidak sesuai program prioritas, serta memangkas sejumlah program yang dinilai kurang produktif mendukung program swasembada pangan. Lalu, tahun berikutnya (tahun 2016) Kementerian Pertanian kembali melakukan *refocusing* anggaran sebesar Rp.4,3 triliun dari pagu total sebanyak Rp.31,5 triliun untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi program. Anggaran tersebut kemudian dialokasikan untuk berbagai kegiatan yang memiliki daya ungkit lebih besar terhadap peningkatan produksi pangan.

Terakhir, pada tahun 2017 kembali dilakukan alokasi anggaran untuk sarana dan prasarana petani yang mencapai Rp.16,6 triliun. Ini lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2014 (Rp.5,4 triliun) dan 2015 (Rp.4,1 triliun), dan 2016 (Rp.4,3 triliun).

Pembelajaran yang dapat dipetik dari penataan anggaran sejak tahun 2015 adalah efektivitas dan efisiensi yang menjadi sebuah keharusan dalam mempercepat pencapaian swasembada pangan. Sebelumnya, perencanaan pembangunan pertanian dilakukan berbasis *money follows function* yang ternyata tidak efektif dan tidak efisien.

## Dampak Penyebaran Alsintan Secara Massal terhadap Kelembagaan Petani

Dua kelembagaan yang berkembang sebagai dampak langsung program mekanisasi pertanian adalah Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) dan Brigade Aslinteran.

### Kelembagaan UPJA

Lembaga pengelola alsintan yang dikembangkan Kementan adalah UPJA yang merupakan satu unit usaha dalam Gapokkan. UPJA menyediakan penyewaan jasa alsintan, terutama untuk petani yang berada di kelompok tani anggota Gapoktan tersebut.

Keberadaan UPJA semakin marak akhir-akhir ini, meskipun sesungguhnya pembentukannya sudah dimulai sejak tahun 1996/1997 dengan pembentukan kelompok UPJA percontohan di 13 Provinsi. Bahkan sebelum itu, pada tahun 1980-an telah lahir prakarsa dari Direktorat Bina Usaha dan Pengolahan Hasil Pertanian untuk menumbuhkan sistem pelayanan jasa alsintan yang berbasis ekonomi koperasi di perdesaan.

Sistem ini melibatkan empat komponen utama yaitu Kelompok Tani/Gapoktan, Perbengkelan, Agen Alsintan, dan Manajemen UPJA. Keberadaan UPJA lebih terdorong berkat lahirnya Permentan Nomor 25 tahun 2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan UPJA.

Berbagai laporan menunjukkan bahwa kelembagaan UPJA terus berkembang meski tidak terlalu cepat. Kehadiran UPJA dalam menyediakan jasa alsintan memang dibutuhkan masyarakat tani. Dengan UPJA, dapat menutupi kekurangan ketersediaan tenaga kerja pertanian, terutama untuk pengolahan tanah. Selain itu, penyediaan jasa alsintan oleh UPJA akan meningkatkan pendapatan petani dalam usaha tani, karena meringankan beban petani untuk biaya produksi usaha taninya (Yogatama, et al., 2003).

Tabel 9. Perkembangan UPJA menurut kelasnya tahun 2006-2014

Tahun	Kelas UPJA			Jumlah
	Pemula	Berkembang	Profesional	
2006	7.390	141	39	7,570
2007	7.543	409	65	8,017
2008	8.571	851	100	9,522
2009	8.145	1.783	318	11,103
2010	8.887	2.250	219	11,356
2011	8.801	2.693	453	11,947
2012	9.485	2.136	423	12,044
2014	9.875	2.147	446	12,468

### Brigade Alsintan

Selain dalam UPJA, dalam tiga tahun terakhir ini, pengelolaan alsintan juga dilakukan dalam format keorganisasian yang lain, yakni Brigade Alsintan. Brigade Alsintan berada di dinas pertanian (provinsi dan kabupaten/kota) serta pada TNI (Kodim dan Korem). Dengan pola tersebut bantuan alsintan yang sudah diadakan/disalurkan kepada poktan/gapoktan/UPJA dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mendorong kegiatan percepatan olah tanah, tanam dan panen secara serempak guna tercapainya peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai.

Pengorganisasian pemanfaatan alsintan memiliki tiga opsi yakni, dapat dikelola pada Brigade Alsintan di Dinas Pertanian, di Korem/Kodim, atau kelompok tani, Gapoktan dan UPJA. Di lapangan, pihak Brigade telah menerapkan pola dan prosedur peminjaman alat sedemikian rupa. Misalnya harus diketahui kelompok tani, PPL dan Dinas Pertanian setempat.

Selain itu, peminjaman dibatasi dan dimonitoring petugas. Secara umum saat ini, pengelolaan Brigade Alsintan belum dipahami masyarakat secara luas, biaya operasional alsintan tidak selalu tersedia di Brigade, serta belum jelas jenis dan tingkat kerusakan alat dan mesin serta pihak yang menanggungnya.

Agar lebih sustainable (berkelanjutan), Brigade juga mesti mampu menyusun rencana kerja tiap unit alat, target pendapatan, persediaan dana *maintenance*, dan lain-lain sehingga lebih mandiri. Bersamaan

dengan itu, *network* sesama Brigade perlu dibangun sehingga tercapai efektivitas pemanfaatan alat dalam komunikasi yang sinergis.

## ■ Dampak Ekonomi dan Sosial Bantuan Alsintan

Bantuan Alsintan yang masif ke petani telah memberikan dampak yang nyata. Dampak tersebut bisa ditelusuri mulai dari level mikro (usahatani dan pendapatan petani), dan makro yakni pada ekonomi nasional (impor alsintan) dan terhadap perkembangan industri alsintan.

### 1. Dampak mikro: ekonomi dan sosial petani

Telah banyak survei berkenaan dengan dampak penggunaan alsintan pada usahatani dan pendapatan petani. Hasil kajian Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian (PSEKP) mendapatkan bahwa alsintan merupakan salah satu kegiatan yang berdampak nyata terhadap peningkatan produksi komoditas padi. Bentuk dampak alsintan terhadap peningkatan produksi padi adalah sebagai berikut.

- a. Peningkatan intensitas pertanaman dan efisiensi tenaga kerja. Alsintan memungkinkan terjadinya peningkatan efisiensi tenaga kerja dan Intensitas Pertanaman (IP). Penggunaan pompa untuk irigasi memungkinkan peningkatan pola tanam (intensitas pertanaman) dari 1 kali menjadi 2 kali atau lebih dalam setahun. Akibat lebih jauh adalah meningkatkan kesempatan kerja karena bertambahnya jumlah areal tanam per tahun.
- b. Meningkatkan daya tarik bekerja di sektor pertanian dan sekaligus menekan arus urbanisasi. SDM pertanian di pedesaan mengalami penurunan, sehingga perlu upaya menarik tenaga potensial pedesaan untuk tidak keluar (urban) dari desa/daerah masing-masing dan bekerja di sektor pertanian. Penggunaan alsintan terutama rice tranplanter dan combine harvester telah menarik perhatian kalangan muda. Selain tidak banyak berlumpur juga mampu memberikan upah yang tinggi. “Mandi lumpur” selama ini menjadi penghalang anak muda bekerja di sawah, karena memberi kesan kotor.
- c. Menekan biaya produksi. Penggunaan alsintan mampu menurunkan biaya produksi per satuan luas. Pada akhirnya

akan terjadi peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani. Pengolahan lahan dengan menggunakan traktor roda 4, misalnya bisa bekerja lebih baik, lebih cepat dan dengan biaya lebih murah. Demikian pula penggunaan rice transplanter, bisa lebih cepat dan lebih rapi pertanamannya.

- d. Meningkatkan keuntungan usahatani. Secara umum, petani memiliki persepsi positif terhadap combine harvester, di antaranya karena pekerjaan lebih cepat, gabah lebih bersih, lossing berkurang, dan harga gabah lebih tinggi Rp.100-200 per kg.

Tabel 10. Analisis Usahatani Padi pada Percontohan Pertanian Modern (PPM) dan Konvensional di Kelurahan Appanang, Kecamatan Liriaja, Kabupaten Soppeng, MH 2014/2015 (Rp/ha)

No.	Uraian	PPM (A)	non-PPM (B)	Perubahan (A-B) %
A	Biaya			
I	Sarana produksi			
	Benih (kg)	200.000	360.000	-44,44
	Pupuk (kg)			0
	- Urea	180.000	360.000	-50,00
	- NPK	345.000	690.000	-50,00
	- PPC/POC (liter)	60.000	0	100,00
	- pupuk kandang	500.000	0	100,00
	Obat-obatan	225.000	300.000	-25,00
	Subtotal	1.510.000	1.710.000	-11,70
II	Tenaga kerja			
	Olah tanah	1.450.000	1.750.000	-17,14
	Menggaru/meratakan tanah	0	340.000	-100,00
	Merapikan pematang	340.000	340.000	0
	Persemaian	340.000	170.000	100,00
	Cabut dan angkut bibit	0	510.000	-100,00
	Tanam	575.000	900.000	-36,11
	Pemupukan	85.000	170.000	-50,00
	Penyiang	340.000	340.000	0
	Penyemprotan	170.000	170.000	0
	Panen + perontokkan	2.857.750	2.502.500	14,20
	Subtotal	6.157.750	7.192.500	-14,39
III	Lainnya			
	- pajak lahan/musim	0	0	0
	- pengairan (tadah hujan)	285.775	250.250	14,20
	- sewa lahan/musim	3.000.000	3.000.000	0
	Subtotal	3.285.775	3.250.250	1,09
	Biaya tunai	7.443.525	8.812.750	-15,54
	Biaya total	10.953.525	12.152.750	-9,87
B	Penerimaan	28.577.500	23.785.000	20,15
C	Keuntungan atas biaya tunai	21.133.975	14.972.250	41,15
	Keuntungan atas biaya total	17.623.975	11.632.250	51,51
	RCR atas biaya tunai	3,84	2,70	42,22
	<b>RCR atas biaya total</b>	<b>2,61</b>	<b>1,96</b>	<b>33,16</b>

Sumber data : Hasil wawancara dengan petani di Kelurahan Appanang, Kabupaten Soppeng, 2015

Hasil studi Saliem, et al., (2015) pada program percontohan Pertanian Modern di Kabupaten Soppeng, yakni Kelompok Tani Matunru-tunrue dan Kelompok Tani Addiangnge, Gapoktan Appanang di Kecamatan Liriaja Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan; mendapatkan hasil yang positif. Penerapan mekanisasi mampu meningkatkan produktivitas dari 6,7 menjadi 8,05 ton per ha, dan juga penerimaan usahatani yang meningkat 20,15%.

Berkenaan dengan sosio kultural, ada banyak hal-hal positif yang diperoleh karena menerapkan mekanisasi dalam pertanian. Penelitian BB Mektan (2017) di Desa Sidowayah Kabupaten Klaten melaporkan banyak dampak tak langsung dari program ini. Telah disepakati seluruh petani peserta, bahwa untuk panen padi MT III tahun 2017 akan dipanen secara optimal menggunakan *combine harvester*.

Dari luasan 147 ha sawah di Desa Sidowayah, jumlah yang pada MT II telah menerapkan transplanter dalam penanaman padi seluas 82 ha. Agar diperoleh efek penekanan biaya usahatani secara optimal, seluruh lahan ini akan dipanen menggunakan *combine harvester*.

Penggunaan *combine harvester* merupakan faktor yang dapat mengubah sistem tata niaga pemasaran gabah yang sudah lama berlangsung di desa ini. Dengan menggunakan *combine harvester* yang bisa disewa, petani dapat memanen sawahnya sendiri. Bahkan dapat menjualkan hasilnya ke pedagang lain, selain pedagang pengijon yang sudah sangat menguasai pemasaran gabah selama ini. Ini merupakan inovasi baru dalam perdagangan penjualan gabah, yang berpotensi memberikan nilai tambah cukup besar untuk pendapatan petani.

Penggunaan *combine harvester* telah mendorong perubahan pola pemasaran gabah. Secara keseluruhan, perubahan sosiokultural akibat penerapan mekanisasi di Desa Sidowayah adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Kondisi eksisting, rancangan, dan perkembangan kelembagaan agribisnis padi di Desa Sidowayah Kabupaten Klaten

Aktivitas	Kondisi eksisting	Rancangan ke depan	Perkembangan sampai tahun 2017
Penyediaan benih dan saprodi lain	Tahun 2017 ada bantuan benih dari BPTP. Pupuk subsidi, serta pestisida dan herbisida dipenuhi sendiri dari kios	Produksi benih oleh kelompok penangkar yang sudah dilatih di desa ini.	BUMDES akan menyediakan seluruh benih kebutuhan di desa Sidowayah, dan sisanya dipasarkan melalui BPTP. Bumdes sedang memproduksi benih seluas 7 ha dengan menyewa lahan desa.
Pengolahan tanah	Seluruhnya sudah menggunakan TR2	Kombinasi TR4 dengan TR2 karena penggunaan TR4 lebih cepat dan hasil pengolahan lebih baik	--
Penanaman	Baru 87 ha yang sudah menggunakan transplanter pada MT III tahun 2017	Ditargetkan seluruh lahan (183 ha) menggunakan transplanter di bawah pengelolaan UPJA	Ada 82 ha yang sudah menggunakan transplanter, sisanya masih tanma pindah dengan tangan
Pemeliharaan tanaman	Dikelola sendiri-sendiri, dengan IP belum maksimal	Masih dapat ditingkatkan menjadi IP Padi 300 karena ketersediaan air cukup	--

Panen	Sudah 50% menggunakan combine harvester, namun milik penebas (pedagang pengumpul gabah)	100 persen menggunakan CH yang dikelola UPJA	Panen MT II bulan November 2017 akan menggunakan CH secara optimal, sepanjang sesuai secara teknis
Penggilingan padi	Ada 2 penggilingan milik swasta di desa ini, salah satunya adalah Bp. Wardoyo seoran pedagang besar	UPJA memiliki RMU sendiri	Ada tawaran penggunaan RMU ukuran kecil produksi Jepang, namun mampu memproduksi beras premium.
Pembelian gabah	Hampir seluruhnya ditebas oleh pedagang besar (Bp. Wardoyo). Pedagang lain sulit masuk, karena ia telah mendekati petani semenjak belum panen	Dibeli oleh pedagang lain dengan ditimbang, dengan potensi peningkatan pendapatan Rp.1-1,5 juta per kota (0,3 ha) atau Rp.3-4,5 juta per ha. Atau, dibeli oleh BUMDES	Disepakati semua gabah dibeli oleh Gapoktan dan dipasarkan langsung ke pedagang gabah alternatif
Pemasaran beras	Dijual sebagai beras curah dan kemasan oleh pedagang	Gapktan dan KT membeli gabah petani lalu digiling, dan hasil berasnya dipasarkan oleh Bumdes SINERGI ke pasar komersial dan kerja sama dengan BUMD kabupaten Klaten. Potensi pemasaran lain adalah para perantau yang berada di berbagai kota.	Sebagian akan dipasarkan oleh BUMDES

Sumber: Budiharti (2017)

Dengan pemasaran baru ini, yakni lepas dari pengijon, akan diperoleh peningkatan nilai tambah yang sangat besar yang bisa diraih petani dan Gapoktan. Nilai tambah tersebut adalah dari selisih penjualan dengan ditimbang. Selama ini penjualan tanpa ditimbang dan diyakini hanya dihargai sekitar Rp.3.000-an per kg. Padahal saat paceklik ini harga gabah GKP di pasaran antara Rp.4.500-5.000 per kg.

Setiap petak sawah berpotensi memperoleh nilai tambah Rp.1,5-2 juta, atau sama dengan lebih kurang Rp.5 juta per ha. Sehingga nilai total per musim tanam adalah Rp.5 juta x 174,5 ha atau lebih dari Rp.850 juta per musim. Jika indeks pertanaman 2,5, setidaknya bisa diperoleh nilai tambah lebih dari Rp.2 miliar.

Selama ini, nilai tambah sebesar ini hanya jatuh kepada dua orang pedagang pengumpul gabah besar, salah satunya yang terbesar adalah Bapak Suparyono. Pengurus Gapoktan, UPJA dan Bumdes memiliki semangat tinggi untuk bisa memperbaiki sistem penjualan gabah, sehingga menjadi lebih adil, dan diyakini harga gabah akan lebih meningkat. Meski pola bagi hasil masih tetap, namun pendapatan petani penggarap akan meningkat pula.

## 2. Dampak Makro: Peningkatan Ekonomi dan Industri Alsintan Nasional

Mekanisasi telah menyumbang kepada ekonomi nasional secara luas. Sumbangan tersebut terutama datang dari tercapainya efisiensi, peningkatan produksi dan peningkatan pendapatan dari jutaan usahatani karena menggunakan alsintan. Hal ini memiliki *multiplier effect* yang besar, termasuk kepada pengembangan industri alsintan itu sendiri.

Dalam menyusun kebutuhan alsintan melalui perhitungan estimasi kontribusinya terhadap peningkatan produksi padi. Misalnya, penggunaan traktor roda 2 diasumsikan memiliki kontribusi terhadap peningkatan IP sebesar 34-41%. Sedangkan pompa air diasumsikan memiliki kontribusi terhadap peningkatan IP sebesar 24-28%. Dengan menghitung alsintan yang tersedia (*existing*) dan luas cakupan (*coverage area*) akan diketahui berapa besar kontribusi alsintan terhadap produksi padi.

Tabel 12. Kontribusi alsintan terhadap pencapaian surplus beras tahun 2011-2015

No	URAIAN	TAHUN 2011		Tahun 2012		Tahun 2013		Tahun 2014		Tahun 2015	
		TR.2	Pompa Air	TR.2	Pompa Air	TR.2	Pompa Air	TR.2	Pompa Air	TR.2	Pompa Air
1	Ketersediaan alsintan (unit)	90.275	54.958	95.275	57.458	100.275	59.958	105.275	62.458	110.275	64.958
2	Luas cakupan (ha)	2.708.250	1.923.460	2.958.250	2.010.980	3.008.250	2.098.460	3.158.250	2.185.980	3.308.250	2.273.460
3	Kontribusi Peningkatan IP	0,34	0,24	0,35	0,25	0,37	0,28	0,39	0,27	0,41	0,28
4	Kontribusi Thid Produksi (ton beras)	7.898.363	5.487.560	8.252.797	5.808.365	8.820.670	6.153.020	9.401.984	6.507.515	9.996.738	6.889.850
5	Produksi Nasional (ton beras)	39.538.000	39.538.000	41.512.800	41.512.800	43.588.000	43.588.000	45.748.400	45.748.400	48.031.200	48.031.200
6	Kontribusi (%)	19,47	13,89	19,88	13,98	20,25	14,12	20,55	14,23	20,81	14,30

Sumber Data : Direktorat Alat dan Mesin Pertanian, 2016

Industri mesin pertanian diperkirakan akan semakin bergairah seiring dengan semakin tingginya animo masyarakat. Seiring dengan kenaikan kebutuhan, pemerintah telah menargetkan tingkat kandungan dalam negeri minimal 20% di industri mesin pertanian. Direktur Jenderal Industri Agro Kementerian Perindustrian, misalnya menyatakan optimistis industri mesin pertanian akan bertumbuh, mengingat semakin langkanya tenaga kerja di sektor pertanian.

PT Kubota Indonesia mengklaim pabriknya menghasilkan mesin pertanian yang memiliki kandungan komponen lokal hingga 30%, dan akan dinaikkan menjadi 60%. Kubota Indonesia merupakan perusahaan patungan Indonesia-Jepang yang memproduksi alat berat untuk pertanian. Traktor tangan Quick produksi PT Karya Hidup Sentosa telah memiliki tingkat komponen dalam negeri mencapai 80%. Bahkan telah diekspor ke Jepang serta negara-negara Afrika dan Amerika Latin.

Kubota menargetkan kapasitas produksi naik menjadi 120 ribu unit per tahun dibanding tahun ini, yang hanya 60 ribu unit per tahun. Selain ke pasar dalam negeri, mesin produksi Kubota juga laris diekspor ke Filipina, Australia, Jepang, dan Afrika Selatan.

Investor juga tertarik membangun industri alsintan dalam negeri. Pada Pameran Produk Indonesia (PPI) 2016 misalnya, beberapa

industriawan Jepang berminat untuk berinvestasi dengan mengembangkan alsintan dengan mengombinasikan teknologi nasional dengan yang dimiliki Jepang.

Saat ini, berbagai alsintan yang telah mampu diproduksi industri dalam negeri, antara lain adalah pintu air, pompa air, traktor tangan, mesin pengolah tanah, mesin panen, penyemprot tanaman, penyemprot bertekanan, pengabut gendong bermotor (*mist blower*), pengering, perontok multiguna, pengupas gabah, pengayak (*shifter*), penyosoh (*rice polisher*), pemutih, penghancur jerami, pemotong rumput, serta Rice Milling Unit (RMU).

Saat ini, kapasitas produksi industri mesin pertanian lokal baru 40%, sedangkan dan 60% harus impor. Produk alat pertanian produksi dalam negeri naik dari 37% tahun lalu menjadi 40% tahun ini. Karena itu, industri dalam negeri punya kesempatan besar untuk mengisi *demand* yang semakin besar. Kekurangan alat pertanian yang begitu besar itu.

Hasil produksi alat dan mesin pertanian dengan pencapaian tingkat kandungan lokal (TKDN) sekitar 40-86%, mestinya tidak ada alasan lagi bagi pemangku kepentingan untuk tidak menggunakan alat ini dalam menggenjot produksi. Contohnya, traktor tangan sudah mencapai TKDN hingga 80% dan juga sudah di ekspor ke pelbagai negara. Kemenperin sendiri terus menggodok dan meluncurkan kebijakan dalam menggenjot penggunaan produk lokal dengan cara terus bekerja sama dengan instansi terkait untuk meningkatkan teknologinya.

Peningkatan kapasitas produksi mesin pertanian lokal setelah masuk investasi baru. Tahun ini, ada realisasi 10 penanaman modal dalam negeri (PMDN) di sektor ini. Kementerian Perindustrian juga mendorong produsen mesin pertanian untuk meningkatkan penguasaan teknologi, sehingga memberikan nilai tambah pada produk lokal. Pemerintah juga berupaya mendorong industri mesin pertanian di dalam negeri untuk mengerek tingkat kandungan dalam negeri (TKDN) hingga sekitar 30-60%.

Sebagian mesin pertanian yang dibagikan ke masyarakat oleh Kementan sudah diproduksi di dalam negeri. Misalnya, traktor tangan,

mesin pengolah tanah, mesin panen, pengering, perontok multiguna, pemotong rumput, penghancur jerami, dan lainnya.

Saat ini beberapa perusahaan dalam negeri telah memproduksi dua unit mesin pertanian yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian melalui Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, yakni Rice Transplanter Jajar Legowo dan Mini Combine Harvester. Ini adalah teknologi hasil karya anak bangsa yang unggul dan siap mensubstitusi produk alsintan impor yang hingga saat ini masih mendominasi pasar dalam negeri.

Jajar Legowo merupakan metode tanam dengan jarak antar baris tanam 20 cm x 20 cm dengan jarak dalam barisan tanam 12,5-13 cm, diselingi jarak kelompok antar barisan tanaman berikut selebar 40 cm. Keunggulan mesin ini adalah mampu melakukan tanam bibit padi seluas 1 hektar dalam waktu sekitar 5-6 jam. Selain itu juga mesin tanam tersebut dapat digunakan di lahan sawah dengan kedalaman lumpur lebih dari 60 cm, sehingga menurunkan biaya tanam sekaligus mempercepat waktu tanam.

Sedangkan mini combine harvester memiliki nilai ground pressure rendah sehingga mesin dapat beroperasi di lahan sawah. Mesin panen padi ini memiliki tipe mini dengan sistem kombinasi pemotongan, perontokan dan pembersihan. Lisensor untuk alsintan ini ada empat perusahaan yang akan memproduksi massal dua alat mesin pertanian tersebut telah berpengalaman dalam industri mesin pertanian yakni PT. Wika Industri dan Konstruksi, PT. Sarandi Karya Nugraha, CV. Adi Setia Utama Jaya dan PT. Lambang Jaya.

Pengembangan industri alsintan di dalam negeri merupakan upaya dalam menunjang kegiatan mekanisasi pertanian untuk mendukung pembangunan pertanian Indonesia. Terutama, pengembangan industri guna tercapainya ketahanan pangan nasional dan Swasembada Pangan.

Industri alsintan di dalam negeri sudah cukup berkembang dengan baik selama ini, baik industri alsintan skala besar, menengah dan kecil, termasuk industri perbengkelan alsintan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Kehadiran industri tersebut telah menjadi kekuatan tersendiri bagi industri alsintan di dalam negeri.

Namun demikian, pengembangan industri alsintan di tanah air masih membutuhkan dukungan political will dari semua pihak, khususnya pemerintah dalam sejumlah aspek. Misalnya, pembangunan infrastruktur jalan desa, jalan usaha tani untuk sarana produksi dan ke sentra-sentra produksi, infrastruktur irigasi, pergudangan pelabuhan, listrik (utamanya di pedesaan), telekomunikasi, angkutan sungai. Hal lainnya yang perlu dilakukan adalah meningkatkan mutu produk alsintan dalam negeri dengan mempermudah tersedianya bahan baku dan sumber energi.

Alsintan produksi dalam negeri itu tidak hanya digunakan petani dan perusahaan agribisnis di tanah air, tapi juga sudah diekspor ke mancanegara. Beberapa perusahaan produsen alsintan nasional yang sudah cukup mapan diantaranya PT. Agrindo dengan produksi 60.000 unit/tahun, PT Kubota Indonesia 37.500-50.000 unit/tahun, CV. Karya Hidup Sentosa 30.000 unit/tahun, CV. Yamindo 37.500 unit/tahun, PT. Bahagia Jaya Sejahtera 50.000 unit/tahun, PT. Golden Agin Nusa 40.000 unit/tahun, PT Agro Tunas Teknik 50.000 unit/tahun, PT. Kerta Laksana 50.000 unit/tahun, PT. Agrindo Maju Lestari 40.000 unit/tahun.

Perusahaan produsen alsintan itu telah mengeksport berbagai produk alsintannya ke beberapa negara. Diantaranya, Singapura, Thailand, UAE, Iran, Mexico, Malaysia, Brunei Darussalam dan lain-lain.

# EPILOG

## **BABAK AWAL PERTANIAN MODERN**

*"Progress is made by the improvement of people,  
not the improvement of machines."*

**Adrian Tchaikovsky**, Novelis Inggris

Mesin-mesin telah lama memesona manusia. Mesin-mesin juga dipercaya telah menjadi penyebab kemajuan peradaban. Namun, manusia di belakangnyalah yang menjadi *engine* sesungguhnya. Manusia yang menciptakan mesin, merancang, merangkai, dan sekaligus menjadikannya sebagai satu faktor ekonomi di masyarakat. Demikian pula mekanisasi dengan penyebaran ratusan ribu alsintan di Indonesia, dengan manusia petani dan kelembagaannya menjadi penentu maju mundurnya program ini.

Mekanisasi pertanian sebagai perangkat teknologi dalam pertanian modern mempunyai tujuan spesifik untuk: (1) meningkatkan produktivitas lahan dan tenaga kerja; (2) mempercepat dan efisiensi proses; (3) menekan biaya produksi. Adanya ketiga tujuan khusus tersebut menjadikan mekanisasi dapat bersifat sebagai suplemen, substitutor dan/atau faktor komplemen dalam proses produksi tergantung pada jenis, tipe, kapasitas, jumlah serta cara pemakaiannya (Abi Prabowo dan Handaka, 2013).

Sebaliknya penerapan mekanisasi pertanian yang kurang memperhatikan kondisi sosial-budaya masyarakat akan menjadi kompetitor. Selanjutnya sifat-sifat yang dimiliki mekanisasi sebagai bentuk teknologi sangat cocok diterapkan untuk mendukung kegiatan agroindustri berorientasi agribisnis. Agribisnis yang diterapkan harus mampu mengungkit sekaligus mengembangkan lebih lanjut usahatani hulu-hilir, kelompok-kelompok petani yang terlibat melalui sebuah tatanan kebijakan rantai nilai (*value chain*) menuju terciptanya tatanan pertanian yang benar (*good agricultural governance*) yang disepakati dan ditaati para pihak yang berkepentingan. Kedua kebijakan, *value change* berdasar *good agricultural governance*, yang didasari adanya dukungan mekanisasi pertanian dapat mempercepat terwujudnya proses pengangkatan pendapatan dan taraf hidup petani.

Mekanisasi pertanian telah dikenal di Indonesia mulai era tahun 50-an sampai saat ini (Soedjatmiko, dkk, 1975). Banyak pihak terlibat selama kurun waktu perkembangan tersebut demikian pula perjalanan proses adopsinya. Beberapa kelembagaan (pemerintah, swasta, petani/pengguna) di Indonesia yang banyak terlibat selama ini adalah:

1. Lembaga pemerintah maupun swasta yang berkecimpung dalam kegiatan penelitian, pengembangan dan pendidikan.
2. Lembaga teknis pemerintah di bidang pertanian, perindustrian, perdagangan dan keuangan.

3. Lembaga swasta yang bergerak pada bidang industri dan pemasaran alsintan.
4. Lembaga petani dan masyarakat pengguna alsintan.
5. Lembaga swadaya masyarakat pedesaan/petani.

Keseluruhan bentuk kelembagaan yang ada dan sudah berinteraksi selama ini akan membentuk suatu sinergi dalam bentuk sosio-kultural-teknis dalam bidang pengembangan dan pemanfaatan alsin pertanian di Indonesia.

Dari pengalaman kajian, implementasi penerapan mekanisasi selama kurun waktu 1950-an sampai saat ini diperoleh suatu pembelajaran. Jika penerapan alat dan mesin pertanian hanya sebagai wujud fisik mekanisasi pertanian, maka akan memunculkan *premature mechanization*.

Karena itu dalam proses pengembangannya harus memperhatikan aspek-aspek teknis, ekonomis, infrastruktur dan kelembagaan sosial budaya setempat. Hal ini penting untuk dipahami bahwa kegagalan program penerapan mekanisasi akan membebani bagi sistem pertanian masyarakat/kelompok tani dan juga pemerintah karena sudah memberikan investasi yang cukup besar.

Melihat manfaat, peluang dan dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh adanya penerapan mekanisasi dalam kegiatan pertanian, maka dalam penerapannya perlu memperhatikan: (1) kondisi sosial-ekonomi-budaya; (2) luasan lahan usahatani; (3) jenis komoditi usahatani; (4) standarisasi dan batas kelayakan operasi, kinerja dan pemeliharaan alsintan; (5) ketersediaan tenaga terampil dalam pengoperasian, pemeliharaan dan perbaikan; (6) dukungan fasilitas purna jual yang bersifat *tangible* (*spare-part* dan bengkel pemeliharaan) maupun *intangibile* (sosialisasi, pendampingan proses alih teknologi, pelatihan); (7) dukungan sarana dan prasarana khusus untuk pengembangan jalan usahatani, jembatan, jaringan irigasi dan drainase, dukungan lembaga finansial; (8) pengembangan jejaring kelembagaan aspek teknis dan pemasaran hasil, (9) perlindungan kebijakan dan regulasi, termasuk impor dan ekspor.

Karena itu dalam penerapannya perlu dilakukan secara spesifik, terkontrol, adanya jaminan kualitas dan perlindungan harga, dinamis mengikuti perubahan lingkungan strategis. Penerapan mekanisasi pertanian pada

akhir era 2019 sampai dengan terwujudnya pertanian berkedaulatan pangan, terbebas dari krisis energi dan bersifat berkelanjutan (teknis, ekonomis, lingkungan) terlihat pada Gambar 2 bahwa mekanisasi pertanian harus mampu menjawab tantangan swasembada pangan, pakan, serat, energi, sekaligus sebagai negara pengekspor dengan cekaman yang paling utama berasal dari faktor geo-politik dan sumber daya lingkungan.

Teknologi mekanisasi pertanian yang akan dibuat dan dikembangkan harus sudah merupakan hasil pembahasan secara menyeluruh (*comprehensive*) yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan. Dari mulai, pemerintah, produsen, pemasar, pengguna, praktisi yang bersifat saling menguntungkan dan realistis untuk diterapkan.

## Mesin Sebagai Pengungkit Modernisasi

Jelaslah bahwa mekanisasi merupakan pendekatan yang strategis bagi kemajuan pertanian. Penerapan mesin yang sesuai mengandung banyak manfaat mulai dari peningkatan produksi, mengurangi *losses* dalam proses panen, menekan biaya usaha tani, serta memperluas dan meningkatkan intensitas tanam.

Penerapan mekanisasi juga mendorong kebutuhan tenaga kerja, karena indeks pertanaman yang meningkat. Keserempakan tanam menyebabkan volume pekerjaan juga meningkat. Banyak negara telah mengembangkan mekanisasi pertanian, namun keberhasilannya bervariasi. Menarik untuk mencermati faktor-faktor apa yang mendukung keberhasilannya.

Hasil riset Handaka (2012) mendapatkan bahwa penggunaan pompa air tanah di Jawa Timur telah mampu mengubah pola tanam dari padi-bera menjadi padi-padi atau padi-palawija-palawija. Demikian pula, penggunaan *thresher* telah menurunkan susut panen dari lebih 5% menjadi kurang dari 2%. Sementara perbaikan dan penyempurnaan mesin penggilingan padi mampu menaikkan rendemen giling.

Penelitian lain menunjukkan bahwa pendapatan rata-rata usahatani padi meningkat setelah penggunaan alsintan (Hermanto et al. 2016). Peningkatan pendapatan merupakan akumulasi dari meningkatnya produktivitas padi, berkurangnya *losses*, pengeluaran biaya nontenaga

kerja menjadi lebih kecil, dan penggunaan tenaga kerja luar keluarga juga berkurang.

Penelitian Saliem, et al., (2015) mendapatkan hal serupa. Penggunaan alsintan dalam suatu hamparan yang cukup luas memberikan beberapa manfaat berupa penghematan waktu, pengurangan penggunaan tenaga kerja, pengurangan biaya, peningkatan produktivitas dan pengurangan kehilangan hasil. Dari segi waktu, penggunaan alsintan menghemat waktu cukup banyak, sehingga bisa dilaksanakan tanam serempak. Tenaga kerja pertanian (buruh tani) yang terbilang langka seperti dapat diatasi dengan masuknya alsintan.

Penggunaan alsintan mampu meningkatkan produksi dari 6,7 menjadi 8,05 ton/ha. Kehilangan hasil pada saat panen yang semula 10-12%, dengan penggunaan combine harvester bisa ditekan hingga 3%. Juga diperoleh penurunan biaya usaha tani antara 20-25%. Dari sisi usaha penyewaan alsintan, UPJA mendapat keuntungan usaha yang cukup baik dengan kisaran RC rasio 1,4 hingga 2,3. Keuntungan tertinggi diperoleh dari penyewaan combine harvester.

Lahan yang sempit-sempit bukan halangan. China juga menghadapi masalah penguasaan lahan, fragmentasi, dan semakin tingginya upah buruh tani, terutama untuk kegiatan panen (Zhang 2017). N mereka tetap dapat mempertahankan daya kompetitifnya. *“By sourcing labor and power-intensive steps of production to others, smallholder farmers can maintain their competitiveness despite their small and fragmented land size. However, as the current old-generation farmers with low opportunity cost of labor die out in the near future, land consolidation will become inevitable”* (Zhang, 2017). Masalah di Turki juga sama, yakni skala usaha kecil dan lahan terfragmentasi (Akedmir, 2013).

## Sudah Sampai di mana Kita?

Meskipun sudah ratusan ribu alsintan disebar, namun kemajuan level mekanisasi Indonesia masih berada pada tahap permulaan. Sesuai dengan rumus IRRI (1996), ada enam level perkembangan mekanisasi sesuai *lesson learn* dari puluhan negara berkembang. Kita baru sampai pada *tahap pertama*, yakni penggunaan mesin untuk mensubstitusi tenaga

(*power substitution*).

Penggunaan mesin pada level ini hanya sekedar mengganti tenaga manusia dan hewan dengan mesin. Dengan kata lain, yang berubah adalah level *power change the farming systems*. Penggunaan mesin akan meningkatkan luasan lahan yang terolah, sehingga pada gilirannya meningkatkan produksi nasional secara total. Penggarapan lahan dapat dilakukan, bahkan sebelum hujan turun. Waktu olah (*turnaround time*) juga akan lebih pendek, sehingga meningkatkan produktivitas lahan. Pertanian Indonesia dalam tiga tahun terakhir baru berada pada tahap ini.

Masih ada *tahap kedua*, dimana mekanisasi untuk menggantikan fungsi tugas kontrol (*human control functions*). Lalu tahap *ketiga* saat mesin telah mampu mengubah pola usaha tani (*cropping system*). Dilanjutkan tahap *keempat* dengan adaptasi sistem usaha tani dengan lingkungan. Tahap *kelima* berupa adaptasi tanaman untuk pemenuhan mekanisasi. Terakhir tahap *keenam*, telah terciptanya sistem produksi pertanian yang otomatis (*automation of agricultural production*). Pada tahap ini hampir seluruh pekerjaan pertanian telah digantikan mesin, termasuk komputerisasi yang akan memandu kegiatan keseluruhan utamanya dalam penetapan jadwal kegiatan dan dosis.

Ke depan, masih banyak kendala yang harus dihadapi. Verma (2005) mengingatkan bahwa produksi pertanian terutama padi, pada masa datang akan menghadapi beberapa masalah seperti keterbatasan lahan subur, air, dan tenaga kerja. Namun dituntut untuk lebih memperhatikan masalah lingkungan hidup.

Konsekuensinya adalah perlunya pemikiran yang lebih rasional untuk mendorong perluasan areal baru. Khususnya dalam mengantisipasi berkurangnya lahan subur dengan mencari sumber lahan baru yang potensial untuk dikembangkan.

Mekanisasi merupakan alternatif jawaban untuk masalah keterbatasan tenaga kerja, karena meningkatnya pembangunan industri dan turunnya minat bekerja di sektor pertanian. Teknologi ramah lingkungan harus terus menerus dikembangkan dalam usaha membangun dan mengembangkan *good farming practice*.

Pengalaman menunjukkan pendekatan pengembangan mekanisasi

pertanian dari sisi teknologi akan bias kepada teknologi yang lebih maju dari yang eksis dengan efisiensi tinggi, dan teknik operasi yang kurang pas dengan kondisi sistem usaha tani yang ada.

Seringkali dikatakan bahwa teknologi mekanisasi yang dikembangkan tidak layak secara ekonomis maupun sosial, meskipun secara teknis dikatakan layak. Namun demikian, pendekatan sosial ekonomi dan budaya juga mendapatkan kritikan akan menjadikan Indonesia terlambat mengejar pertumbuhan dan persaingan dengan negara-negara tetangga, seperti Thailand, Malaysia, Filipina, dan bahkan Vietnam (BBP Mektan 2016).

Kelembagaan pengelola alsintan di level petani adalah kelembagaan Unit Pelayanan Jasa Alsintan (UPJA) yang berada di bawah Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan). Kemampuan SDM dan manajemen dalam UPJA mendesak untuk ditingkatkan, sehingga optimalisasi penggunaan alsintan lebih baik. Peningkatan kapasitas dan kinerja UPJA membutuhkan pendampingan dari dinas teknis dan penyuluhan pertanian. Berupa pelatihan teknis dan manajemen, pendampingan, serta dukungan infrastruktur perbengkelan dan ketersediaan *spare parts*.

Optimalisasi operasional alsintan membutuhkan jejaring kerja yang lebih luas, sehingga komunikasi dan kerja sama antar-UPJA dari wilayah yang berbeda perlu dijalin.

Sebagai tindak lanjut kebijakan Kementerian Pertanian yang telah dilakukan sejak tahun 2015 sampai sekarang, yaitu adanya revolusi mekanisasi pertanian, pendekatan yang dilakukan sudah harus tidak bersifat *top-down* dengan nuansa intervensi, tetapi harus memperhatikan aspek rekayasa sosial.

Kelemahan pendekatan *top-down* akan memunculkan fenomena yang disebut *premature mechanization*, tindakannya lebih bersifat *problem-solving*, bukan sebagai *enhancing root poverty eradication* ataupun pemberdayaan petani secara berkelanjutan.

Pencapaian target *enhancing root poverty eradication* melalui pemberdayaan petani harus melalui proses. *Pertama*, identifikasi masalah dan kendala kritis yang ada. *Kedua*, pemilihan alternatif metode yang paling tepat berdasarkan hasil indentifikasi. *Ketiga*, implementasi metode terpilih untuk menyelesaikan masalah, serta mengamati proses pembelajaran

yang terjadi mulai saat identifikasi sampai berjalannya implementasi di lapangan dengan baik.

Setelah melalui serangkaian proses dengan pendekatan pemberdayaan tersebut, beberapa strategi ideal yang harus dilakukan pengambil kebijakan, perancang bangun, pabrikan maupun penjual produk alsin pertanian dalam mengembangkannya harus mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut (Abi Prabowo, dkk., 2017):

**1. Atas dasar pendekatan teknis, dibedakan lagi menjadi berdasarkan fungsi dan proses.**

Uraian masing-masing pendekatan berdasarkan fungsi adalah sebagai berikut.

- a. Berdasarkan fungsi:
  - 1) Merancang bangun alsintan sebagai perangkat teknologi yang bersifat sebagai suplemen dalam rangka peningkatan produksi komoditi.
  - 2) Merancang bangun alsintan sebagai suatu teknologi sesuai kemampuan petani untuk memakainya (kesepadanan teknis) sebagai sarana substitusi kondisi lingkungan yang ada.
  - 3) Merancang bangun alsintan sebagai komplementor untuk minimalisasi risiko gagal panen, memperluas wilayah produksi, melakukan efisiensi produksi.
  - 4) Merancang bangun alsintan multifungsi/multiguna sebagai suplementor, substitutor atau komplementor sesuai dengan kebutuhan dan pengaruh kondisi lingkungannya.
- b. Berdasarkan proses:
  - 1) Invention
  - 2) Innovation
  - 3) Modification
  - 4) Reverse engineering

Dalam perjalanan penelitian dan pengembangan oleh BBP Mektan saat ini sudah mencapai proses *open innovation*. Hal itu ditandai dengan banyaknya klien produsen alsintan swasta yang telah menawarkan untuk ikut sejak awal (melalui *sharing* bahan/komponen prototipe) dalam proses penciptaan suatu prototipe baru. Munculnya niat klien produsen dalam penciptaan prototipe melalui proses *open*

*innovation*. Kalangan industri merasa bahwa prototipe baru yang akan dihasilkan pasti sudah banyak peminatnya di pasar.

**2. Atas dasar pendekatan proses pendukung kehidupan tanaman (alat dan bentuk fisik teknologinya sendiri tidak terikat dalam proses), yaitu:**

- a. Menyiapkan teknologi yang mampu mendukung proses dan fungsi kehidupan tanaman dan produk hasil akhirnya. Misalnya, rekayasa rumah kaca, inkubator pangan, cold storage, dll.
- b. Mendukung proses vital yang terjadi dalam tubuh tanaman berproses dan produk hasilnya. Misalnya, alsintan fertigasi, alsintan fermentor pupuk dan pangan, dll.

**3. Atas dasar pendekatan efisiensi energi mulai dari proses pembuatan sampai operasional di lapang dengan mempertimbangkan:**

Kebutuhan atau konsumsi energi  
Pola penggunaan  
Efisiensi cara penggunaannya

**4. Atas dasar pendekatan pertimbangan ekonomi operasional teknologi yang dirancang:**

- a. Jenis bahan (kekuatan, kecocokan, keawetan, aman, ramah lingkungan, dll).
- b. Kemudahan dalam mencari bahan di tingkat lokal dan proses pabrikasinya.
- c. Ketersediaan teknisi lokal.
- d. Terjangkau kemampuan modal petani atau adanya insentif permodalan dari lembaga di luar kelompok tani.
- e. Operasionalisasi alsintan memang dibutuhkan dalam jangkauan gerak ruang dan waktu serta tidak menimbulkan konflik ataupun persaingan pendapatan.
- f. Hasil operasional alsintan menguntungkan, mampu menggandakan populasi alsintan setempat, bahkan apabila memungkinkan mampu meningkatkan kesejahteraan petaninya.

**5. Atas dasar pencapaian sasaran pemanfaatan teknologi yang**

## dirancang:

- a. Diinginkannya ada terobosan baru dalam bidang teknologi (inovasi).
- b. Peningkatan hasil (kuantitas).
- c. Peningkatan mutu produk.
- d. Peningkatan harga jual produk.
- e. Peningkatan pendapatan atau tingkat perekonomian keluarga.
- f. Muncul dan mulai menyebarnya/adopsi di antara para pengguna (difusi teknologi). Inovasi dan difusi teknologi saling berkaitan sebagai unsur penggerak ekonomi petani (Mukoyama, 2003<sup>1</sup>). Peningkatan kualitas kinerja atau dampak teknologi merupakan motor penggerak utama proses difusi. Sedangkan kecepatan difusi ditentukan proses alih teknologi dan pengetahuan. Kecepatan menyerap alih teknologi dan pengetahuan sangat dipengaruhi tingkat ketrampilan, serta kondisi perekonomian pihak adopter (Mukoyama, 2003). Pada awal terjadinya alih teknologi umumnya dilakukan tenaga terdidik, terampil dan berpengetahuan, namun pada akhirnya bisa dilakukan kebanyakan orang (Bartel and Lichtenberg, 1987<sup>2</sup>; Rahmanto dan Nursinah, 2009<sup>3</sup>). Demikian pula diindikasikan bahwa adopsi serta difusi teknologi lebih mudah dilakukan pada kelompok masyarakat berpendidikan menengah ke atas (Nelson and Phelps, 1966<sup>4</sup>; Rosenberg, 1982<sup>5</sup>; Kustiari dkk., 2010<sup>6</sup>). Hal ini sudah mulai terlihat di tingkat petani pada kasus bantuan rice transplanter Jarwo.

1 Mukoyama, Toshihiko, 2003. *A Theory of Technology Diffusion*. Department of Economics Concordia University and CIREQ. April 2003.

2 Bartel, A. P. and F. R. Lichtenberg, "The Comparative Advantage of Educated Workers in Implementing New Technology," *Review of Economics and Statistics* 69 (1987), 1-11.

3 Rahmanto, M. I. dan Nursinah, I.Z. *Strategi Adopsi Teknologi Panen dan Pasca Panen Tanaman Padi di Kabupaten Bekasi*. CEFARS: Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah Vol. 1 No. 1 Desember 2009.

4 Nelson, R. R., and E. S. Phelps, "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth," *American Economic Review* 56 (1966), 69-75.

5 Rosenberg, N., *Inside the Black Box: Technology and Economics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1982).

6 Kustiari, R., Handewi P. Sallem, Pasaribu, S., Sayaka, B. Akselerasi sistem teknologi pengolahan hasil dan alsintan dalam rangka mendukung ketahanan pangan. Laporan Hasil Penelitian, Pusat Analisis Sosial dan Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Kementerian Pertanian, 2010.

## Indonesia Perlu Menjadi Produsen Alsintan

Satu hal yang harus dipertimbangkan pula adalah membangun pabrik dan industri mesin pertanian nasional secara mandiri, sehingga tidak bergantung pada impor mesin dari luar. Sebagai contoh, mekanisasi pertanian di Korea Selatan berhasil karena didukung pengembangan industri dalam negerinya (Kim 2009).

Indonesia juga sudah harus memikirkan bagaimana mengembangkan industri yang memproduksi alsintan, karena kebutuhan ke depan masih sangat besar. Perkembangan alsintan di Indonesia sesungguhnya baru berada pada tahap permulaan. *Development of the local machinery manufacture industry is a prerequisite for successful mechanization* (Rijk, 1989).

Dengan skala pertanian nasional yang cukup luas dengan aktivitas sepanjang tahun, *demand* pada alsintan juga sangat besar. Untuk ini, perlu segera disusun bagaimana *roadmap* pengembangan mesin-mesin pertanian secara nasional, sehingga menyumbang pula kepada program pembangunan industri nasional. Mesin pertanian yang pada mulanya bertolak dari azas efisiensi dan teknis, lalu bergerak ke ranah politik pembangunan dan strategi ekonomi. Maka, perlu segera dilakukan analisis ekonomi yang komprehensif sebagai bahan merumuskan kebijakan alsintan secara menyeluruh, termasuk pengembangan industri produsennya.

Pada saat *launching* "Inovasi Teknologi Mekanisasi Modern Hortikultura" tanggal 24 Agustus 2017, Menteri Pertanian menegaskan mekanisasi pertanian merupakan salah satu komponen penting untuk pertanian modern dalam mencapai target swasembada pangan berkelanjutan.

Bahkan kemajuan teknologi mekanisasi pertanian akan menjadikan pertanian jaya, sehingga Indonesia menjadi lumbung pangan dunia dapat diwujudkan. Karena itu, Indonesia pun harus mampu mandiri memproduksi mesin sendiri. Bahkan lebih jauh dapat menjadi produsen dan mengekspor mesin-mesin pertaniannya ke luar negeri.

# DAFTAR PUSTAKA

- A.G., Rijk. 1989. *Agricultural Mechanization Policy and Strategy: The Case of Thailand* Dissertation. Belanda: Wageningen Agricultural University.
- Adam, F., et. al. 2011. *A Simple Template-Free Sol-Gel Synthesis of Spherical Nanosilica from Agricultural Biomass*. Jerman: Journal of Sol-Gel Science and Technology. Vol. 59, No. 3: 580-3.
- Agung, G., Hanafie, M., dan Mardina, P. 2013. *Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi dengan Pelarut KOH*. Jakarta: Konversi. Vol. 2, No. 1: 28-31.
- Alihamsyah, T. 2007. *Pokok-Pokok Pikiran Percepatan Pengembangan Mekanisasi Pertanian di Indonesia*. Makalah Rapat Pleno Komisi Nasional Pengembangan Mekanisasi Pertanian, di Bogor, 27 Desember 2007.
- Alihamsyah, T. 2013. *Mobilisasi Alsintan Berdasarkan Kalender Tanam untuk Optimalisasi Pemanfaatannya pada Budidaya Padi di Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah*. Jakarta: Jurnal P2TP.
- Alihamsyah, T., et. al. 2011. *Analisis Kebijakan Untuk Penyempurnaan Pengembangan dan Revitalisasi UPJA di Indonesia*. Makalah dalam Rapat Pleno Komisi Nasional Pengembangan Mekanisasi Pertanian, di Bogor, 29 Desember 2011.
- Ariyani, D., et. al. 2015. *Studi Kajian Senyawa pada Asap Cair dari Sekam Padi*. Surabaya: Prosiding Seminar Nasional Kimia. C128-C33.
- Awizar, D.A., et.al. 2013. *Nanosilicate Extraction from Rice Husk Ash as Green Corrosion Inhibitor*. New York: International Journal of Electrochemical Science. Vol. 8: 1759-69.
- B., Sims, Hilmi M., & Kienzle J. 2016. *Agricultural Mechanization a Key Input for Sub-Saharan African Smallholders*. Integrated Crop Management. Vol. 23-2016. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Badan Litbang Pertanian. 2000. *Analisis Kebijakan Peningkatan Produksi Mendukung Ketahanan Pangan*. Rapat kerja Badan Litbang Pertanian. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Padi (Balitpa). Sukamandi, 1997, Laporan Tahunan 1997/1998, Pulitbangtan 1998, p 71-72.
- BBP Mektan. 2016. *Laporan Akhir: Telaah Strategis Mekanisasi Pertanian dalam Pembangunan Pertanian Berwawasan Agribisnis*. Tangerang (ID): Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian.
- Budiharti, Uning. 2017. *Model Pengembangan Penerapan Mekanisasi Mendukung Pertanian Modern*. Banten: Laporan Penelitian Balai Besar Mekanisasi Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
- Carmona, V.B., et. al. 2013. *Nanosilica From Rice Husk: Extraction and Characterization*. Amsterdam: Industrial Crops and Products. Vol. 43, No.0: 291-6.
- Chaudhry, Q., & Castle, L. 2011. *Food Applications of Nanotechnologies: an Overview of Opportunities and Challenges for Developing Countries*. Amsterdam: Trends in Food Science & Technology. Vol. 22, No. 11: 595-603.
- Departemen Pertanian. 2008. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 25/Permentan/PL.130/5/2008 tanggal 22 Mei 2008 tentang Pedoman Penumbuhan dan Pengembangan UPJA. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Direktorat Alsintan. 2013. *Kumpulan Data Alsin Tahun 2012*. Jakarta: Direktorat Jendral Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Dirjen PSP. 2017. *Laporan Kinerja Dirjen PSP 2016*. Jakarta: Dirjen PSP Kementan.
- Douthwite, B., Quick G.R., and Tado C.J.M. 1993. *The Stripper Gatherer System for Small-Area Rice Harvesting*. Bangkok: International Commission of Agricultural Engineering. Vol. 1, No.4: 183.
- Faza, F. 2009. *Cara Alami Menangkal Wereng*. Agrina. 13 Desember 2009, diambil dari [http://agrina-online.com/show\\_article.php?rid=10&aid=2179](http://agrina-online.com/show_article.php?rid=10&aid=2179).
- Girard, J.P. 1992. *Smoking In Technology of Meat Products*. New York: Ellis Horwood Clermont Ferrand.

- H.P., Saliem, et. al. 2015. *Prospek Pengembangan Pertanian Modern Melalui Penggunaan Teknologi Mekanisasi Pertanian Pada Lahan Padi Sawah*. Bogor: Laporan penelitian Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.
- H.P., Saliem, et. al. 2015. *Prospek Pengembangan Pertanian Modern Melalui Penggunaan Teknologi Mekanisasi Pertanian pada Lahan Padi Sawah*. Laporan Analisis Kebijakan. Bogor (ID): Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.
- Handaka. 2007. *Sistem Kontrak Kerja dan Pilihan Mekanisasi Pasca Panen Padi, Seminar dan Diskusi Pasca Panen Padi*. Serpong: BBP Mektan, 31 Oktober 2007.
- Handaka. 2012. *Kontribusi Mekanisasi Pertanian dan Teknologi Pasca Panen pada Sistem dan Usaha Agribisnis*. Malang: Makalah pada Expose dan Seminar Mekanisasi Pertanian dan Teknologi Pasca Panen.
- Harisda, Z. 2009. *Menghitung Jumlah Hujan dan Hari Hujan dengan Pengolahan Citra Radar*. Buletin Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Vol. 5: 3.
- Harmanto, et. al. 2014. *Pokok-Pokok Pikiran Bahan Kebijakan Pengembangan Mekanisasi Pertanian ke Depan*. Jakarta: Makalah dalam Rapat Pleno Komisi Nasional Pengembangan Mekanisasi Pertanian, tanggal 23 Desember 2014.
- Hermanto, et. al. 2016. *Evaluasi Rancangan, Implementasi dan Dampak Bantuan Mekanisasi terhadap Percepatan Peningkatan Produksi Padi, Jagung dan Kedelai*. Laporan akhir penelitian. Bogor (ID): Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian.
- Hoerudin, et. al. 2017. *Produksi Nanobiosilika dan Bahan Biopestisida dari Limbah Sekam Padi untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Padi*. Laporan Hasil Penelitian DIPA TA. Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- International Rice Research Institute. 1986. *Small Farm Equipment for Developing Countries. Proceedings of the International Conference on Small Farm Equipment for Developing Countries: Past Experiences and Future Priorities*. Los Baños: IRRI.
- Ismunadji, M. 1988. *Padi*. Edisi Pertama. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Japan International Cooperation Agency. *Outline And Design of Thresher. Farm Machinery Design Course Farm Mechanization Course*. Tsukuba City: Tsukuba International Agricultural Training Centre.
- Kalapathy, U., A. Proctor, & J. Shultz. 2002. *An Improved Method for Production of Silica from Rice Hull Ash*. Bioresource Technology. Vol. 85, No. 3: 285-9.
- Kementerian Pertanian. 2017. *Produksi Tanaman Pangan Nasional Tahun 2016*. Tersedia di <https://aplikasi2.pertanian.go.id/bdsp2/id/komoditas>, diakses pada tanggal 15 November 2017.
- Kim, Kyeong Ku. 2009. *Farm Mechanization Policies in Korea*. Engineering in Agriculture, Environment and Food. Vol. 2, No. 4: 132-143.
- Klenin, N.I., I.F. Popov, & V.A. Sakun. 1986. *Agricultural Machines: Theory of Operation, Computation of Controlling Parameters and the Conditions of Operation*. Rotterdam: AA. Balkema.
- Le, VH, Thuc, CNH & Thuc, HH. 2013. *Synthesis of Silica Nanoparticles from Vietnamese Rice Husk by Sol-Gel Method*. Nanoscale Research Letters. Vol. 8: 58.
- Mustikawati, Mulyanti N., & Arief R.W. 2016. *Study Effectiveness of Liquid Smoke as a Natural Insecticide for Main Pest Control of Soybean Crops*. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research. Vol. 30, No. 1: 237-245.
- Nasution, D.A., et. al. 2012. *Pemetaan Alsintan Budidaya Tanaman Pangan mendukung Program MP3EI. Laporan Akhir Kegiatan Tahun 2012*. Serpong: Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian.
- Ningsih, LS. 2011. *Pembuatan Asap Cair dari Sekam Padi dengan Proses Pirolisa untuk Menghasilkan Insektisida Organik*. Padang: Fakultas TP Universitas Andalas.
- Purwadaria, H.K. 1996. *Pengantar Studi Pengembangan Mesin Pemanen Padi Tipe Sisir*. Bogor: Makalah pada Seminar Pengembangan Mesin Pemanen Padi Tipe Sisir.

- Rafiee, E., et. al. 2012. *Optimization of Synthesis and Characterization of Nanosilica Produced from Rice Husk (A Common Waste Material)*. International Nano Letters. Vol. 2, No. 1: 1-8.
- S.R., Verma. 2005. *Impact of Agricultural Mechanization on Production, Productivity, Cropping Intensity Income Generation and Employment of Labour [Internet]. Pennsylvania: Departemen of Engineering Pennsylvania State University*. [cited 2016 Aug 23]. Tersedia di: [http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi:10.1.1.511.521&rep=rep\\_1 & type=pdf](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi:10.1.1.511.521&rep=rep_1&type=pdf)
- Satriyo, B. 2011. *Kebijakan Pengembangan Mekanisasi Pertanian dalam Mendukung Pembangunan Pertanian*. Jember: Makalah pada Seminar Nasional Perteta.
- Setyono, A., Sutrisno, dan S Nugroho. 2000. *Pemanenan Padi sistem Kelompok Dengan Memanfaatkan Kelompok Jasa Pemanen dan Jasa Perontok*. Sukamandi: Apresiasi Seminar Hasil Penelitian Balitpa.
- Smith, Harris P. 1955. *Farm Machinery and Equipment*. New York: McGraw Hill.
- Suka, I.G., et. al. 2008. *Karakteristik Silika Sekam Padi dari Provinsi Lampung yang Diperoleh dengan Metode Ekstraksi*. MIPA. Vol. 37: 47-52.
- Sulistiadji, Koes, dan H. K. Purwadaria. 2003. *Petunjuk Operasional Mesin Perontok Biji-Bijian (Thresher). Panduan Teknis Penanganan Pasca Panen Gabah. Japan Grain Inspection Association (KOKKEN). ODA PROJECT Improving Rice Distribution in Asia. FOOD AGENCY JAPAN*.
- Sulistiadji, Koes. 1988. *Pengolahan Padi*. Bogor: Fakultas Pascasarjana IPB.
- Sulistiadji, Koes. 1996. *Perancangan dan Pembuatan Mesin Penyisir Padi. Makalah pada Pelatihan Pembuatan dan Operasi Mesin Penyisir Padi*. Sukamandi: 12-13 Agustus 1996.
- Tado, C.J.M., et. al. 2000. *Optimizing the Performance of the Stripper Rotor in Rice*. Agricultural Mechanization Bulletin. Vol. 8, No.1. Los Banos: Univ.of Philippines.
- Tahir, Ridwan, et. al. 1996. *Kinerja Mesin Penyisir Padi*. Bogor: Makalah pada Seminar Pengembangan Mesin Pemanen Padi Tipe Sisir.
- Tarmana, Dadang. 1989. *Penggunaan Alsin Proteksi Tanaman*. Tangerang: Diktat Latihan Penggunaan Alsintan, CDAET.
- Ugheoke, I.B. & Mamat O. 2012. *A Critical Assessment and New Research Directions of Rice Husk Silica Processing Methods and Properties*. Maejo International Journal of Science and Technology. Vol. 6, No. 3: 430-48.
- Widowati, S. 2001. *Pemanfaatan Hasil Samping Penggilingan Padi dalam Menunjang Sistem Agroindustri di Pedesaan*. Buletin AgroBio. Vol. 4, No. 1: 33-8.
- Zhang, X., Yang J., & Thomas R. 2017. *Mechanization Outsourcing Clusters and Division of Labor in Chinese Agriculture*. China Econ Rev. Vol. 43:184-195.

