

Teknologi Mekanisasi Budi Daya Jagung

A. Hendriadi¹, I.U. Firmansyah², dan M. Aqil²

¹Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong

²Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

PENDAHULUAN

Pengembangan agroindustri untuk meningkatkan nilai tambah usahatani terus digalakkan. Sejalan dengan itu, peran inovasi teknologi dan kelembagaan makin strategis dalam upaya peningkatan produktivitas dan efisiensi sistem produksi. Pengembangan agroindustri tidak terlepas dari pemanfaatan teknologi mekanisasi, baik di dalam maupun luar usahatani. Penumbuhan agroindustri pedesaan yang mandiri dan didukung oleh teknologi mekanisasi merupakan pijakan dalam mewujudkan industri pertanian yang efisien, berdaya saing, dan berkelanjutan.

Hasil penelitian dan perekayasa teknologi mekanisasi pertanian sudah dikembangkan di berbagai wilayah di Indonesia, namun pemanfaatannya masih lamban karena berkaitan erat dengan sistem usahatani, pranata sosial-budaya, kelembagaan, dan pembangunan wilayah. Permasalahan dan kendala dalam pengembangan mekanisasi pertanian antara lain adalah sempitnya kepemilikan lahan, lemahnya modal usahatani, rendahnya tingkat pendidikan, pengetahuan, dan keterampilan petani, budaya, sistem usahatani yang masih subsisten dan tradisional, belum memadainya prasarana penunjang khususnya jalan ke lokasi usahatani, belum berkembangnya bengkel mekanisasi di pedesaan, belum memadainya kelembagaan penunjang terutama lembaga penyuluhan dan jasa.

Kepemilikan lahan oleh petani umumnya sempit dengan sistem usahatani subsisten dan tradisional (Saragih 1999). Kondisi demikian akan mengurangi efisiensi dan produktivitas kerja alat-mesin pertanian (alsintan). Keterbatasan modal, pendidikan, pengetahuan, keterampilan dan budaya tradisional yang masih kuat juga akan menghambat pengembangan teknologi mekanisasi yang umumnya memerlukan modal, pengetahuan, dan keterampilan yang lebih tinggi. Belum berkembangnya prasarana pertanian, terutama jalan ke lokasi usahatani dan bengkel, mengurangi mobilitas operasi dan produktivitas kerja sehingga efisiensi dan waktu operasi alsintan tidak optimal.

Beragamnya kondisi wilayah, khususnya fisik lahan, sosial-ekonomi petani, prasarana dan kelembagaan penunjang menuntut kehati-hatian dalam menentukan teknologi mekanisasi yang akan diterapkan. Terkait dengan kepemilikan lahan, modal, tingkat pendidikan dan keterampilan,

petani umumnya tidak serta merta dapat menerima teknologi mekanisasi. Pengembangan teknologi mekanisasi tanpa memperhatikan kondisi wilayah dan tidak diikuti oleh perbaikan infrastruktur kelembagaan pendukung, dan sistem usahatani tidak akan memberikan hasil yang optimal.

PENDEKATAN DAN STRATEGI PENGEMBANGAN

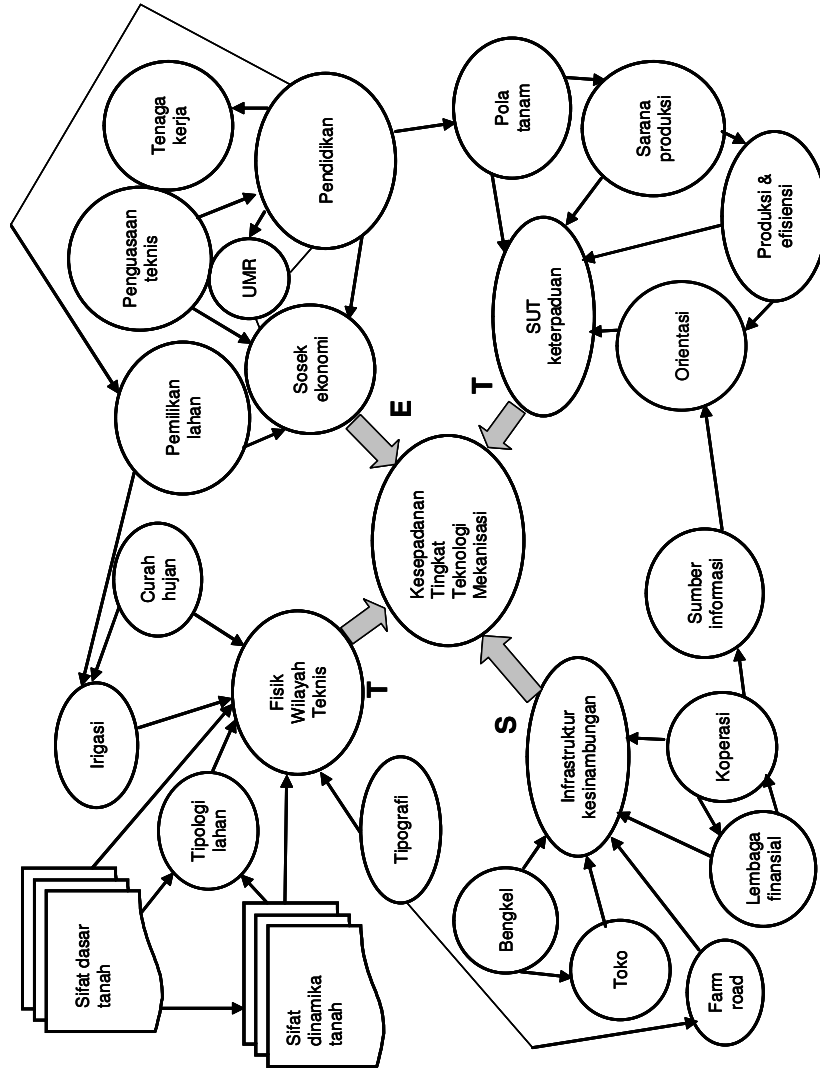
Pergeseran struktur ekonomi dari agraris ke nonagraris ditandai oleh tersedotnya tenaga kerja pertanian ke sektor jasa dan industri yang berakibat makin terbatasnya tenaga kerja di bidang produksi pertanian. Kondisi ini mau tidak mau perlu dipecahkan melalui penerapan teknologi mekanisasi pertanian yang efisien dan sepadan dengan lingkungannya.

Pada tahun 1975 konsep mekanisasi pertanian selektif telah dirintis, di mana penerapan alsintan dilaksanakan secara selektif sesuai dengan kondisi fisik dan sosial ekonomi wilayah. Hendriadi (2005) mengembangkan konsep kesepadanan tingkat teknologi mekanisasi pertanian untuk lahan sawah maupun lahan kering yang diwujudkan dalam Model Mekanisasi Selektif dan Atlas Arah untuk Seleksi Tingkat Teknologi Mekanisasi Pertanian. Dasar pemikirannya adalah banyak kasus pengembangan mekanisasi pertanian yang prematur sebelum mencapai stabilitas tertentu, tidak hanya pada wilayah yang belum intensif karena adanya keseragaman kebijakan dan pelaksanaan pengembangan, tetapi juga pada wilayah yang sudah maju, dibiarkan berkembang tanpa pilar pendukung yang kuat.

Klasifikasi tingkat teknologi alsintan ditetapkan berdasarkan empat aspek, yaitu fisik wilayah, sosial ekonomi, infrastruktur pendukung, dan sistem usahatani. Keterkaitan parameter pada masing-masing aspek disajikan pada Gambar 1. Model matrik yang digunakan sebagai penetapan klasifikasi tingkat teknologi yang sepadan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Pendekatan pengembangan tersebut adalah strategi pengembangan selektif dengan pendekatan holistik, progresif, dan partisipatif. Pendekatan holistik mengandung makna bahwa pengembangan mekanisasi pertanian dilakukan dalam suatu sistem yang holistik secara terpadu dan sinergi baik teknologi, prasarana, sistem usahatani, maupun kelembagaan penunjang. Pendekatan progresif berarti pengembangan mekanisasi dilakukan secara proaktif dan bertahap ke arah kemajuan. Partisipatif mengandung makna bahwa pengembangan mekanisasi mengikutsertakan partisipasi aktif petani, pengusaha, dan pemerintah.

Melalui pendekatan tersebut maka tidak hanya teknologi yang sepadan dengan kondisi wilayah yang ditetapkan secara kuantitatif, tetapi juga dapat diidentifikasi upaya yang harus dilakukan untuk mengembangkan teknologi



Gambar 1. Parameter parameter penentu dan keterkaitan satu dan lainnya dalam suatu sistem penerapan teknologi alisintan.

Tabel 1. Model klasifikasi tingkat teknologi alsintan untuk lahan sawah.

Klas	Fisik wilayah (kesesuaian teknis)	Sosial-ekonomi (kelayakan ekonomis)	Infrastruktur (kesinambungan)	Usahatani (keterpaduan sistem)
T4	CI > 300 kPa, BD > 1 g/ml, k, c, ϕ , θ , k_c , k_θ , z mendukung, ada jaringan irigasi, topografi (0-3%), CH > 1800 mm/tahun	Pemilikan lahan > 2 ha, tingkat pendidikan > SLTP, upah tenaga kerja pertanian > UMR, tenaga kerja terbatas, ada penguasaan pengetahuan alsintan	Terdapat bengkel alsintan, toko suku cadang memadai dan mudah diakses, terdapat jalan usahatani, lembaga finansial, institusi penyalur sarana dan hasil (koperasi) bekerja baik untuk semua aspek, tersedia sumber informasi teknis.	Penggunaan sarana produksi sesuai dengan ketentuan, IP 2-3, produktifitas dan efisiensi produksi di atas rata rata (> 125%), orientasi pasar, melembaga.
T3	CI=250-300 kPa, BD 0.7-1 g/ml, k, c, ϕ , θ , k_c , k_θ , z, ada jaringan irigasi teknis, topografi (3-8%), CH 1400-1800 mm/tahun.	Tingkat pendidikan rata rata > SD, upah tenaga kerja >UMR, tenaga kerja terbatas untuk kegiatan tertentu, di antara pekerja mempunyai pengetahuan teknis alsintan.	Terdapat bengkel sederhana, toko suku cadang, tetapi tidak pada tingkat usahatani, terdapat jalan usahatani, lembaga finansial terbatas, institusi penyalur sarana dan hasil (koperasi) bekerja baik untuk hal tertentu.	Penggunaan sarana produksi sesuai ketentuan, IP 2-3, produktifitas dan efisiensi sedikit di atas rata rata (100-124%), orientasi pasar kurang melembaga.
T2	CI =100-250 kPa, BD= 0.4– 0.7 g/ml, k, c, ϕ , θ , k_c , k_θ , z, tidak terdapat jaringan irigasi, topografi 8-15%, CH 1000-1400 mm/tahun.	Pemilikan lahan rata rata 0,7-1 ha, tingkat pendidikan rata rata SD, upah tenaga kerja pertanian <UMR, tenaga terbatas hanya untuk kegiatan tertentu di bidang pertanian, keterampilan alsintan kurang.	Tidak terdapat bengkel, toko suku cadang susah didapat, jalan usahatani terbatas, lembaga finansial tidak terjangkau, institusi penyalur sarana dan hasil (koperasi) belum bekerja baik.	Penggunaan sarana produksi tidak sesuai ketentuan, IP 1-2, produktifitas dan efisiensi sedikit dibawah rata-rata (75-99%), orientasi pasar tidak melembaga
T1	CI < 100 kPa, BD<0.4 g/ml, k, c, ϕ , θ , k_c , k_θ , z, tidak terdapat jaringan irigasi, topografi tidak mendukung >15%, CH < 1000 mm/tahun.	Pemilikan lahan rata-rata < 0,7 ha, tingkat pendidikan < SD, upah tenaga kerja pertanian <UMR, tenaga kerja melimpah, keterampilan alsintan hampir tidak ada.	Tidak terdapat bengkel, toko suku cadang tidak tersedia, jalan usahatani tidak ada, lembaga finansial tidak terjangkau, institusi penyalur sarana dan hasil (koperasi) belum terbentuk.	Penggunaan sarana produksi tidak sesuai ketentuan, IP 1, produktifitas dan efisiensi sangat rendah < 75%), orientasi pasar tidak melembaga.

Tabel 2. Model klasifikasi tingkat teknologi alsintan untuk lahan kering.

Klas	Fisik wilayah (kesesuaian teknis)	Sosial-ekonomi (kelayakan ekonomis)	Infrastruktur (kesinambungan)	Usahatani (keterpaduan sistem)
T4	Topografi (0-3%), CH > 1800 mm/th	Pemilikan lahan > 2 ha, tingkat pendidikan > SLTP, upah tenaga kerja > UMR, tenaga kerja terbatas, ada penguasaan pengetahuan alsintan	Terdapat bengkel alsintan, toko suku cadang memadai dan mudah diakses, terdapat jalan usahatani, lembaga finansial, institusi penyalur sarana dan hasil (koperasi) bekerja baik untuk semua aspek, sumber informasi teknis tersedia.	Penggunaan sarana produksi sesuai dengan ketentuan, IP 2-3, produktifitas dan efisiensi produksi di atas rata rata (> 125%), orientasi pasar melembaga.
T3	Topografi (3-8%), CH 1400-1800 mm/tahun.	Pemilikan lahan 1-2 ha, tingkat pendidikan rata rata > SD, upah tenaga kerja > UMR, tenaga kerja terbatas untuk kegiatan tertentu, di antara pekerja mempunyai pengetahuan teknis alsintan	Terdapat bengkel sederhana, dan toko suku cadang, tetapi tidak pada tingkat usahatani, terdapat jalan usahatani, lembaga finansial terbatas, institusi penyalur sarana dan hasil (koperasi) bekerja baik untuk hal tertentu.	Penggunaan sarana produksi sesuai ketentuan, IP 2-3, produktifitas dan efisiensi sedikit di atas rata rata (100-124%), orientasi pasar kurang melembaga.
T2	Topografi 8-15%, CH 1000-1400 mm/tahun.	Pemilikan lahan rata rata 0,7-1 ha, tingkat pendidikan rata-rata SD, upah tenaga kerja <UMR, tenaga terbatas hanya untuk kegiatan tertentu di bidang pertanian, keterampilan alsintan kurang	Tidak terdapat bengkel, toko suku cadang susah didapatkan, jalan usahatani terbatas, lembaga finansial tidak terjangkau, institusi penyalur sarana dan hasil (koperasi) belum bekerja baik.	Penggunaan sarana produksi tidak sesuai ketentuan, IP 1-2, produktifitas dan efisiensi sedikit di bawah rata-rata (75-99%), orientasi pasar tidak melembaga
T1	Topografi tidak mendukung >15%, CH < 1000 mm/tahun.	Pemilikan lahan rata rata < 0,7 ha, tingkat pendidikan < SD, upah tenaga kerja pertanian <UMR, tenaga kerja melimpah, keterampilan alsintan hampir tidak ada.	Tidak terdapat bengkel, toko suku cadang tidak tersedia, jalan usahatani tidak ada, lembaga finansial tidak terjangkau, Institusi penyalur sarana dan hasil (koperasi) belum terbentuk.	Penggunaan sarana produksi tidak sesuai ketentuan, IP 1, produktifitas dan efisiensi sangat rendah (< 75%), orientasi pasar tidak melembaga.

Keterangan:

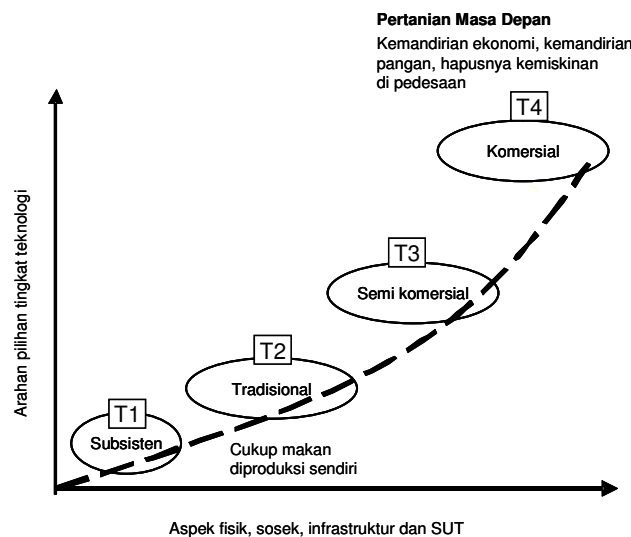
T = Tingkat teknologi, CI = Cone index, kpa = kilo Pascal, BD = Bulk density, K = Permeabilitas, Kc = Konduktivitas, θ = Kandungan lengas tanah, ϕ = tegangan air tanah, z = Kedalaman, CH = Curah hujan, SD = Sekolah dasar, SLTP = Sekolah lanjutan tingkat pertama, UMR = Upah minimum regional, IP = Intensitas pertanaman.

mekanisasi yang lebih tinggi secara berkelanjutan. Pengembangan mekanisasi pertanian dilakukan melalui penelaahan kesepadanan tingkat teknologi serta jenis dan ukuran alsintan disesuaikan dengan kondisi agroekosistem wilayah penerapan, biofisik, sosial-ekonomi, infrastruktur, kelembagaan, dan sistem usahatani (Ruttan and Hamai 1984).

Pada Gambar 2 tampak representasi klasifikasi tingkat teknologi, di mana ordinat Y adalah tingkat teknologi dan ordinat X adalah kondisi fisik, sosial-ekonomi, infrastruktur, dan sistem usahatani yang menentukan tingkat kesepadanan teknologi. Tingkat teknologi sepadan yang diterapkan dapat berkembang pada tingkat yang lebih tinggi dengan perbaikan kondisi fisik, sosial-ekonomi, infrastruktur, dan sistem usahatani.

Strategi selektif dengan pendekatan progresif, selektif, dan partisipatif ini diimplementasikan melalui tahapan berikut:

1. Mengkaji kebutuhan primer teknologi mekanisasi di tingkat petani berdasarkan kondisi agroekosistem wilayah.
2. Memilih teknologi mekanisasi yang sesuai dengan kondisi agroekosistem wilayah, terutama lingkungan usahatani, dan merupakan komplemen tenaga kerja yang ada.
3. Mengembangkan teknik mengakses teknologi mekanisasi yang layak dan menguntungkan petani dan pelaku agribisnis, antara lain dengan pemberian kredit yang mudah dan insentif dalam penyuluhan dan pelatihan.



Gambar 2. Visualisasi definisi tingkatan teknologi mekanisasi sepadan T1, T2, T3 dan T4 (lihat Tabel 1 dan 2).

4. Menumbuhkan sistem industri kecil mekanisasi pertanian, mulai dari fabrikasi alsintan sampai kepada perbengkelan untuk pemeliharaan dan perbaikan.
5. Menumbuhkan infrastuktur usahatani dan membina kelembagaan petani secara partisipatif atas dasar kebutuhan sendiri.

PERAN PEMERINTAH DALAM PENGEMBANGAN MEKANISASI PERTANIAN

Dalam pengembangan mekanisasi pertanian mendukung agroindustri, pemerintah berperan penting dalam memberikan informasi yang jelas tentang teknologi, manfaat, dan dampak dari pengembangan teknologi tersebut. Pada setiap tahapan kegiatan pengembangan, peran dan keterlibatan pemerintah adalah untuk mencari dan memberikan solusi terbaik bagi pengembangan mekanisasi pertanian untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Petani perlu dibangun kemampuannya untuk memilih sendiri teknologi yang terbaik bagi usahatannya.

Dalam upaya akselerasi adopsi teknologi mekanisasi pertanian oleh masyarakat pengguna khususnya petani, maka peran pemerintah lebih diarahkan kepada pendampingan melalui peningkatan kemampuan petani, penyuluh, fasilitasi, dan penguatan infrastruktur pendukung seperti prasarana, kelembagaan usahatani dan penyeimbangan sistem usahatani dengan tingkat teknologi yang diadopsi.

Pemerintah dituntut proaktif dalam promosi pengembangan mekanisasi pertanian dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat secara seimbang, baik petani maupun pelaku agribisnis. Kebijakan ini selanjutnya diwujudkan dalam bentuk pemberian informasi, fasilitasi dan lingkungan yang kondusif bagi keberlanjutan pengembangan mekanisasi pertanian, seperti jalan usahatani, perbengkelan, regulasi, dan kelembagaan.

TEKNOLOGI MEKANISASI DALAM BUDI DAYA JAGUNG

Pengolahan Tanah

Dalam budi daya tanaman, pengolahan tanah merupakan kegiatan yang paling banyak menyerap energi. Pengolahan tanah diperlukan untuk menciptakan lingkungan fisik tanah yang kondusif bagi pertumbuhan tanaman. Oisat (2001) membagi pengolahan tanah menjadi dua bagian, yaitu pengolahan konvensional dan konservasi.

Pengolahan Konvensional

Secara konvensional, pengolahan tanah dilakukan dengan cangkul, bajak, garu, atau peralatan mekanis untuk menyiapkan lahan bagi budi daya tanaman. Keuntungan pengolahan tanah secara konvensional di antaranya adalah memperbaiki aerasi tanah, mengendalikan gulma, memutus siklus hidup hama, dan memudahkan aktivitas budi daya lainnya. Pengolahan tanah secara konvensional juga mempunyai kelemahan, di antaranya merusak struktur permukaan tanah, meningkatkan peluang erosi, dan penguapan lengas tanah, dan membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak.

Pengolahan Konservasi

Pada pengolahan tanah konservasi, sisa tanaman sebelumnya dihamparkan di permukaan tanah. Keuntungan dari cara ini adalah menghambat evaporasi, mengurangi erosi, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, dan menekan biaya tenaga kerja (Oisat 2001). Kelemahan dari pengolahan tanah konservasi adalah populasi hama kemungkinan meningkat, bahan organik terkonsentrasi pada lapisan atas tanah, dan membutuhkan waktu yang lama untuk meningkatkan kesuburan tanah. Akhir-akhir ini pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*) merupakan salah satu bentuk pengolahan tanah konservasi yang telah banyak diterapkan dalam budi daya jagung.

Alat Pengolah Tanah

Pengolahan tanah umumnya dilakukan dua kali. Pada pengolahan pertama, tanah dicangkul atau dibajak dan dibalik sehingga sisa-sisa tanaman terbenam, dan selanjutnya mengalami pembusukan. Alat yang umum digunakan adalah cangkul, garpu, dan bajak singkal/rotari. Cangkul dan garpu merupakan alat sederhana yang dioperasikan oleh tenaga manusia. Pengolahan tanah dengan cangkul membutuhkan waktu sekitar 44 jam kerja/ha. Bajak singkal dan bajak rotari umumnya digunakan untuk pengolahan pertama. Tenaga penarik bajak dapat berupa traktor tangan berkekuatan 5-10 tenaga kuda (TK), traktor mini (12,5-12 TK), dan traktor besar (30-80 TK). Jumlah bajak yang dapat digandengkan ke traktor bergantung pada sumber tenaga traktor. Traktor tangan biasanya hanya menggunakan satu bajak, traktor mini 1-2 bajak, dan traktor besar 3-8 bajak.

Berbeda dengan bajak singkal, bajak rotari dilengkapi dengan komponen pemutar yang dapat langsung menghancurkan dan meratakan tanah. Namun demikian, kedalaman olah bajak rotari dangkal sehingga lebih cocok digunakan untuk mengolah tanah bertekstur ringan.

Penanaman

Penanaman jagung merupakan kegiatan pembenaman benih ke dalam tanah, dapat dilakukan secara manual atau dengan bantuan alat dan mesin pertanian.

Persyaratan

Agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang secara optimal, cara tanam jagung mempertimbangkan beberapa hal di antaranya kedalaman penempatan benih, populasi tanaman, cara tanam, dan lebar alur/jarak tanam. Kedalaman penempatan benih bervariasi antara 2,5-5 cm, bergantung pada kondisi tanah. Pada tanah yang kering, penempatan benih lebih dalam. Populasi tanaman umumnya bervariasi antara 20.000-200.000 tanaman/ha. Hasil penelitian Subandi *et al.*(2004) menunjukkan bahwa populasi tanaman optimal untuk empat varietas yang diuji (Bisma, Semar-10, Lamuru, dan Sukmaraga) adalah 66.667 tanaman/ha (Tabel 3).

Penempatan benih jagung di tanah adalah pada alur-alur yang dibuat teratur atau benih ditanam dengan jarak teratur dalam alur (*hill drop*) sehingga memungkinkan penyiangan mekanis dua arah. Cara penanaman yang lain adalah sistem *drilling* di mana penanaman dilakukan secara tidak teratur dalam alur-alur yang teratur. Pada sistem ini penyiangan mekanis hanya memungkinkan dilakukan antaralur.

Syarat lain yang perlu diperhatikan agar tanaman dapat berkembang secara optimal adalah jarak tanam. Penentuan jarak tanam jagung dipengaruhi oleh varietas yang ditanam, pola tanam, dan kesuburan tanah. Jarak tanam jagung yang umum digunakan adalah 75 cm x 25 cm, 80 cm x 25 cm, 75 cm x 40 cm, dan 80 cm x 40 cm, dua benih/lubang.

Alat dan Mesin Tanam

Penanaman jagung menggunakan alat bantu, mulai dari yang paling sederhana seperti tugal sampai alat tanam modern yang menggunakan

Tabel 3. Hasil jagung dari empat varietas dengan empat populasi di Tenilo, Gorontalo, 2004.

Populasi (tan/ha)	Hasil biji kering (t/ha)			
	Bisma	Semar-10	Lamuru	Sukmaraga
66.667	8,0	7,3	6,8	5,5
100	6,1	5,6	4,6	4,6
133.333	4,5	5,9	6,5	4,7
200	4,7	5,4	4,5	5,0



Gambar 3. Alat tanam tugal modifikasi model V.
(Subandi *et al.* 2002)

mesin. Alat tersebut mempunyai prinsip yang sama, yaitu memerlukan mekanisme pembuka lubang/alur, peletak, penjatuh benih, dan penutup lubang tanam atau alur.

Peralatan tanam tradisional dan semi mekanis. Penanaman benih jagung yang umum dilakukan petani adalah dengan tugal. Cara ini memerlukan banyak waktu, tenaga, dan melelahkan. Beberapa modifikasi telah dilakukan terhadap alat tanam tugal, di antaranya menghasilkan alat tanam modifikasi model V (Gambar 3). Bagian utama tugal yang dimodifikasi adalah:

- Tangkai kendali
- Kotak benih
- Pengatur pengeluaran benih
- Saluran benih

Mekanisme kerja alat tugal modifikasi ini adalah pada saat ditugalkan ke tanah dan tangkai kendalinya didorong ke depan maka tangkai penguak akan menguak tanah dan sekaligus memberi tanda pada permukaan tanah dan mendorong tuas yang juga menggerakkan papan benih sehingga benih yang ada dalam lubang papan benih akan jatuh ke lubang tegalan di tanah. Apabila alat tanam diangkat, tanah akan terkuak dan menutup kembali dan papan benih akan kembali ke posisi semula. Cara penggunaan alat tanam ini cukup sederhana, cukup dengan memegang tangkai kendali dan menugalkannya ke dalam tanah, kemudian mendorong tangkai kendali ke



Gambar 4. Alat tanam mekanis model ATB1-2R-Balitsereal.

depan secukupnya, lalu mengangkatnya kembali. Kapasitas penugalannya adalah 60 jam/ha, lebih baik dari cara tradisional yang membutuhkan waktu 85 jam/ha.

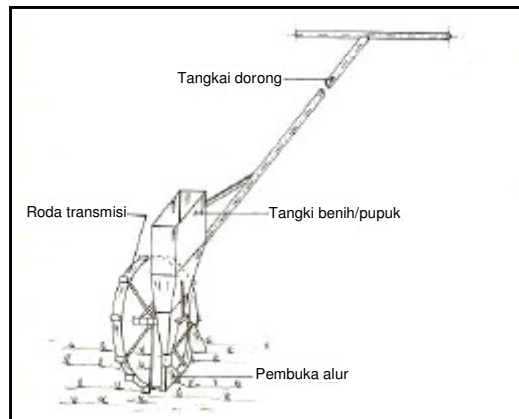
Peralatan tanam mekanis. Seiring dengan meningkatnya penggunaan mesin dalam kegiatan budi daya pertanian secara tidak langsung mendorong peningkatan penggunaan peralatan mekanis. Balai Penelitian Tanaman Sereal (Balitsereal) telah membuat alat tanam mekanis model ATB1-2R-Balitsereal untuk penanaman jagung. Dalam pengoperasiannya, alat ini ditarik traktor tangan 8,5 HP dan dapat dioperasikan pada lahan kering dan lahan sawah tadah hujan. Keunggulan lainnya dari alat ini dapat dioperasikan pada kondisi tanpa olah tanah (TOT) di lahan sawah tadah hujan.

Hasil pengujian pada kondisi TOT di Desa Mandalle, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan, menunjukkan alat dapat beroperasi dengan baik. Pengujian dengan 10 ulangan menunjukkan biji tumbuh rata-rata 78,5% dan sisanya tidak tumbuh karena beberapa sebab, di antaranya benih tertimbun gumpalan tanah (8,5%), berjamur (3,7%), dan kosong (0%) (Firmansyah *et al.* 2007). Introduksi alat tanam dalam budi daya jagung ini mampu menekan penggunaan tenaga, dari 8-10 HOK pada penanaman dengan tugal menjadi 2 HOK dengan alsin ATB-2R-Balitsereal.

Mesin tanam jagung tipe empat alur juga telah dikembangkan oleh Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BB-Mektan). Dalam pengoperasiannya, alat ini digandeng dengan traktor tangan 10,5 HP. Kapasitas kerja alat adalah 3-4 jam/ha dengan jumlah 1-2 operator.



Gambar 5. Alat tanam mekanis dengan tenaga penggerak traktor tangan rekayasa BB Mektan.



Gambar 6. Alat pembenam pupuk tipe dorong.

Pemupukan

Pemupukan diperlukan untuk meningkatkan kandungan hara dalam tanah agar tanaman memberikan hasil optimal. Salah satu faktor penting dalam pemupukan tanaman adalah kedalaman penempatan pupuk. Pemberian pupuk dengan cara membenamkan ke dalam tanah memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding apabila pupuk diletakkan di atas tanah.

Prinsip dan mekanisme kerja alat pemupuk hampir sama dengan alat tanam, yang terdiri atas komponen pembuka alur, penjatuh pupuk, penutup alur, dan kotak pupuk. Balitsereal telah mengembangkan alat pembenam pupuk tipe dorong untuk lahan kering (Gambar 6). Kapasitas kerja alat

pemupuk tipe dorong tersebut adalah 0,123 ha/jam, lebih tinggi dibanding alat tugal tradisional yang hanya 0,030 ha/jam (Abidin dan Prastowo 1990).

BB-Mektan juga telah membuat alat tanam mekanis untuk pemupukan dan penanaman jagung (Gambar 7). Dalam pengoperasiannya, alat ini digandeng dengan traktor roda empat dapat menanam jagung empat baris sekaligus. Kapasitas kerja alat adalah 0,75-1 ha/jam dengan 1-2 operator.

Alat pemupuk dan tanam prototipe 2 (Gambar 8) tanpa penggerak traktor roda empat merupakan penyempurnaan prototipe 1 (Gambar 7) untuk mengatasi permukaan lahan yang tidak rata. Uji lapang menunjukkan



Gambar 7. Alat pemupuk dan tanam mekanis dengan tenaga penggerak traktor roda empat (prototipe 1) rekayasa BB Mektan.



Gambar 8. Alat pemupukan dan tanam dengan tenaga penggerak traktor roda empat (prototipe 2) rekayasa BB Mektan.

kecepatan kerja alat penanam yang ditarik oleh traktor roda empat maupun roda dua bervariasi antara 1,3-2 km/jam. Jarak penanaman yang dihasilkan rata-rata 40-50 cm dengan jumlah benih yang tertanam dua biji/lubang. Namun demikian, alat ini hanya dapat beroperasi dengan baik apabila pengolahan tanah dilakukan sempurna (Pitoyo dan Sulistyosari 2006).

Penyiangan

Penyiangan gulma memerlukan curahan tenaga kerja yang cukup tinggi karena dilakukan dua kali secara manual dengan bantuan sabit atau cangkul. Kegiatan ini sering menghadapi masalah, terutama daerah yang kekurangan tenaga kerja, sehingga pertanaman kurang terawat dan berdampak terhadap penurunan hasil. Untuk lahan seluas 1 ha dibutuhkan 20 hari kerja untuk menyelesaikan penyiangan gulma (Subandi *et al.* 2003). Penggunaan herbisida merupakan salah satu cara pengendalian gulma yang dapat menekan penggunaan tenaga kerja..

Balitsereal telah menghasilkan alsin penyang model IRRI-M7 yang mampu mengefisienkan tenaga dan biaya penyiangan jagung (Gambar 9). Penggunaan alat penyang ini mampu mereduksi kerja penyiangan dari 20 HOK menjadi 1,5 HOK.

BB-Mektan juga telah membuat alat penyang/pendangir tanaman jagung dengan tenaga penggerak motor bensin 6-8 HP (Gambar 10). Hasil



Gambar 9. Alat penyang tanaman jagung Model IRRI M-7.



Gambar 10. Alat penyiang/pendangir tanaman jagung.

pengujian di lapangan menunjukkan bahwa alsin pendangir ini mampu beroperasi dengan baik, dengan kapasitas pendangiran 6-7 jam/ha.

Alsин penyiang mekanis tersebut mampu mencacah lapisan tanah sedalam 7-12 cm, sehingga akan memperbaiki aerasi dan infiltrasi air di sekitar perakaran tanaman. Gulma yang tercabut dan tercacah akan menjadi sumber bahan organik tanah. Alsин ini juga sesuai diterapkan pada usahatani jagung dengan sistem pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*).

Pembumbunan dan Pengairan Tanaman

Jagung termasuk tanaman yang perakarannya dangkal sehingga memungkinkan rebah. Untuk memperkuat perakaran, tanaman jagung perlu dibumbun. Pembumbunan sekaligus berfungsi sebagai media penyalur irigasi dalam bentuk alur-alur, terutama apabila jagung diusahakan pada musim kemarau di mana air tanah sangat terbatas .

Pembumbunan tanaman umumnya dilakukan petani dengan menggunakan cangkul, tanah di sekitar tanaman diambil dengan cangkul dan dipindahkan ke sekitar perakaran tanaman. Cara pembumbunan seperti ini efektif memperkuat perakaran tanaman. Ditinjau dari produktivitas kerja, kegiatan pembumbunan konvensional ini sangat melelahkan dan berbiaya tinggi, untuk membumbun lahan seluas 1 ha diperlukan waktu 176 jam. Kalau diasumsikan kapasitas kerja petani 8 jam/hari, maka diperlukan waktu 21 hari untuk pembumbunan (Aqil *et al.* 2004). Selain itu, kedalaman pembumbunan dengan cangkul hanya 9-10 cm, sehingga pengairan yang

diberikan melimpas di atas alur dan menggenangi seluruh lahan. Cara ini tentu tidak efisien dalam penggunaan air. Hasil penelitian Balitsereal pada tahun 2002 menunjukkan efisiensi irigasi oleh petani hanya 46%.

Dalam upaya perbaikan sistem pembumbunan dan pengairan di tingkat petani telah dilakukan perancangan dan pembuatan alat pembuat alur irigasi/pembumbun model PAI-M1 dan PAI-M2 (Gambar 11). Perbandingan kinerja alat yang dibuat dengan pembumbunan menggunakan cangkul atau bajak singkal yang ditarik ternak disajikan pada Tabel 4. Ditinjau dari kapasitas kerja, lebar dan kedalaman bumbun, maka alat pembuat alur lebih efektif dibandingkan menggunakan cangkul atau bajak singkal ditarik ternak. Kedalaman alur pembumbunan yang mencapai 22 cm memungkinkan tanaman tumbuh lebih cepat dan tahan rebah. Biaya yang harus dikeluarkan petani untuk pembumbunan juga berkurang dari Rp 200.000 menjadi Rp 35.600/ha.



Gambar 11. Alat pembuat alur irigasi/pembumbun jagung model PAI-M1 dan PAI-M2.

Tabel 4. Kapasitas kerja, dimensi alur, dan biaya operasional alsin pembuat alur model PAI-M2, PAI-M1, cangkul, dan bajak singkal/ternak pada tanah bertekstur ringan. Takalar, Sulawesi Selatan, 2002.

Uraian	PAI-M1	PAI-M2	Cangkul	Bajak singkal ditarik ternak
Kapasitas kerja (jam/ha)	6	2.5	176	24
Alur irigasi				
- Lebar alur (cm)	34,9	35	35	27
- Kedalaman (cm)	22,4	22,8	9	16
- Efisiensi irigasi (%)	90,9	90,0	46,2	-
Biaya operasional (Rp/ha)	85.414	35.600	330.000	200.000

Sumber: Aqil *et al.* (2004)

Pompa dan Pemompaan

Pompa air merupakan alat pengangkut air dari suatu tempat ke tempat lain. Tujuan pemompaan adalah untuk menyediakan air bagi tanaman yang karena alasan teknis tidak dapat diairi. Terdapat berbagai jenis pompa di antaranya pompa aksial, pompa sentrifugal, dan pompa piston.

Pompa aksial mempunyai debit pemompaan yang besar namun ketinggian pemompaan terbatas (< 5 m). Pompa sentrifugal, meskipun mempunyai debit yang lebih rendah dibandingkan pompa aksial, namun ketinggian pemompaannya tinggi. Oleh karena itu, faktor kedalaman sumber air, tujuan pemompaan, dan luas areal yang akan diairi perlu dipertimbangkan dalam memilih pompa.

Balitsereal telah menghasilkan jenis pompa aksial tegak model PT-4D-M1 yang lebih hemat (Gambar 12). Spesifikasi, kinerja, dan biaya pemompaan air tanah dangkal dengan prototipe pompa aksial tegak model PT-4D-M1 dan disajikan pada Tabel 5.

Pompa sentrifugal juga telah dirancang dan diuji kinerjanya oleh BB-Mektan. Pompa tersebut diberi nama pompa air model AP-S100 dan digunakan untuk irigasi maupun drainase di lahan pertanian. Pompa ini memiliki *impeller* dan *casing* dengan desain yang berbeda dengan pompa yang ada dipasaran. Bobot pompa sangat ringan dengan efisiensi pemompaan mencapai 72%. Kinerja pompa sentrifugal model AP-S100 disajikan pada Tabel 6.



Gambar 12. Pompa aksial tegak model PT-4D-M1 (Firmansyah *et al.* 2004).

Tabel 5. Spesifikasi, kinerja, dan biaya pemompaan air tanah dangkal dengan prototipe pompa aksial tegak model PT-4D-M1 dan sentrifugal diameter 3 inci.

Uraian	Pompa aksial tegak diameter 4 inci	Pompa sentrifugal diameter 3 inci
Model	PT-4D-M1	-
Daya mesin (HP)	5,50	5,00
- Debit pemompaan maksimum (l/dt)	10,01-3,91	3,67-3,37
- Waktu pemberian air (jam/ha/musim)	91-234	249-272
- Biaya operasional (Rp/ha/musim)	331.000-976.000	766.000-1.167.000

Sumber: Firmansyah *et al.* (2004).

Tabel 6. Spesifikasi dan kinerja prototipe pompa sentrifugal model AP-S100.

Model	Diameter (mm)	Daya (kW)	Put. Pompa (rpm)	Tinggi total (m)	Debit Pompa (m ³ /min)
AP-S100	100 (4 inci)	6,0	2000	16	1,53-1,72
		7,0	2100	18	1,62-1,83
		8,6	2250	20	1,85-1,96
		8,7	2300	23	1,56-1,81

Sumber: Prabowo *et al.* (2004).

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, B. dan B. Prastowo. 1990. Modifikasi dan pengembangan alat pembenam pupuk butir untuk lahan kering. Hasil Penelitian Mekanisasi dan Teknologi 1989/1990. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Maros. p. 24-26.
- Aqil, M., I.U. Firmansyah, dan Suarni. 2007. Inovasi teknologi prapanen menunjang peningkatan produktivitas pada sistem produksi jagung. Prosiding Seminar Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong. p. 100-107.
- Aqil, M., I.U. Firmansyah, Y. Sinuseng., B. Abidin, dan Riyadi. 2004. Peningkatan efisiensi model alur pada pertanaman jagung. Prosiding Seminar Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong. p. 145-151.
- Firmansyah, I. U, M. Aqil, B. Abidin, Y. Sinuseng, Bahtiar, dan Riyadi. 2004. Potensi pompa aksial tegak untuk irigasi tanaman jagung di Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong. p. 98-106.

- Firmansyah, I. U, M. Aqil, Y. Sinuseng, dan Riyadi. 2007. Evaluasi kinerja alat tanam jagung ATB1-2R-Balitsereal pada sistem tanpa olah tanah di lahan sawah tadah hujan. Prosiding Seminar Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong. p. 94-99.
- Hendriadi A. 2005. Atlas arahan untuk seleksi tingkat teknologi mekanisasi pertanian pada lahan sawah dan kering di Indonesia. p. 1-10.
- Oisat. 2001. Soil Tillage (www.oisat.org/control_methods). p. 1-2.
- Pitoyo, J, dan N. Sulistyosari. 2006. Alat penanam jagung dan kedelai (*seeder*) untuk permukaan bergelombang. Prosiding Seminar Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Bogor. p. 75-81.
- Prabowo, A., L. Purwantana., dan A. Hendriadi. 2004. Spesifikasi dan kinerja prototipe pompa sentrifugal model AP-S1005. Prosiding Seminar Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong. p. 62-68.
- Ruttan, V.W. and Hamai Y. 1984. Induce Innovation Model of Agricultural development in agricultural development in the third world. Edited by Calr K. Eicher & John M. Stas. p. 1-11.
- Saragih. 1999. Kumpulan Pemikiran Agribisnis. Paradigma Baru Pembangunan Pertanian. Pustaka Wirausaha. p. 1-5.
- Subandi, Zubachtirodin, S. Saenong, W. Wakman, M. Dahlan, M. Mejaya, I.U. Firmansyah, dan Suryawati. 2002. Highlighth Balai Penelitian Tanaman Serealia 2001. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. p. 8-9.
- Subandi, Zubachtirodin, S. Saenong, W. Wakman, M. Dahlan, M. Mejaya, I.U. Firmansyah, dan Suryawati. 2003. Highlighth Balai Penelitian Tanaman Serealia 2002. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. p. 7-8.
- Subandi, S. Saenong, Bahtiar, I.U. Firmansyah, dan Zubachtirodin. 2004. Peranan penelitian jagung dalam upaya mencapai swasembada jagung nasional. Seminar Nasional Penerapan Agro Inovasi Mendukung Ketahanan Pangan dan Agribisnis. Kerjasama BPTP Sumatera Barat dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. p. 78-86.