

BAB V

PENANAMAN

5.1. SISTEM PENANAMAN

Penanaman padi di lahan rawa pasang surut bisa dilakukan dengan tiga cara, yaitu : (1) penanaman benih langsung kondisi lahan kering, (2) penanaman benih langsung kondisi lahan basah, dan (3) penanaman bibit padi dengan sistem tanam pindah.

Sistem tanam benih langsung kondisi kering adalah penanaman benih yang dilakukan secara tugal di lahan tegalan atau larik tidak melalui proses pembibitan (persemaian). Sistem tanam ini dapat menggunakan tugal ataupun dengan alsin seperti rolling injection planter atau alat tanam benih larik. Penanaman benih langsung kondisi kering adalah sistem penanaman secara sebar (sonor) atau larik yang menggunakan alat seperti atabela. Sedangkan sistem tanam pindah merupakan sistem tanam yang menggunakan bibit padi melalui proses persemaian.

5.1.1. Sistem Tanam Benih Sebar Langsung (Tabela)

Sistem tanam benih langsung (tabela) adalah penanaman benih padi yang disebar tanpa melalui persemaian atau pembibitan. Budidaya tabela dapat dilakukan dengan cara menebar benih di permukaan tanah yang sudah disiapkan agar benih dapat tumbuh dan tidak hanyut jika lahan tergenang. Sistem tabela sebaiknya dilakukan pada lahan yang tanahnya diolah sempurna dan tidak tergenang air, tapi basah. Sistem ini memungkinkan penggunaan tenaga kerja lebih sedikit sehingga dapat mengatasi tenaga kerja yang terbatas dan mahal.

Pengolahan tanah pada sistem tabela mirip dengan sistem tapin, hanya pada sistem tabela menghendaki kondisi permukaan tanah yang rata agar air irigasi mudah di drainase. Persiapan tanah dengan cara mengolah tanah untuk pertanaman sistem tanam pindah dapat dilakukan pada kondisi kering maupun basah/melumpur. Pengolahan tanah yang sempurna akan menciptakan suatu kondisi yang kondusif bagi perkecambahan benih padi sehingga pertumbuhannya lebih seragam. Kualitas pengolahan tanah mempunyai pengaruh besar terhadap pertumbuhan tanaman. Menurut Washio

(1992), untuk mendapatkan perkecambah benih yang rata dan pertumbuhan yang lebih baik, bongkahan tanah setelah diolah yang berdiameter 2 cm tidak melebihi 40%. Pada prinsipnya cara pengolahan tanah dalam budidaya padi sistem tabela dan sistem tapin sama. Untuk mendapatkan hasil yang optimal diperlukan pengolahan tanah yang sempurna. Pengolahan tanah yang dalam akan memperluas daerah perakaran dan mempercepat pertumbuhan tanaman sehingga tanaman tidak mudah rebah pada stadia generatif. Permukaan tanah harus rata agar tinggi muka air dapat dikontrol (Malian dan Supriadi, 1993). Dibandingkan dengan budidaya tanam pindah (tapin) sistem tabela tidak banyak memerlukan waktu karena tanpa persemaian dan pemindahan bibit.

Budidaya tanam benih langsung padi pada dasarnya dapat dibedakan atas dua pilihan teknologi, yaitu tanam benih langsung secara merata (*broad cast*) pada areal pertanaman dan tanam benih langsung dalam larikan (*on rows*) (Malian dan Supriadi, 1993). Tujuan sistem tanam benih langsung adalah untuk meningkatkan produktivitas padi bibit unggul, optimalisasi pemupukan, optimalisasi pengelolaan lahan, dan efektivitas pengendalian hama penyakit. Salah satu dasar dikembangkannya teknologi tabela adalah untuk meningkatkan efisiensi produksi, terutama efisiensi dalam penggunaan tenaga kerja tanam. Selain itu dapat memperpendek umur panen dan meningkatkan hasil panen. Moody (1992) dalam Pane (2003), menyebutkan sistem tabela mampu memberikan hasil panen yang sebanding dengan hasil panen padi tapin, bahkan lebih tinggi bila dengan pengelolaan yang optimum. Menurut Moentono dan Daradjat (2003), cara tanam sangat berpengaruh terhadap daya hasil tanaman. Padi yang ditanam secara tanam pindah lebih tinggi dibanding dengan cara tanam benih langsung, baik ukuran panjang malai, jumlah gabah isi/malai, berat 1000 butir gabah maupun terhadap tinggi tanaman. Meskipun demikian peluang tanam benih langsung cukup besar karena dapat menekan biaya tanam dan penyiangan (Pane, 2003). Sistem tanam padi dengan teknologi tabela umumnya sudah diadopsi petani di lahan rawa pasang surut khususnya di Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan yang merupakan daerah sentra produksi padi dengan tenaga kerja yang sedikit dan mahal.

Jenis tanam sebar langsung di beberapa lahan sawah terutama di lahan pasang surut, khususnya di daerah transmigrasi Sumatera Selatan, dikenal dengan sistem tabur rata (*broadcast seeding*). Dengan sistem ini, curahan tenaga kerja untuk menanam padi hanya 1-2 orang/ha, sedangkan sistem tebar benih dalam larikan dengan tangan yakni diletakkan secara acak tanpa memperhatikan jarak tanam, curahan tenaga kerja lebih tinggi. Selanjutnya Lo dan Cheong (1986) menambahkan bahwa sistem sonor memerlukan waktu tanam 4 jam/ha, tanam dengan mesin 13 jam/ha, dan sistem tapin 134 jam/ha. Informasi ini menunjukkan bahwa sistem tabela mampu menghemat curahan

tenaga kerja dan menekan biaya produksi sehingga memberikan keuntungan bagi petani. Cara tanam sebar langsung di lahan rawa pasang surut bergambut dapat menekan curahan tenaga kerja sebesar 80% dibanding cara tanam pindah dan dapat meningkatkan hasil 6–16% lebih tinggi (Umar dan Ar-Riza, 1993).

Keunggulan sistem tabela adalah hemat kebutuhan air hingga 20% per musimnya, hemat kebutuhan tenaga kerja tanam serta waktu yang digunakan dalam pengoperasiannya, lebih spesifik dibandingkan dengan tanaman bibit yang disemai (Salimin, 2012). Tanam benih sebar langsung telah banyak dilakukan di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan dan hanya sedikit di Kalimantan dan Jambi serta Riau. Produksi yang dihasilkan dengan sistem tabela cukup tinggi. Namun sistem tabela akan mengalami kendala apabila akan dilakukan pemupukan dan penyiangan. Tanaman yang tumbuh dari benih yang disebar langsung ke permukaan lahan menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak teratur sehingga tidak dapat dilewati untuk melakukan penyiangan atau pembersihan rumput baik dengan alat gasrok atau dengan tenaga kerja. Berdasarkan kendala yang dialami dalam mengatasi tanaman pengganggu pada sistem tabela, maka diciptakan dan dikembangkan alat tanam benih langsung tipe drum dan alat ini sesuai untuk lahan rawa pasang surut. Hasil pengujian di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan ternyata kapasitas kerja alat tanam benih langsung tipe drum (*drum seeder*) satu hektar per hari (Ananto, *et al.*, 1997).

5.1.2. Sistem Tanam Pindah

Sistem tanam pindah merupakan sistem tanam yang sudah lama dan turun temurun yang dilakukan petani karena sifat tumbuh tanaman yang relatif lebih kuat dan tegar selama pertumbuhannya. Sistem tanam pindah penanamannya banyak dilakukan di lahan sawah beririgasi, baik semi teknis maupun irigasi teknis juga di lahan rawa pasang surut. Namun demikian sistem tanam pindah yang dilakukan di lahan pasang surut relatif lambat karena menggunakan padi varietas lokal umur dalam sehingga memerlukan waktu yang lama. Penanaman padi sawah di lahan rawa pasang surut pada umumnya menggunakan cara tanam pindah (*tapin*) secara manual. Cara ini membutuhkan tenaga kerja sekitar 25–30 HOK/ha (Alihamsyah *et al.*, 1995) atau 12–15 orang dalam waktu 10 jam/ha. Menurut Umar dan Indrayati (2013), sistem *tapin* di lahan rawa pasang surut memerlukan 29,75 HOK/ha pada olah tanah sempurna dalam kondisi basah. Waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk padi unggul dari penyiapan lahan sampai panen sebanyak 1.166 jam/ha, 19,75% diantaranya untuk kegiatan tanam (Umar dan Noorginayuwati, 2005). Sementara untuk menyelesaikan satu periode pertanaman padi dengan teknologi introduksi (*alsintan*, *biofilter*, *kompos*, dan *irigasi satu arah*) di lahan pasang surut sulfat masam potensial memerlukan waktu kerja 899,0 jam/ha

mencakup penggunaan traktor, dan 235 jam/ha (23,40%) untuk kegiatan tanam. Teknologi penanaman secara tradisional petani memerlukan waktu tanam sebanyak 193,50 jam/ha (Umar dan Indrayati, 2013). Ketersediaan tenaga kerja di lahan pasang surut merupakan salah satu masalah yang cukup besar untuk memperluas areal tanam dan keserempakan waktu tanam. Keterbatasan tenaga kerja mengakibatkan intensitas tanam menjadi rendah sehingga sebagian petani hanya menanam padi lokal setahun sekali. Petani menanam padi tanpa pengolahan tanah sempurna, tetapi hanya dengan menebas gulma yang ada di permukaan tanah. Tanah tersebut diari dan dibiarkan hingga melumpur, kemudian ditanami padi dengan cara tanam pindah karena cara tanam pindah ini memerlukan banyak waktu, biasanya dikerjakan secara gotong royong. Penanaman padi lokal juga merupakan salah satu usaha untuk mengurangi penggunaan tenaga kerja yang banyak. Penyiapan lahan dilaksanakan setelah mulai turun hujan dan kondisi lahan berair sehingga tersedia cukup waktu untuk mengerjakan persiapan lahan dan penanaman. Penyiapan bibit dilakukan dengan menugal benih ditepi sawah yang kondisi tanahnya cukup basah. Setelah berumur 30 hari, bibit dipindahkan ke petak sawah, diampak, dilacak, dan kemudian ditanam.

Budidaya padi varietas lokal ini dilakukan dengan sistem tanam pindah yang bertahap yang disebut *taradak-ampak-lacak*. Persemaian awal disebut *taradak* (semai), dilanjutkan *ampak* (tanam pindah I), kemudian *lacak* (tanam pindah II) dan tanam (kegiatan ke III). Untuk mencapai waktu tanam dibutuhkan waktu selama \pm 3-4 bulan. Menurut Supriyo dan Jumberi (2007) cara budidaya ini menyimpan kearifan lokal agar bibit padi tahan terhadap genangan air pasang surut dan terhindar dari air masam (pH rendah). Penanaman padi dilaksanakan pada bulan Maret-April dan setelah umur tanaman padi 4-5 bulan setelah tanam pindah II.

Sistem budidaya tradisional di atas juga serupa dengan yang dilakukan oleh petani lahan gambut di Tembilahan, Riau karena asal muasal petani Tembilahan berasal dari etnis Banjar (Kalimantan Selatan) yang sudah turun temurun bermukim di Riau. Hanya saja dalam budidaya padi ada penghematan penggunaan tenaga kerja, tahapan pertama adalah merendam benih selama tiga malam, kemudian dilakukan penirisan tiga malam selanjutnya penyemaian selama delapan hari. Setelah benih disemai dilakukan tanam pindah I (dicepek) sekitar satu bulan dan hanya 2 kali tanam pindah, tergantung varietas dan kesiapan lahan. Areal untuk tanam pindah I sekitar 20% dari luas lahan yang akan di tanami dan bila umur bibit telah mencapai 30 hari dilakukan penanaman. Panen dilakukan setelah umur tanaman 100-120 hari setelah tanam.

Tahapan tanam hanya dua kali tanam pindah sedangkan di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah diperlukan tanam pindah sebanyak tiga

kali dan memerlukan waktu tiga bulan (Supriyo dan Jumberi, 2007). Cara petani di Tembilahan Riau ini dapat menghemat curahan tenaga kerja hampir 50% dibandingkan dengan cara petani Banjar di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah.

5.2. ALSIN PENANAM BENIH PADI

Alat penanam (*seeder*) berfungsi untuk meletakkan benih yang akan ditanam pada kedalaman dan jumlah tertentu dengan keseragaman yang relatif tinggi. Sebagian besar alat tanam yang caranya ditarik dilengkapi dengan alat penutup tanah agar benih tidak hanyut bila datang hujan. Bila benih yang ditanam menggunakan alat tanam semi mekanis maka mekanisme kerja alat akan mempengaruhi terhadap penempatan benih yang jatuh ke dalam tanah. Penjatuhan benih berpengaruh pada kedalaman tanam, jumlah benih per lubang, jarak antar lobang dalam baris dan jarak antar baris. Disamping itu dalam proses penjatuhan benih melalui saluran benih dalam alat dapat menyebabkan kerusakan benih. Beberapa sifat fisik benih yang mempengaruhi alat tanam adalah ukuran, bentuk, keseragaman bentuk dan ukuran, density per satuan volume serta tekanan terhadap gesekan.

Tujuan menggunakan alat tanam benih untuk memudahkan peletakan benih di permukaan tanah sehingga jatuh teratur pada kedalaman tertentu, dan dapat mengontrol pemeliharaan tanaman. Alsin penanam benih berfungsi untuk (1) membuka alur benih dengan kedalaman yang tepat, (2) menakar pengeluaran benih, (3) menempatkan benih dalam alur dengan suatu pola yang sesuai, (4) menutupi benih serta memadatkan tanah di sekitar benih dengan tingkat kepadatan tertentu sesuai dengan jenis tanamannya.

5.2.1. Alsin Penanam Benih Padi Kondisi Kering

Penanaman benih padi dengan cara tugal atau menggunakan alat tanam benih langsung tipe larik yang ditarik menggunakan tenaga mesin (traktor). Karena kondisi lahan kering maka alat yang digunakan umumnya berpengerak besar agar pembukaan alur larik dapat dilakukan dengan baik sehingga jatuhnya benih lebih teratur dan berada pada alur yang sudah dibuka.

Sistem atau pola pertanaman dengan alat penanam (*seeder*) dapat digolongkan menjadi 4 macam, sebagai berikut: (1) *Broadcasting* (benih disebar pada permukaan tanah), (2) *Drill seedling* (penjatuhan secara acak dan diletakkan pada alur dengan kedalaman tertentu), (3) *Pesicion drilling* (benih ditanam secara tugal dengan interval yang sama dengan alur), dan (4) *Hill dropping* (penjatuhan kelompok benih secara acak dengan interval hampir sama dengan alur).

5.2.2. Alsin Penanam Benih Padi Kondisi Basah

Cara penanaman benih padi dengan menggunakan alat tanam benih langsung (atabela) merupakan cara untuk memudahkan penanam benih pada luasan areal yang besar. Penggunaan atabela lebih mudah dibandingkan dengan cara tanam padi dalam bentuk bibit. Sistem tanam yang telah dikembangkan adalah atabela tipe drum. Salah satu hal yang sangat penting dalam pengoperasian alat tanam tipe drum ini adalah kemampuan operator untuk berjalan lurus



Gambar 5.1. Atabela tipe drum dengan 8 penjatuhan, kapasitas kerja 8 jam/ha

(Dok. SWAMPS II/Litbangtan)

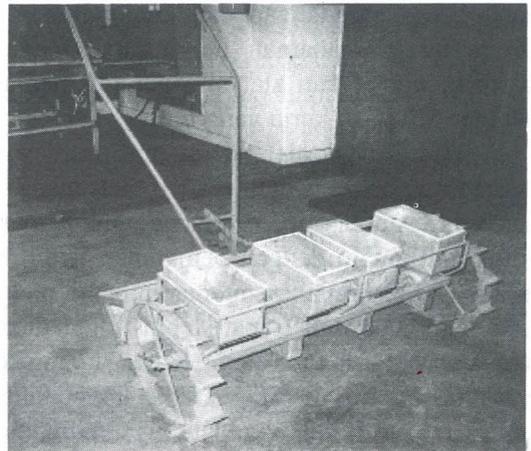
dengan berjalan mundur. Jalan operator yang tidak lurus akan menghasilkan baris tanaman yang tidak lurus pula. Baris tanaman yang tidak lurus akan menyulitkan penyiangan dan kemungkinan juga menurunkan hasil gabah karena jumlah tanaman berkurang. Dengan beberapa kali pengulangan dalam menggunakan alat ini operator menjadi terbiasa dan terampil untuk memperoleh hasil kerja yang lurus.

Cara kerja alat tanam tipe drum yaitu menjatuhkan benih dengan sistem jatuh bebas. Benih jatuh di permukaan tanah dalam larikan yang agak menyebarkan. Atabela tipe drum merupakan alat tanam yang paling sederhana. Untuk alat tanam dengan penjatuhan benih 8 baris, bobotnya relatif ringan sekitar 12 kg. Jumlah pengeluaran benih pada kerapatan (jarak) antar-lubang pengeluaran 12 mm (rapat) lebih tinggi dibanding pengeluaran benih pada kerapatan antar-lubang pengeluaran 17 mm (renggang). Artinya bahwa alat tanam ini kurang memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah benih yang jatuh, sehingga jatuhnya benih kurang merata.

Penggunaan alat tanam benih langsung tipe drum (*on ows*) bertujuan untuk mengatasi keterbatasan tenaga kerja yang semakin sedikit sekaligus mempersingkat waktu kerja tanam. Alat ini awalnya dirancang untuk menempatkan benih padi secara larikan di atas permukaan tanah secara merata dan baik antar baris. Hasil dari beberapa kali pengujian yang dilakukan diperoleh bahwa distribusi benih tidak merata, baik distribusi antar baris maupun dalam baris. Alat tanam benih sebar langsung tipe drum digunakan untuk tanam padi di lahan rawa pasang surut. Prinsip kerjanya sederhana yaitu benih dimasukkan ke drum benih yang berukuran panjang 30 cm dan diameter 20-25 cm dapat memuat 2 kg benih, tetapi sebaiknya diisi tiga perempatnya

saja agar benih mudah keluar dari drum karena adanya udara. Akan lebih baik lagi jika yang digunakan benih yang akan berkecambah. Atabela tipe drum mempunyai gagang penarik, roda alur berdiameter 40 cm dan mempunyai 4 buah drum dan tiap drum mempunyai dua macam ukuran lubang, yaitu rapat dan renggang. Masing-masing drum terdapat dua lubang penjatuhan untuk 2 baris, sehingga jumlah larikan yang dihasilkan seluruhnya 8 baris, kebutuhan benih berkisar 40-60 kg per hektar. Kinerja dari atabela tipe drum yakni diawali dengan membawa alat ke petakan sawah yang sudah siap ditanami, kemudian pengisian benih siap sebar ke dalam drum. Sebelum benih dimasukkan ke drum, lobang pengeluaran benih ditutup karet. Jumlah benih yang diisi sekitar tiga perempat dari isi seluruhnya, agar benih tidak tertahan saat akan keluar. Pada saat alat ditarik (tutup karetnya sudah dibuka), benih akan keluar melalui lubang yang ada di bagian kanan dan kiri drum. Penjatuhan benih berdasarkan putaran roda alur, sehingga alur benih bisa rata dalam dan antar baris. Alat ditarik hingga ke pinggir petakan agar menghasilkan baris tanaman yang lurus. Selama alat ditarik tidak boleh berhenti, karena benih akan jatuh menumpuk. Bila alat yang ditarik sudah sampai ke pinggir petakan, alat tersebut diangkat untuk ditempatkan pada baris disebelahnya dan berlawanan arah.

Alat tanam benih langsung (atabela) tipe drum 8 alur yang ditarik oleh tenaga manusia mempunyai kapasitas kerja rata-rata 7,9 jam/ha, yakni lebih tinggi dibanding sistem tanam pindah (tapin) yang kapasitas kerjanya 30 HOK/ha (Ahmad *et al.*, 2000). Efisiensi kerja alat tanam benih tipe drum sebesar 60% karena ada waktu yang hilang untuk berbelok. Oleh karena itu, alat tanam tipe drum dengan 8 baris ini lebih sesuai untuk lahan yang luas. Prosentase slip di lapang



Gambar 5.2. Atabela tarik dengan 4 penjatuhan.

(Dok. <http://www.google.com>)

sekitar 10%, berarti benih yang keluar juga berkurang 10%. Alat tanam yang mempunyai persentase slip kecil berarti memiliki ketelitian yang baik (Ananto *et al.*, 1997). Umur panen padi dari pertanaman padi yang menggunakan alat tanam benih langsung lebih pendek, sedangkan umur panen varietas padi yang ditanam melalui persemaian (tapin) memerlukan waktu antara 110-115 hari, tetapi dengan sistim tabela, umur 90 hari tanaman sudah bisa dipanen.

5.2.3. Alat Tanam dalam Lajur/Drill Seeder (Atabela Larik)

Sistem atau cara kerja alat tanam dalam lajur berdasarkan pada putaran rol penakar/silinder bercoak yang berputar sejalan dengan putaran roda alur (*ground wheel*). Penjatuhan benih berdasarkan laju putaran rol penakar yang merupakan jarak antar tanaman yang dibuat berdasarkan gravitasi dari hopper ke lobang tanam yang dibuat oleh pembuka alur. Umumnya jarak antar benih berkisar antara 15–40 mm. Metoda penutupan benih berdasarkan pada rantai tarik/lempengan yang ditempatkan di belakang pembuka alur (*furrow opener*). Bagian-bagian yang dapat berfungsi sebagai alat penanam adalah : tangkai penarik dan kerangka, roda alur, kotak benih, rol penakar dan saluran penjatuhan benih, pembuka alur serta pengatur kedalaman, lempeng penutup.



Gambar 5.3. Penampilan tanaman padi yang menggunakan atabela, kegiatan penanaman menggunakan atabela (inset)

(Dok. Umar/Balittra)

Kinerja alat tanam benih dalam lajur, sebelum dijalankan isi kotak benih sesuai jumlah benih yang dijatuh pada setiap hopper untuk setiap alur/baris tanam. Benih yang diisi pada hopper siap diturunkan oleh rol penakar/silinder bercoak sesuai dengan putaran roda tanah/alur (*ground wheel*). Jumlah benih per satuan waktu atau laju jatuh benih dikontrol melalui lebar bukaan yang dapat diatur dengan jarak berdasarkan rol penakar. Benih-benih tersebut turun melewati saluran penjatuhan benih yang jatuh secara gravitasi ke lubang tanam yang dibuat oleh pembuka alur. Metoda penutupan benih dapat dilakukan dengan rantai tarik, yang ditempatkan dibelakang pembuka alur (*furrow opener*). Setelah benih tertutup tanah, maka tanah diatas dan

disamping benih tersebut akan ditekan menggunakan roda tekan. Alat pembuka alur yang ada di bagian depan saluran penjatuhan tidak akan berfungsi baik bila hasil pengolahan tanah masih berbongkah-bongkah dan masih banyak sisa-sisa tanaman dipermukaan tanah. Alat pembuka alur akan sering terbentuk bongkahan tanah dan menyeret sisa-sisa tanaman yang masih ada. Permukaan tanah yang tidak rata akan mengakibatkan kedalaman alur yang tidak sama, yakni ada yang dalam dan ada pula benih yang tidak masuk ke dalam tanah. Pada waktu pembuka alur bekerja lebih dalam, beban tarikan menjadi berat dan operator menjadi cepat lelah. Alat tanam benih langsung tipe tarik dengan pembuka alur dan penutup tanah merupakan perbaikan dari cara tanam benih langsung yang dapat menanam benih padi dalam baris/larikan.

Pengembangan sistem tabela cara larik dalam barisan (dalam lajur) mempunyai prospek yang lebih baik daripada sistem sonor, karena hasil panen lebih tinggi dan pemeliharaan tanaman lebih mudah. Namun dari segi efisiensi tenaga kerja, sistem tabela masih lebih rendah dari sistem sonor tetapi lebih tinggi dari sistem tapin. Alat tanam benih langsung (atabela) tipe tarik dengan penutup tanah memiliki beberapa keunggulan yang membuat cara tanam ini dengan cepat diadopsi petani. Bila dibandingkan dengan budidaya tanam pindah : a) biaya jauh lebih murah, b) hemat waktu karena tanpa persemaian, c) tanaman tumbuh lebih cepat karena tidak memerlukan waktu untuk penyesuaian lahan dan d) menghasilkan anakan yang dapat berproduksi secara maksimal. Hasil produksi lebih tinggi dibandingkan dengan sistem tanam pindah dan tanaman lebih tahan terhadap serangan hama penggerek batang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengolahan tanah tidak mempunyai interaksi dengan cara tanam padi tabela sistem sonor atau sistem larikan dengan atabela. Namun, hasil padi cenderung lebih tinggi apabila tanah untuk penanaman diolah melumpur. Hasil tertinggi (5,78 t/ha) diperoleh pada padi yang ditanam dengan sistem tabela ditarik dari tanah melumpur (Pane, 2003). Penggunaan atabela di tanah basah (sawah) juga lebih efisien dibanding dengan tanam pindah dan bahkan lebih efisien dibanding disebar dalam larikan dengan tangan sonor larik (Tabel 5.1).

Kelemahan atabela untuk penanaman pada kondisi basah karena tidak sempurnanya pengolahan tanah serta pelumpuran yang tidak rata. Distribusi benih tidak merata karena benih yang jatuh tidak dapat memasuki permukaan tanah dengan baik. Kurang rapinya penjatuhan benih menyebabkan pertumbuhan tanaman kurang baik, sehingga hasil padi rendah. Morooka (1992), melaporkan bahwa pengolahan tanah yang tidak sempurna mengakibatkan kedalaman olah maupun pelumpuran tidak rata. Selanjutnya Itoh, (1991) menambahkan bahwa pelumpuran tanah yang baik akan menghasilkan perkecambahan benih yang seragam. Benih dapat ditanam sampai kedalaman 2-3 cm kedalam tanah. Kondisi tanah perlu dijaga agar tetap lembab dan setelah benih berkecambah baru petakan digenangi air.

Keunggulan atabela terletak pada kapasitas kerjanya yang tinggi sehingga mampu meningkatkan efisiensi kerja tanam. Keragaman distribusi benih saat pertumbuhan, akan memerlukan penyulaman, namun bila penyulaman dilakukan terlambat beberapa hari mengakibatkan kematangan padi tidak serempak sehingga menurunkan rendemen dan mutu beras. Oleh karena itu pemilihan atabela mencakup tiga kriteria agar tidak ada pengulangan tanam karena penjatuhan benih yaitu : (1) distribusi benih seragam, (2) kapasitas kerja tinggi dan (3) kesederhanaan.

Berdasarkan jenis atabela yang digunakan dan juga adanya perbedaan dalam pengaturan jatuhnya benih, maka menggunakan atabela tipe gelinding atau tipe tarik terdapat perbedaan dalam menggunakan benih per hektar. Untuk menghitung kebutuhan benih per hektar dapat dihitung dengan mempertimbangkan jumlah populasi tanaman per hektar dan faktor kualitas benih.

$$N = \frac{(100 \times AQ)}{X} \text{ dimana,}$$

N = jumlah benih/ha (kg)

AQ = jumlah populasi tanaman/ha (jutaan)

X = faktor kualitas benih (%)

Tabel 5.1. Keragaan tabela di lahan sawah pasang surut Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan 2000

Perlakuan tanam	Waktu kerja (jam/ha)	Kebutuhan benih (kg/ha)	Hasil gabah GKP (t/ha)
Drum seeder 8 baris	5,23	45,19	5,0
Drum seeder 4 baris	10,45	69,20	5,3
Sonor	10,81	64,29	4,8
Tanam pindah (tapin)	429,02	40,00	5,5

Sumber : Komarudin *et al.*, (2000).

Penjatuhan benih yang kurang seragam menyebabkan keragaman distribusi benih rendah, untuk itu diperlukan penyulaman. Namun penyulaman bukan faktor penentu untuk mengatasi keseragaman tumbuh. Penggunaan alat untuk baris tanaman cara tabela sudah tidak murni tapi bila dilakukan penyulaman sudah menjadi sistim tanam pindah walaupun tidak 100%. Bila penyulaman dengan waktu yang berjauhan menyebabkan kematangan padi tidak serempak sehingga waktu dilakukan pemanenan menghasilkan butir hijau yang tinggi. Akibatnya rendemen beras menjadi rendah dan mutu beras banyak mengandung butir mengapur. Dilihat dari hasil penjatuhan benih yang lebih terkontrol maka kedudukan tanaman makin teratur, sehingga pemeliharaan

atau pemupukan serta pemanenan menjadi lebih mudah dibanding tanaman yang disebar dengan tangan.

Dari beberapa hasil pengujian penggunaan atabela di lahan rawa pasang surut mulai dari tipe drum, kemudian tipe gelinding dengan 4-8 penjatuhan benih, juga atabela tipe tarik 6-8 penjatuhan benih, maka untuk lebih memantapkan keunggulan serta keberadaan atabela dilakukan modifikasi disertai dengan penambahan tenaga penggerak mesin agar tenaga kerja untuk menarik dihilangkan. Hasil kerja alat tanam benih langsung (atabela 6 alur) di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan, dengan kapasitas kerja yang dihasilkan 12,02 jam/ha dengan 2 orang operator (Umar dan Harjono, 2000).

Adapun keuntungan dari alat tanam benih langsung antara lain yaitu: (1) mudah digunakan dan tidak diperlukan keterampilan tinggi, (2) meningkatkan kecepatan tanam langsung, (3) mengoptimalkan penggunaan benih dalam proses penanaman langsung, (4) alat tanam benih hanya membutuhkan perawatan sederhana, dan (5) aman bagi lingkungan dan tidak ada biaya tambahan untuk bahan bakar. Alat tanam benih langsung lebih efektif digunakan pada lahan yang relatif rata dengan struktur halus agar benih yang keluar dari alat tersebut dapat diletakkan seragam di permukaan tanah.

Untuk menghitung kapasitas kerja lapang efektif (KLE) berdasarkan waktu kerja total untuk operasional dari mulai bekerja hingga selesai (T_p) dan luas tanah yang ditanami (A). Persamaan yang digunakan untuk menghitung kapasitas kerja lapang teoritis (KLT) dengan rumus sebagai berikut :

$$KLT = \frac{W_t - V_t}{10}$$

KLT = kapasitas lapang teoritis (ha/jam)

W_t = lebar kerja alat (m)

V_t = kecepatan maju teoritis (km/jam)

Sedangkan untuk menghitung KLE digunakan rumus sebagai berikut :

$$KLE = A/T_p ;$$

KLE = kapasitas lapang efektif (ha/jam)

A = Luas tanah yang ditanami (ha)

T_p = Waktu total untuk operasi (jam)

5.3. ALAT PENANAM BENIH PADI BERMESIN

Peningkatan kapasitas kerja atabela yang telah dikembangkan menjadi 10–11 jam/ha (BBP Alsintan, 1996) dibanding cara tradisional, namun kejerihan kerja masih tinggi. Dengan memperhatikan adanya masalah dan

kendala di lapang dan juga kapasitas yang dihasilkan atabela dalam lajur (*drill seeder*) masih relatif rendah sehingga perlu dilakukan modifikasi. Penggunaan penggerak enjin merupakan tujuan awal agar lebih efisien, sehingga atabela tipe tarik perlu direkayasa untuk dapat meningkatkan kapasitas kerja penanaman benih dan mengurangi kejerihan kerja. Mesin penanam benih padi sawah dengan penggerak mekanis dimodifikasi dan direkayasa dengan 5 alur tanam. Hasil modifikasi alat tanam benih berpengerak enjin yakni power seeder (PS) dan dilakukan pengujian telah berhasil dan berfungsi baik, dengan kapasitas kerja 3,73 jam/ha pada slip roda traktor <14% dan slip roda penanam <1% serta efektivitas kerja lapang penanam 86% (Harjono dan Purwanta, 1998).

Selanjutnya pada penggunaan alat tanam benih bermesin PS (Power Seeder) yang dilakukan pengujian di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan menghasilkan kapasitas kerja 3,51 jam/ha (Umar dan Harjono, 2000). Mesin penanam benih padi berpengerak mesin mekanis dijalankan dengan menggunakan traktor roda-2 yang digerakkan dengan motor bakar 7,2 hp/1800 rpm dan dioperasikan oleh satu orang operator. Untuk memudahkan saat belok, mesin dibantu dengan menggunakan kopling kemudi yang tersedia pada bagian traktor dan alat tanam. Traktor roda 2 menarik alat tanam yang digandeng pada titik penggandeng traktor, dikendalikan oleh operator yang berjalan di belakangnya dengan tangkai kemudi. Putaran roda penggerak alat tanam disalurkan melalui poros ke rol penakar benih. Saat rol penakar benih berputar benih akan dikeluarkan namun jumlah keluaran benih diatur oleh kuas dan jatuh secara gravitasi melalui lobang penyalur ke alur tanaman yang telah dibuat oleh pembuka alur. Saat belok kopling kemudi alat tanam dilepas supaya rol penakar benih tidak ikut berputar atau berfungsi (Harjono dan Purwanta, 1998).

Penggunaan alat tanam suntik berputar (*rolling injection planter/RIP*), dengan tenaga traktor sebagai pendorong menghasilkan kapasitas kerja 0,024 ha/jam sedangkan dengan ATL-4r (Alat Tanam Benih Langsung 4 baris) menggunakan penggandeng traktor tangan menghasilkan kapasitas kerja efektif 0,10 ha/jam (Umar *et al.*, 2005). Rendahnya kapasitas kerja pada ATL-4r karena kecepatan jalan traktor penggandeng relatif lambat, selain itu saat operasional ATL kondisi lahan kering. Berdasarkan lamanya waktu tanam, ternyata cara tanam pindah paling lama sekitar 192 jam/ha dibanding dengan RIP hanya 41,5 jam/ha. Namun demikian waktu terendah yang digunakan untuk kegiatan tanam adalah dengan power seeder yakni 3,51 jam/ha. Hasil pengujian di lahan rawa pasang surut Sumatera Selatan menunjukkan bahwa kapasitas kerja aktual dari alat tanam bertenaga mesin (*power seeder*) 3,51 jam/ha dan atabela 12,02 jam/ha dengan efisiensi masing-masing 87,23% dan 50,82%. Dengan waktu kerja efektif, perbandingan untuk menanam satu hektar yang menggunakan tenaga kerja manusia sebanyak 192 jam/ha dan luasan tanam yang diperoleh dengan alat mesin tanam power seeder seluas

13,39 ha. Penurunan jam kerja dari tenaga kerja manusia ke tenaga mesin power seeder menyebabkan terjadi peningkatan efisiensi sebesar 92,68%.

Penggunaan alat tanam benih langsung bermesin merupakan modifikasi dari atabela tipe tarik yang dilaksanakan oleh BBP Mekanisasi Pertanian. Atabela bermesin diperuntukkan pada tanaman padi khususnya untuk daerah pasang surut yang keberadaan tenaga kerja relatif sedikit dibanding dengan luas areal yang ada. Sistem transmisi daya dari sumber daya ke roda gerak menggunakan roda gigi reduksi tipe lurus dan tipe tegak lurus guna mereduksi putaran motor penggerak (4.000 rpm) (Marsudi, *et al.*, 2008). Sistem transmisi daya dari roda ke penakar benih menggunakan rantai *sprocket*. Sistem penakar benih menggunakan rol vertikal dengan dua penakar berada dalam setiap hopper. Setiap hopper (kotak penampung) ditempatkan dua buah penakar benih padi dengan 6 buah lobang penakar ukuran tertentu, sehingga menghasilkan keluaran ± 25 kg/ha. Benih disalurkan melalui dua pipa ke permukaan tanah. Roda penggerak berdiameter 600 mm dengan 10 buah sirip dari plat besi 2 mm. Skid berfungsi untuk membantu menopang bagian mesin agar tidak terbenam dan luas penampang skid 400x80 mm

Penggunaan alat tanam benih modifikasi dapat dilaksanakan pada lahan dengan kondisi yang disyaratkan. Kondisi tanah dengan cara mengolah tanah sempurna, yakni permukaan tanah yang rata dan pelumpurannya baik. Bila permukaan tanah rata, penjatuhan benih dari mesin tanam akan rata dan perkecambahan benih seragam serta sesuai dengan jarak yang diatur. Bila kondisi tanah sesuai dengan yang diinginkan untuk perkecambahan benih, maka kapasitas kerja akan meningkat. Hasil uji lapang alsin tabela menunjukkan bahwa alat/mesin tanam benih langsung benih padi dapat beroperasi dengan baik. Pengujian alat tanam benih langsung bermesin, jarak yang ditempuh dari rata-rata 10 putaran roda 16,53 m dengan slip roda sebesar 12,29%. Dengan kecepatan maju alat 0,68 m/dt atau 2,45 km/jam, waktu rata-rata pada jarak tempuh 10 m adalah 14,74 detik, distribusi benih saat operasional berkisar antara 20-30 kg benih/ha (Marsudi *et al.*, 2008).

5.4. ALSIN TANAM BIBIT PADI (*PADDY TRANSPLANTER*)

Penanaman padi sawah dengan cara tanam pindah (tapin) di lahan rawa pasang surut, persentasenya masih tinggi dibanding dengan cara tanam lainnya. Cara tapin umumnya masih dilakukan secara manual menggunakan tangan walau sudah dikembangkannya atabela. Penanaman sistem sawah melalui pembibitan padi masih sangat diminati, karena penampilan tanaman relatif kuat dan segar, sehingga tidak terpikirkan masalah kejerihan kerja. Secara umum ada dua jenis mesin tanam bibit padi, dibedakan berdasarkan cara penyemaian dan persiapan bibit padinya. Pertama, menggunakan mesin tanam dengan bibit yang disemai di lahan (*washed root seedling*). Kelebihan

dari mesin tersebut dapat digunakan tanpa harus mengubah cara persemaian bibit yang dilakukan secara tradisional. Namun waktu untuk mengambil bibit cukup lama, sehingga kapasitas kerja total mesin menjadi kecil. Kedua adalah mesin tanam yang memakai bibit dari persemaian khusus. Mesin jenis ini mensyaratkan perubahan total dalam pembuatan bibit. Persemaian harus dilakukan pada kotak persemaian bermedia tanah, dan bibit dipelihara dengan penyiraman, pemupukan hingga pengaturan suhu. Penyemaian bibit dengan cara ini dapat memberikan keseragaman pada bibit dan dapat diproduksi dalam jumlah besar. Mesin ini dapat bekerja lebih cepat, akurat dan stabil.

Ada tiga jenis mesin tanam bibit yaitu alat tanam yang dioperasikan secara manual, mesin tanam yang digerakkan oleh traktor dan mesin tanam yang memiliki sumber tenaga atau enjin sendiri. Beberapa alat tanam bibit yang telah dikembangkan baik semi mekanis maupun mekanis, antara lain mesin tanam bibit padi manual dan *paddy tranplanter machine (walking type dan riding type)* juga pengembangan dari sistem tanam legowo.

Jenis mesin tanam bibit padi (1) alat tanam bibit padi manual, (2) mesin tanam bibit padi tipe “*walking type*”, (3) mesin tanam bibit padi tipe “*riding type*” (4) mesin tanam bibit padi tipe jajar legowo.

5.4.1. Alat Tanam Bibit Padi Manual

Alat tanam bibit padi manual difungsikan untuk mengatasi keterlambatan tanam bibit padi apabila umur semaian telah siap ditanami tetapi tenaga kerja tanam masih belum terpenuhi. Penanaman padi dengan alat tanam bibit padi merupakan cara tanam pindah yang menggunakan alat tanam dengan maksud untuk mempercepat waktu tanam. Bibit sudah siap ditanam tapi masih kekurangan tenaga dan sekaligus untuk meningkatkan efisiensi. Alat/mesin ini dioperasikan secara manual, ditarik diatas papan luncur, dengan 5 alur tanam. Mekanisme pengumpanan bibit dan penanaman juga sekaligus dioperasikan dengan cara menarik stang kendali. Operator bergerak mundur sambil menggerak-gerakkan stang kendali. Bila terjadi kegagalan penancapan bibit, mekanisme penanaman dapat dioperasikan ulang pada lokasi yang sama. Penanaman dilakukan oleh operator dengan cara berjalan mundur. Stang besi yang dipegang operator berfungsi untuk 1) mengambil bibit, 2) menanam bibit dan 3) menarik mundur alat tanam. Untuk menanam bibit padi dengan alat tanam bibit padi manual ini membutuhkan waktu sekitar 2-3 HOK/ha. Prototipe alat mesin tanam ini dapat menanam 4 baris tanam sekaligus dengan jarak antar baris 25 cm. Bobot alsin ringan 21,8 kg berbahan tahan korosi, mudah dioperasikan. Keunggulannya meningkatkan kapasitas kerja penanaman enam kali lebih besar dibanding secara manual, menekan ongkos tanam 50%, mempersingkat waktu penyiapan tanam padi (BBP Mektan, 2013).



Gambar 5.4. (a) Alat tanam bibit manual, dan (b) operator yang menggunakan alat tanam bibit manual

(Dok. BBP Mektan)

Hasil pengkajian menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan kerja penanaman adalah 0,1164 m/detik, kapasitas kerja teoritis 0,0419 ha/jam, kapasitas kerja efektif 0,0364 ha/jam, efisiensi 86,79%, waktu hilang 4,2%, persentase tanaman rebah 4,04%. (Harnel, 2012). Biaya pokok *transplanter* Rp325.057/ha, sedangkan biaya pokok penanaman dengan cara manual adalah Rp653.343/ha dan titik impas alat tanam bibit padi adalah 13,46 ha/tahun.

5.4.2. Mesin Tanam Bibit Padi Tipe Biasa

Penggunaan alat tanam bibit padi walking type untuk meningkatkan produktivitas lahan dan tenaga kerja, mempercepat dan mengefisienkan proses penanaman serta menekan biaya produksi. Di beberapa wilayah sentra produksi padi khususnya pada lahan rawa pasang surut yang relatif luas telah terjadi kekurangan tenaga kerja tanam, sehingga waktu tanam serempak tertunda. Akibatnya luas garapan dan indeks pertanaman padi menjadi rendah. Di samping itu, apabila terjadi keterlambatan tanam dapat beresiko gagal panen akibat kekurangan air atau serangan hama dan penyakit. Oleh karena itu, diperlukan dukungan mesin tanam padi. Jarak antar alur tanam dibuat tetap yaitu 30 cm, dan jarak antar bibit dalam alur dapat disesuaikan antara 11 hingga 18 cm. Bibit yang umum dipergunakan memiliki tinggi/panjang 10 hingga 30 cm, memiliki 2 hingga 5 daun. Jumlah bibit yang ditancapkan pada setiap titik adalah 3 hingga 5 bibit.



Gambar 5.5. Mesin tanam bibit padi sistem tegel di lahan pasang surut

(Dok. Umar/Balittra)

Kecepatan penanaman adalah sekitar 200 titik (*hill*) per menit per alur. Bila sebuah mesin dapat menanam dalam empat alur, dengan jarak antar alur 40 cm dan jarak antar titik tanam 16 cm, dibutuhkan waktu tanam selama 4 jam/ha. Kapasitas tanam menjadi 5 hingga 7 jam/ha, karena dibutuhkan untuk berbelok, menambah bibit, dll., sedangkan untuk menanam adalah hanya sekitar 60 hingga 80%. Kegagalan penancapan bibit (*missing hill*) sekitar 1%, dalam bentuk rusak tercabik, terbenam atau mengapung.

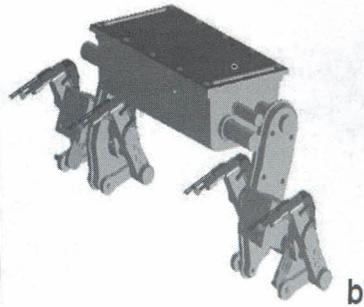
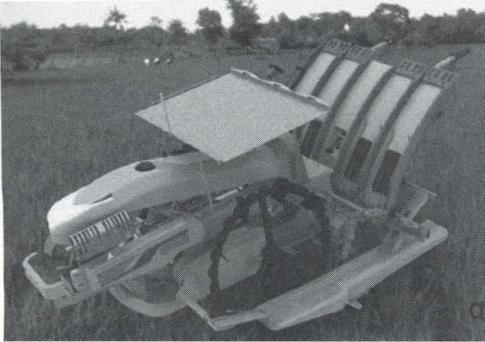
5.4.3. Mesin Tanam Bibit Padi Tipe “Jajar Legowo”

Salah satu metode untuk meningkatkan produktivitas padi yang telah direkomendasikan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian adalah jajar legowo 2:1. Metode tersebut mampu menghasilkan jumlah populasi tanaman 213.300 tanaman/hektar atau 33,31% lebih banyak dibanding metode tanam tegel 25 cm x 25 cm, dengan populasi tanaman hanya 160.000/ha. Peningkatan produktivitas rata-rata yang dicapai dengan penerapan jajar legowo adalah 20,57% dibanding dengan metode tanam tegel. Untuk menanam 1 hektar bibit padi, satu unit mesin tanam Indo Jarwo Transplanter mempunyai kemampuan setara dengan 20 tenaga kerja tanam (Anonim, 2013b). Selain itu mesin tanam Indo Jarwo Transplanter (IJT) mampu menurunkan biaya tanam dan sekaligus mempercepat waktu tanam.

Dengan penanaman sistem jajar legowo, akan memungkinkan pertanaman padi lebih banyak. Selain itu penyinaran cahaya matahari lebih baik sehingga gabah lebih berkualitas. Pemupukan dan penyemprotan lebih mudah karena keadaan tanaman lebih longgar. Dengan jajar legowo padi rata-rata mengalami peningkatan nyata dari sistem tanam sebelumnya yang dilakukan secara konvensional. Peningkatan produksi dapat mencapai 10-15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam budidaya padi dengan sistem tanam jajar legowo 2:1 atau 4:1 dapat meningkatkan populasi tanaman sebesar 30% dibandingkan sistem tanam tegel, sehingga produktivitas hasil juga lebih tinggi (Anonim, 2013a). Untuk itu sangat diperlukan mesin penanam padi yang dapat mendukung sistem budidaya padi sesuai dengan kondisi spesifik lahan sawah di Indonesia. Penggunaan mesin tanam padi diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja.

Hasil modifikasi menunjukkan bahwa IJT prototype II mampu beroperasi dengan mudah pada lumpur sawah yang berat dengan kedalaman sampai 60 cm. Kapasitas kerja mesin IJT 5 jam/ha atau mampu menggantikan tenaga kerja tanam sebanyak ± 25 orang/hektar, kecepatan maju 3 km/jam. Prototipe I mampu melakukan tanam bibit padi seluas 1 hektar dalam waktu sekitar 5-6 jam. Selain itu mesin tanam "Indo Jarwo Transplanter"/(IJT) mampu menurunkan biaya tanam dan sekaligus mempercepat waktu tanam. Namun demikian dari berbagai hasil operasional di lapangan terlihat bahwa Indo Jarwo Transplanter 2:1 prototipe I sulit beroperasi pada lahan sawah dengan kondisi tanah berlumpur dalam (lebih dari 30 cm) serta yang lebih berat. Pada kondisi tersebut mesin transplanter tidak dapat berjalan dan terperosok hingga tenggelam. Berdasarkan masalah yang dihadapi tersebut dengan mempertimbangkan bahwa lahan sawah petani di Indonesia tidak selalu tanah ringan dan lumpur dangkal, maka BBP Mektan berusaha memperbaiki kinerja Indo Jarwo Transplanter 2:1 prototipe I. Dengan mengubah beberapa komponen penting pada sistem penggerak daya, transportasi dan pelampung, ada tiga bagian perubahan utama menjadikan mesin Indo Jarwo Transplanter 2:1 prototipe II dibuat pada tahun 2014.

Keunggulan dalam desain mesin penanam padi yang akan dikembangkan adalah mesin penanam tersebut dapat digunakan untuk mendukung sistem tanam jajar legowo 2:1, dengan jumlah baris tanam adalah 4 baris. Jarak antar baris tanam adalah 20 dan 40 cm, dimana jarak antara baris satu dan dua adalah 20 cm, jarak antara baris dua dan tiga adalah 40 cm (jarak legowo), dan jarak antara baris tiga dan empat adalah 20 cm.

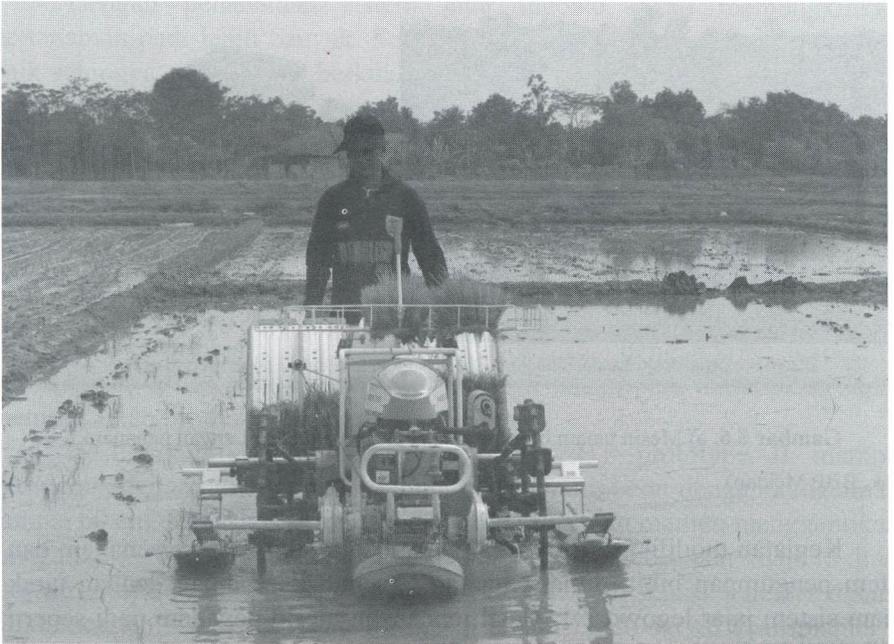


Disain Prototipe Mesin Tanam Bibit Padi Tipe Jajar Legowo dan (b) Lengan Penanamnya

Gambar 5.6. a) Mesin tanam bibit padi Jajar Legowo dan b) Lengan penanam (Dok. BBP Mektan)

Kegiatan modifikasi difokuskan pada bagian unit sistem penanam dan sistem pengumpan bibit, dimana bagian tersebut disesuaikan dengan jarak tanam sistem jajar legowo 2:1. Hasil rancangan mesin penanam padi seperti terlihat pada Gambar 5.7.(a), dengan bentuk lengan penanam seperti pada Gambar 5.7.(b). Jarak antar lengan penanam bagian kanan dan kiri masing-masing 20 cm, sedangkan jarak lengan penanam bagian tengah adalah 40 cm (jarak legowo) (BBP Mektan, 2014).

Alat atau mesin tanam yang berkembang di lahan rawa pasang surut adalah alat tanam benih langsung (atabela) dan alat tanam bibit padi (*transplanter*). Perkembangan alat tanam padi di lahan rawa pasang surut baik yang semi mekanis maupun mekanis sejak tahun 1997 sangat pesat dan telah diadopsi petani, seperti atabela tipe *drum*, tipe *tarik*, dan *bermesin*.



Gambar 5.7. Penanaman bibit padi menggunakan mesin tanam bibit padi Indo Jarwo Transplanter (Dok. BBP Mektan)

Untuk menghitung kapasitas kerja lapang efektif (KLE) berdasarkan waktu kerja total untuk operasional dari mulai bekerja hingga selesai (T_p) dan luas tanah yang ditanami (A). Persamaan yang digunakan untuk menghitung kapasitas kerja lapang teoritis (KLT) dengan rumus sebagai berikut :

$$KLT = \frac{Wt - Vt}{10}$$

KLT = kapasitas lapang teoritis (ha/jam)

Wt = lebar kerja mesin tanam (m)

Vt = kecepatan maju teoritis (km/jam)

Sedangkan untuk menghitung KLE digunakan rumus sebagai berikut

$$KLE = A/T_p ;$$

KLE = kapasitas lapang efektif (ha/jam)

A = Luas tanah yang ditanami (ha)

T_p = Waktu total untuk operasi (jam)

Slip roda

$$Sr = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100 \%$$

Sr = slip roda (%)

L₁ = jarak tempuh n kali putaran roda pada saat mesin jalan tanpa slip

L₂ = jarak tempuh n kali x putaran pada saat operasional (m)

D = diameter roda (cm)

n = jumlah putaran roda

Efisiensi merupakan perbandingan antara kapasitas kerja lapang efektif dengan kapasitas kerja lapang teoritis yang dinyatakan dalam bentuk (%). Rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi pengolahan tanah berdasarkan persamaan berikut (Yuswar, 2004).

$$Efisiensi = \frac{KLE}{KLT} \times 100\%$$

KLE = Kapasitas kerja lapang aktual (ha/jam)

KLT = Kapasitas kerja lapang teoritis

Tabel 5.2. Keragaan cara dan alat tanam pada beberapa kondisi persawahan

Cara dan alat tanam	Kapasitas kerja (jam/ha)	Jumlah populasi (tanaman)	Kebutuhan benih (kg)	Efisiensi (%)
Tanam pindah	160	160.000	35	--
Atabela	8-12	*)	45-60	50,82
Power seeder	12,02	*)	25-30	87,23
<i>Transplanter :</i>				
Indo Jarwo	5-6	213.300	40	94,75
Tegel	6-8	200.000	35-40	89,60
Manual	27	160.000	35-40	86,79

Keterangan : *) tidak terhitung

Sumber : Dari beberapa hasil penelitian