

# Mekanisasi Pertanian dalam Usahatani Padi

E. Eko Ananto

*Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam sepuluh tahun terakhir telah terjadi penurunan jumlah relatif tenaga kerja di sektor pertanian dari 66,4 persen di tahun 1971 menjadi 54,8 persen di tahun 1980. Sementara itu sumbangan relatif sektor pertanian pada PDB menurun dari 47 persen di tahun 1970 menjadi 23,5 persen di tahun 1985. Hal ini memberikan petunjuk terjadinya pergeseran struktur ekonomi atau paling tidak sebagai tahap awal perubahan ekonomi dari agraris ke non-agraris.

Dalam REPELITA V, sektor industri akan lebih dipacu dengan dukungan sektor pertanian yang tangguh untuk mencapai ke arah ekonomi yang berimbang. Hal ini berarti akan lebih mendorong terjadinya pergeseran tenaga kerja dari sektor pertanian ke sektor industri dan jasa.

Selanjutnya tekanan akan perlunya produksi pangan yang terus meningkat dalam usaha pelestarian swasembada pangan, membawa pemikiran ke arah pengelolaan sumberdaya pertanian secara optimal. Dengan adanya pergeseran tenaga kerja tersebut akan memberikan konsekuensi bahwa kebutuhan efisiensi dalam sistem usahatani semakin merupakan keharusan.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka peranan mekanisasi pertanian sangat diperlukan, baik sebagai unsur komplemen maupun substitusi dan penerapannya harus dilakukan secara selektif sehingga secara teknis, ekonomis dan sosial dapat dipertanggungjawabkan.

### Arti Mekanisasi Pertanian

Mekanisasi pertanian dapat didefinisikan dalam arti luas dan sempit. Menurut Simposium Mekanisasi Pertanian 1967 di Ciawi (1), dalam arti luas Mekanisasi Pertanian adalah ilmu yang mempelajari penggunaan dan pemanfaatan bahan dan tenaga alam untuk mengembangkan daya karya manusia dalam bidang pertanian. Dalam arti sempit, mekanisasi pertanian adalah penggunaan alat dan mesin yang digerakkan oleh tenaga manusia, ternak dan mekanis, untuk melaksanakan semua kegiatan yang berhubungan dengan budidaya tanaman, panen, penanganan dan pengolahan hasil pertanian.

Dengan demikian jelas bahwa mekanisasi pertanian mempunyai pengertian yang luas dan tidak hanya sekedar penggunaan traktor saja, tetapi mencakup aspek pengkajian, penciptaan dan penggunaan semua peralatan dan mesin pertanian mulai dari pra-panen sampai dengan lepas panen.

### **Fungsi dan Tujuan Mekanisasi Pertanian**

Simposium Mekanisasi Pertanian di Ciawi (1), menyatakan bahwa fungsi mekanisasi pertanian adalah:

- a. Meningkatkan efisiensi tenaga manusia.
- b. Meningkatkan derajat dan taraf hidup petani.
- c. Menjamin kenaikan kualitas dan kuantitas serta kepastian produksi pertanian.
- d. Memungkinkan pertumbuhan tipe usahatani dari pertanian untuk keluarga (subsisten) menjadi pertanian perusahaan (komersial).
- e. Mempercepat transisi bentuk ekonomi Indonesia dari sifat agraris ke sifat industri.

Selanjutnya dalam Seminar Mekanisasi Pertanian tahun 1977, ada empat tujuan yang hendak dicapai dalam pengembangan mekanisasi pertanian, yaitu:

- a. Meningkatkan produktivitas tenaga kerja sektor pertanian.
- b. Meningkatkan pemanfaatan sumberdaya alam dalam proses pembangunan pertanian.
- c. Meningkatkan pembinaan institusi usahatani sektor pertanian.
- d. Menciptakan iklim yang mempercepat proses industrialisasi pedesaan dalam rangka modernisasi ekonomi Indonesia.

Di samping itu mekanisasi pertanian juga bertujuan untuk menekan kehilangan hasil baik secara kuantitas maupun kualitas.

Jadi pada prinsipnya tujuan mekanisasi pertanian adalah untuk mengubah pola pertanian tradisional yang produktivitasnya rendah, statis, subsisten dan struktur pincang, menjadi pola pertanian modern dengan produktivitas yang terus meningkat, dinamis, komersil dan struktur yang seimbang.

### **SEJARAH PERKEMBANGAN MEKANISASI PERTANIAN DI INDONESIA**

Dalam empat dekade sejarah perkembangan mekanisasi pertanian di Indonesia, ditandai dengan kegagalan dan keberhasilan. Pada dekade pertama (1950-1960), mekanisasi pertanian di Indonesia ditandai dengan penggunaan alat dan mesin

pertanian skala besar, meniru negara-negara industri maju, dengan harapan bahwa penggunaan teknologi tersebut dapat meningkatkan produksi pertanian khususnya pangan seperti di negara asalnya. Tetapi kenyataan menunjukkan bahwa penerapan mekanisasi skala besar tidak mempengaruhi peningkatan produksi pangan maupun perluasan areal pertanian, bahkan sebaliknya gagal dengan dilikwidasinya MEKATANI.

Dekade kedua (1969-1979) merupakan tahap masuknya alat dan mesin pertanian skala kecil dari Jepang yang ditandai dengan terjadinya efisiensi teknis, pemilikan dan penyesuaian peralatan cenderung ke tingkat petani. Pengembangan alat dan mesin pertanian pada tahap ini masih tergantung impor dari luar negeri. Percobaan agro-teknis dan analisis finansial mulai dilakukan, tetapi penelitian yang lebih mendasar belum dilakukan.

Dekade ketiga (1970-1980) dicirikan dengan perkembangan intensifikasi yang mengarah kepada efisiensi, di mana mekanisasi pertanian merupakan alterantif. Proses transfer teknologi sudah sampai taraf disain dan pembuatan. Penelitian mulai dilakukan namun masih terbatas pada pemecahan masalah setempat. Pengaruh sosial-ekonomi mekanisasi mulai diamati lebih seksama. Gagasan mekanisasi selektif mulai diterapkan dan dikaji di beberapa daerah. Institusi di tingkat petani mulai menemukan bentuknya dalam kelompok-kelompok kerja, yang siap untuk menerima inovasi teknologi produksi, akan tetapi di tingkat pemerintahan, institusi mekanisasi pertanian masih lemah dan belum mantap.

Pada awal dekade 1980-1990, pendekatan mekanisasi selektif mulai dioperasikan, di mana keinginan dan ekbutuhan petani dipandang sebagai faktor penentu. Komisi Nasional Mekanisasi Pertanian dibentuk, serta adanya keinginan untuk membentuk insitusi di tingkat pusat, sebagai pusat pembangunan dan pengembangan mekanisasi pertanian secara nasional.

## MEKANISASI DALAM USAHATANI PADI

Di Indonesia, penerapan alat dan mesin pertanian dalam usahatani padi Indonesia sebenarnya sudah cukup lama ada di masyarakat. Penggunaan alat dan mesin pertanian berkembang bukan saja di luar Jawa yang jarang penduduk tetapi juga di Jawa dan Bali yang padat penduduk.

Laju penggunaan alat dan mesin pertanian untuk tiap-tiap kegiatan tidak selalu sama, tergantung dari jenis kegiatan dan kebutuhan yang mendesak dari suatu wilayah. Tabel 1 memperlihatkan perkembangan jumlah beberapa alat dan mesin pertanian di Indonesia. Dari tabel tersebut dapat dikemukakan bahwa perkembangan masing-masing alat dan mesin tidak sama, hal ini tergantung dari kebutuhannya. Sebagai contoh traktor tangan berkembang pesat karena dibutuhkan untuk mengatasi kesulitan

Tabel 1. Perkembangan jumlah alat dan mesin pertanian di Indonesia. Jenis alat

	1973 (unit)	1983 (unit)	1984 (unit)	1985 (unit)	Perkembangan per tahun (%)
Traktor	1.914	12.126	13.003	14.228	18,19
Sprayer	74.100	510.870	570.039	652.206	19,87
Pompa air	1.175	6.516	n.a	n.a	23,80
Mesin pengering	436	1.121	975	846	5,67
Perontok	309	23.657	34.424	65.524	56,27
RMU/penggilingan	27.600	52.736	61.000	61.000	6,83

tenaga pengolah tanah, terutama di daerah irigasi teknis yang melakukan pembagian golongan air. Sprayer berkembang cukup pesat karena memang merupakan satu-satunya alat yang diperlukan untuk pemberantasan hama dan penyakit. Demikian juga dengan perontok dan RMU yang berkembang dengan cepat sebagai usaha perbaikan penanganan pasca panen. Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa alat dan mesin pertanian akan lebih berperan pada kegiatan yang menghadapi kendala, sehingga dengan penerapan alat tersebut akan dapat dikurangi risiko kegagalan atau bahkan dapat memberikan nilai tambah, tanpa harus menimbulkan akibat yang negatif terhadap tenaga kerja. Penerapan alat dan mesin pertanian yang demikian dikenal sebagai konsep mekanisasi selektif.

### Mekanisasi dan Tenaga Kerja Pertanian

Tenaga kerja merupakan salah satu faktor produksi yang penting di dalam suatu proses produksi padi, di samping lahan dan sarana produksi lain. Proses produksi dalam usahatani padi selalu dicirikan oleh fluktuasi kebutuhan tenaga kerja, di mana pada suatu saat terjadi puncak kebutuhan tenaga kerja (*peak labor*).

Pengalaman di negara yang sedang berkembang menunjukkan, bahwa usaha untuk mengisi kekurangan tenaga pada saat puncak kegiatan dengan tenaga manusia dapat memberikan kecenderungan bertambahnya tingkat kelahiran, sehingga akan menyebabkan meningkatnya pengangguran dan menurunkan produktivitas tenaga kerja serta menghambat penerimaan teknologi baru. Di samping itu juga akan membatasi kemungkinan bagi petani kecil untuk memilih sumber tenaga yang lain selain harus menggunakan anggota keluarganya sebagai sumber tenaga yang murah (7).

Oleh sebab itu untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dicari sumber tenaga alternatif sebagai suplemen, misalnya dengan tenaga hewan atau mekanis.

Sejalan dengan pendapat tersebut di atas, kebijakan untuk tetap mempertahankan penggunaan tenaga manusia tanpa memperhatikan produktivitasnya, hanya akan memberikan beban serta tidak dapat dijadikan dasar bagi pembangunan ekonomi jangka panjang. Dana tidak mungkin dihimpun dari sistem usahatani yang mempunyai produktivitas rendah. Oleh karena itu kebijakan tersebut harus bersifat sementara, sedang di pihak lain, harus tetap diusahakan peningkatan produktivitas tenaga kerja manusia dan efisiensi usahatani dengan bantuan teknologi mekanis. Karena ciri dari pertanian yang modern adalah efisiensi usahatani yang tinggi dan meningkat terus. Perpindahan tenaga kerja dari sektor pertanian keluar sektor pertanian merupakan akibat yang wajar dari peningkatan produktivitas di dalam sektor pertanian (3).

Di negara yang sedang berkembang di mana mekanisasi sudah diterapkan, pada mulanya tenaga kerja manusia tidak digeser, tetapi diperpendek waktu kerja, sehingga dengan demikian dapat mengurangi beban fisik. Selanjutnya pada saat mekanisasi sudah berkembang, jumlah tenaga kerja akan menurun karena mereka akan mencari dan menciptakan serta memperoleh lapangan kerja yang lebih baik (8).

Akhirnya mungkin perlu direnungkan ungkapan yang mempertanyakan bahwa apakah wajar membiarkan petani di desa memproduksi pangan hanya dengan menggunakan "otot" untuk memberi makan orang kota, sementara orang kota naik motor? Urbanisasi adalah jawaban yang tepat untuk pertanyaan tersebut di atas (6).

### **Kebutuhan Tenaga untuk Produksi Padi**

Dalam sistem produksi padi, usaha meningkatkan produksi telah dapat dilaksanakan melalui program intensifikasi BIMAS dan INMAS. Bahkan sejak tahun 1979, produksi per satuan luas masih dapat ditingkatkan dengan program intensifikasi khusus (INSUS), seperti terlihat pada Tabel 2 yang menunjukkan perkembangan luas panen, luas INSUS dan rata-rata produksi per hektar serta jumlah traktor di Kabupaten Karawang.

Pola pengembangan INSUS yang dititik beratkan pada usaha meningkatkan pengelolaan usahatani memberikan implikasi masukan tenaga kerja yang lebih besar dan cukup tersedia tepat pada waktunya, terutama untuk kegiatan pengolahan tanah, agar tercapai keserempakan waktu tanam (5).

Tabel 3, menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga untuk produksi padi akan meningkat dengan meningkatnya mutu intensifikasi. Dengan demikian jelas bahwa usaha meningkatkan mutu intensifikasi akan memberikan konsekuensi bertambahnya kebutuhan tenaga kerja yang lebih besar. Bahkan mungkin diperlukan bantuan alat dan mesin pertanian pada kegiatan tertentu, seperti misalnya pengolahan tanah, penyiangan dan panen.

Tabel 2. Perkembangan luas panen, luas INSUS, produksi rata-rata per hektar dan jumlah traktor di Kabupaten Karawang, 1978-1986.

Tahun	Luas panen (ha)	Luas INSUS		Produksi rata-rata (t/ha)	Jumlah traktor (unit)
		(ha)	(%)		
1978	183.223	0	0,00	3,49	155
1979	188.913	24.788	13,21	3,99	355
1980	186.505	52.800	28,31	4,98	651
1981	195.130	90.732	46,50	5,54	717
1982	194.505	143.771	73,91	5,74	784
1983	193.506	134.101	69,30	5,56	971
1984	195.848	149.193	76,18	6,25	976
1985	195.331	164.670	84,30	6,44	1.069
1986	196.479	169.760	86,40	6,16	1.082

Tabel 3. Rata-rata kebutuhan jam kerja untuk kegiatan produksi padi sawah pada berbagai tingkat intensifikasi di Kabupaten Karawang.

Jenis kegiatan	INSUS		BIMAS/INMAS		Non-intensifikasi				
	Jam traktor	Jam hewan	Jam manusia	Jam traktor	Jam hewan	Jam manusia	Jam traktor	Jam hewan	Jam manusia
Pengolahan tanah <sup>a</sup> :									
a. Traktor-manusia	19,97	-	143,86	19,48	-	83,96	-	-	-
b. Hewan-manusia	-	86,95	117,05	-	87,88	112,47	-	-	-
c. Manusia-	-	-	-	-	773,67 →	-	-	774,50 →	-
Penanaman <sup>b</sup>			158,09			148,11			157,50
Pemupukan <sup>b</sup>			31,53			29,78			20,00
Penyemprotan <sup>b</sup>			32,15			27,54			0
Penyiangan <sup>b</sup>			223,55			229,14			197,50
Panen <sup>b</sup>			340,35			327,42			280,00

<sup>a</sup>Cara pengolahan dibedakan menurut sumber tenaga yang dipergunakan yaitu kombinasi dari traktor-manusia, hewan-manusia dan hanya tenaga manusia.

<sup>b</sup>Kegiatan penanaman sampai dengan panen dilakukan secara manual, sehingga jam kerja untuk kegiatan tersebut diperhitungkan sebagai jam kerja manusia.

Sumber: Eko Ananto (5)

Di daerah irigasi teknis, usaha efisiensi air dengan pembagian golongan air yang ketat, juga menyebabkan semakin sempitnya waktu yang tersedia, sehingga akan membutuhkan tersedianya tenaga kerja lebih banyak pada kurun waktu tertentu, agar dapat mengerjakan setiap kegiatan produksi tepat pada waktunya. Tenaga mekanis traktor merupakan salah satu alternatif untuk mengisi kekurangan tersebut.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa kebutuhan tenaga kerja yang cukup besar terjadi pada kegiatan-kegiatan pengolahan tanah, tanam, penyiangan dan panen. Penelitian di daerah irigasi Jariluhur menunjukkan bahwa persentase jumlah tenaga kerja manusia untuk pengolahan tanah terhadap total kebutuhan tenaga untuk kegiatan pra-panen mencapai 44%, 30% dan 25%, masing-masing pada sistem pengolahan tanah dengan tenaga manusia, hewan dan traktor, sedang biaya paling besar di dalam proses produksi padi adalah untuk kegiatan pengolahan tanah, yaitu sebesar 60% (15).

### Mekanisasi Pertanian dan Intensitas Tanam .

Salah satu tujuan dari penerapan mekanisasi pertanian dalam produksi padi adalah untuk mempercepat dan mempersingkat waktu operasi, sehingga dapat meningkatkan intensitas tanam dari lahan sawah yang tersedia. Di Bali penggunaan traktor untuk pengolahan tanah dapat meningkatkan intensitas tanam sebesar 13,85-17,50 % (17). Di pihak lain, beberapa penelitian di daerah irigasi Jatiluhur tidak menunjukkan kenaikan intensitas tanam yang nyata. Penelitian di Subang dan Pamanukan menunjukkan bahwa intensitas tanam dari usahatani yang menggunakan traktor lebih tinggi, yaitu 2,17 dibandingkan 2,14 dengan hewan dan 2,07 dengan tenaga manusia (13).

Bahkan ada yang berpendapat bahwa intensitas tanam pada usahatani dengan traktor lebih rendah dari usahatani tanpa traktor (2). Kenyataan ini bertolak belakang dengan tujuan mekanisasi pertanian. Hal ini disebabkan antara lain oleh:

1. Penggunaan traktor dimaksudkan hanya untuk (a) mengurangi biaya pengolahan tanah (51%), (b) menanam tepat pada waktunya (24%) dan (c) memperoleh hasil pengolahan tanah yang lebih baik (22%).
2. Petani tidak menanam tanaman ketiga setelah padi-padi karena (a) tidak mau mengambil risiko (39%), (b) tidak ada waktu setelah tanam padi kedua (20%), (c) drainase yang buruk (16%), (d) tanaman ketiga setelah padi kedua tidak umum (15%) dan (e) terbatasnya air (9%).
3. Alasan lain adalah bahwa usahatani dengan traktor umumnya dimiliki oleh petani dengan lahan yang lebih luas, dan mereka tidak terdorong untuk menanam tanaman ketiga karena tidak tertekan oleh kebutuhan hidup.

Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa untuk meningkatkan intensitas tanam, di samping penerapan mekanisasi pertanian juga harus disertai dengan usaha-usaha untuk mengatasi masalah-masalah tersebut di atas.

## Mekanisasi Pertanian dan Produktivitas Lahan

Penerapan mekanisasi pertanian dalam bentuk penggunaan alat dan mesin pertanian di dalam proses produksi padi memungkinkan kualitas hasil pekerjaan yang lebih baik dan berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman dan kenaikan produksi per satuan luas.

Data di beberapa negara menunjukkan bahwa antara jumlah traktor tersedia per hektar dengan produksi padi menunjukkan hubungan yang positif, seperti terlihat pada Tabel 4.

Untuk mengetahui pengaruh sumber tenaga dan cara pengolahan tanah dalam proses produksi padi, Tabel 5 menyajikan hasil penelitian mengenai pengaruh cara pengolahan tanah dan sumber tenaga terhadap tingkat produksi padi. Penelitian ini beranjak dari anggapan bahwa masing-masing sumber tenaga dan cara pengolahan tanah akan memberikan mutu pengolahan tanah yang berbeda, yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan tingkat produksi.

Hasil penelitian ternyata menunjukkan bahwa produksi tertinggi dicapai pada pengolahan tanah dengan menggunakan bajak singkal traktor, yang memberikan pengolahan tanah paling dalam (17cm) dan menurunkan kekerasan tanah paling besar ( $0,37 \text{ kg/cm}^2$ ).

Dengan demikian dapat dikemukakan bahwa cara pengolahan tanah dengan bajak singkal traktor merupakan cara pengolahan tanah yang dianggap paling baik bagi pertumbuhan tanaman padi dibandingkan dengan cara pengolahan tanah yang lain.

Keuntungan lain yang tidak langsung mempengaruhi tingkat produksi adalah bahwa pengolahan tanah yang lebih baik, juga dapat menekan pertumbuhan gulma, yang berarti meringankan pekerjaan penyiangan.

Tabel 4. Hubungan tingkat produksi padi dan ratio traktor per hektar di beberapa negara Asia.

Negara	Luas lahan (juta ha)	Produksi total (juta ha)	Hasil rata-rata (t/ha)	Jumlah traktor (unit)
Indonesia	8,5	24,0	2,8	0,0007
Malaysia	0,8	1,9	2,7	0,0027
Taiwan	0,8	3,4	4,5	0,0386
Korea Selatan	1,2	7,6	6,2	0,0201
Jepang	2,7	15,6	5,8	0,6635

Sumber: Wiraatmadja (19).

Tabel 5. Rata-rata kedalaman pengolahan tanah, penurunan kekerasan tanah, berat kering gulma dan hasil per hektar pada berbagai perlakuan cara pengolahan tanah.

Perlakuan	Kedalaman pengolahan tanah (cm)	Penurunan kekerasan tanah <sup>a</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat kering gulma (gr/m <sup>2</sup> )	Hasil per ha <sup>b</sup> (kg/ha)
Babat jerami tanpa pengolahan lahan tanah	-	0,10	22,09	4.572
Glebek dengan tenaga hewan	-	0,17	25,55	4.449
Cangkul dengan tenaga manusia	9,3	0,20	15,06	4.956
Bajak singkal dengan tenaga manusia	10,5	0,37	13,89	4.854
Bajak singkal dengan traktor	17,0	0,37	12,39	5.130
Rotary dengan traktor	14,5	0,33	14,63	4.778
Glebek dengan traktor	-	0,23	19,32	4.604

<sup>a</sup>Penurunan kekerasan tanah dihitung sebagai selisih kekerasan tanah antara sebelum dan sesudah pengolahan tanah, merupakan nilai rata-rata sampai kedalaman 20 cm.

<sup>b</sup>Berdasarkan kadar air 14 persen.

Sumber: Muzirman (11)

Tabel 6. Perkembangan jumlah masukan teknologi dan produksi padi, 1979-1981.

Masukan teknologi	1979	1980	1981
Benih padi (ton)	45.508	46.228	48.365
Pupuk (ton)	1.444.906	2.127.107	2.747.435
Pestisida (kg)	4.222.956	6.486.302	9.200.755
Enjiniring:			
- Traktor (ton)	3.496	6.406	10.555
- Sprayer (unit)	166.527	181.684	188.010
- Pengolah padi (unit)	51.483	53.838	55.092
Produksi padi (juta ton)	17,87	20,16	22,29

Sumber: Wiraatmadja (19).

Di pihak lain, ada pendapat yang masih meragukan dan bahkan menolak manfaat mekanisasi pertanian terhadap peningkatan produksi per satuan luas. Dikemukakan bahwa meningkatnya produksi tersebut terutama disebabkan oleh semakin meningkatnya penggunaan benih unggul dan jumlah pupuk serta pestisida (teknologi kimia-biologis). Hal ini ditunjang oleh hasil penelitian di daerah Indramayu dan Subang yang menyatakan bahwa kenaikan produksi per hektar pada usahatani traktor disebabkan oleh penggunaan pupuk yang lebih banyak, seperti terlihat pada Tabel 7 (13), tetapi disayangkan, bahwa kenyataan yang menunjukkan penggunaan traktor telah dapat memacu pemakaian pupuk yang lebih banyak, tidak terungkap dari

dari penelitian tersebut di atas. Sebab salah satu tujuan penerapan mekanisasi pertanian (antara lain penggunaan traktor) adalah untuk mencapai ketepatan waktu operasi dan mengurangi risiko kegagalan (4). Tujuan ini akan memberikan kepastian produksi pada petani, sehingga secara tidak langsung akan memacu petani untuk menggunakan lebih banyak sarana produksi yang langsung berpengaruh terhadap kenaikan produksi, seperti misalnya pupuk.

Hal ini penting untuk dikaji, karena di dalam suatu sistem produksi pertanian, perubahan suatu teknologi akan menyebabkan perubahan teknologi yang lain. Penerapan mekanisasi pertanian akan memacu penggunaan sarana produksi lebih baik, yang pada akhirnya akan meningkatkan produksi.

Tabel 7. Tingkat penggunaan masukan dan hasil per hektar pada musim hujan 1979/1980.

Masukan dan hasil	Kelas usahatani		
	Traktor	Hewan	Manual
Tenaga (jam):			
Traktor	22	0	0
Hewan	0	71	0
Manusia	1.106	1.283	1.438
Pupuk (kg):			
Urea	233	214	201
TSP	81	68	65
Total	314a	2.82b	2.66b
Bibit (kg)	30	30	29
Pestisida (Rp)	4,009a	.5094b	5118b
Hasil (kg)	4,944a	4.885a	4483b

Huruf yang tidak sama dalam satu baris menunjukkan perbedaan yang nyata pada tingkat 5% uji t.

Sumber: Siregar (13).

## SUMBER TENAGA PERTANIAN

Di bidang pertanian dikenal beberapa sumber tenaga, antara lain, tenaga manusia, hewan, motor bakar, angin, air, listrik, matahari dan limbah pertanian (biomas dan biogas). Sampai sekarang sumber tenaga yang umum digunakan dalam usahatani padi adalah tenaga manusia, hewan, motor bakar dan matahari. Dalam tulisan ini hanya akan dibahas tiga sumber tenaga yaitu manusia, hewan, dan motor bakar.

### Tenaga Manusia

Tenaga manusia merupakan sumber tenaga pertanian yang umum dipergunakan di negara yang sedang berkembang dan murah. Tenaga manusia mempunyai kapasitas fisik terbatas pada suhu dan kelembaban yang tinggi.

Biasanya kapasitas kerja manusia dihitung sebesar 0,1 hp atau 0,07 kw. Sebenarnya angka ini terlalu tinggi untuk kerja mekanis, sebab angka ini dipakai untuk kerja berat, dan hanya dapat dihasilkan dalam beberapa jam sehari. Sedang untuk kerja normal, angka yang lebih tepat adalah 0,04 kw atau 0,53 hp.

Kelebihan tenaga manusia adalah bahwa di samping mempunyai kapasitas fisik, seorang manusia juga mempunyai kapasitas mental yang mampu mengolah informasi menjadi keputusan dan kapasitas perseptif untuk mengumpulkan informasi. Ketiga hal itulah yang menyebabkan manusia dapat mengatur tenaganya yang terbatas secara efektif.

Dalam bekerja, penyaluran tenaga ke alat biasanya melalui satu atau dua titik. Apabila menggunakan dua tangan, biasanya salah satu berfungsi sebagai penyalur tenaga dan yang lain sebagai pengarah atau *steering*.

### Tenaga Kerja Ternak

Ternak merupakan sumber tenaga di bidang pertanian yang masih memegang peranan penting di Indonesia. Tenaga ternak biasanya digunakan untuk pekerjaan menarik atau pembebanan, dan tidak sesuai untuk pekerjaan stasioner.

Alasan digunakannya tenaga ternak antara lain: luasan tanah yang sempit, topografi, keterbatasan dan mahalnya bahan bakar, besarnya unit tenaga mudah diatur, tenaga tariknya cukup baik di tanah basah maupun berpasir dan bahan pakan tersedia di dalam usahatani serta menghasilkan anak dan pupuk kandang.

Sifat yang kurang menguntungkan adalah bahwa ternak tersebut harus makan terus menerus meskipun tidak bekerja, bekerja lambat dan tidak dapat bekerja cukup lama.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tenaga ternak adalah:

1. Bentuk, ukuran dan berat tubuh. Sepasang sapi dapat menghasilkan 1/10 sampai 1/7 berat badan selama 3 sampai 5 jam kerja per hari. Hasil studi mengenai kemampuan dari berbagai pasang ternak tarik untuk membajak disajikan pada Tabel 8.
2. Konsumsi makanan, ternak akan dapat bekerja jika cukup makan. Besarnya tenaga yang tersedia untuk kerja hanya 10 persen dari total energi makanannya.
3. Waktu dan lama kerja, ternak dapat bekerja efektif selama 3-5 jam per hari, pada pagi atau sore hari.
4. Tipe dan cara kekang, yang merupakan tempat penggandengan untuk menyalurkan tenaga dari ternak ke alat.
5. Ketangkasan, merupakan hasil latihan yang di samping dipengaruhi oleh jenis kelamin. Ternak jantan biasanya lebih tangkas meskipun lebih sulit diatur.

### Motor Bakar

Bersamaan dengan meningkatnya kebutuhan tenaga untuk pekerjaan tarik maupun stasioner, maka berkembanglah motor bakar. Pada mulanya diciptakan motor bakar eksternal (mesin uap), kemudian motor bakar internal (motor bensin dan diesel) yang lebih efisien. Pada prinsipnya motor bakar internal menggunakan bahan bakar fosil (bensin, solar, minyak tanah, gas alam), di mana energi hasil pembakaran akan diubah menjadi gerakan mekanis untuk kerja, sebagian energi akan hilang dalam bentuk panas.

Tabel 8. Tenaga kerja dari beberapa jenis ternak kerja.

Jenis ternak	Berat badan (kg)	Tarikan (kg)	Kecepatan kerja (m/det)	Tenaga yang dihasilkan	
				(kgm/det)	(HP)
Kuda	400-700	60-80	1,00	75	1,00
Sapi jantan	500-900	60-80	0,60-0,85	56	0,74
Sapi betina	400-600	50-60	0,70	35	0,45
Kuda kacang	350-500	50-60	0,90-1,00	52	0,70
Keledai	200-300	30-40	0,70	25	0,35

Sumber: Hopten (9).

Tenaga tersedia dari motor dapat diukur dan mempunyai beberapa pengertian, antara lain:

1. **Indicative power (ihp)** adalah tenaga yang timbul di ruang pembakaran, merupakan tenaga yang diterima piston.

$$P_i = \frac{\pi \times X^2 D/4 \times s \times N \times n}{2}$$

di mana,

$P_i$  = tenaga rata-rata dari piston (N.m/det atau Watt)

$\pi$  = tekanan rata-rata dalam silinder selama power stroke, untuk motor bensin  $6,5-11,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  dan untuk motor diesel  $6,2-8,8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ .

$D$  = diameter piston (m)

$s$  = jarak langkah piston (m)

$N$  = jumlah putaran mesin (rpm)

$n$  = jumlah silinder

Angka 2 sebagai pembagi dipergunakan untuk motor 4 stroke sedang untuk motor 2 stroke tidak perlu dibagi 2.

2. **Tenaga efektif dari Brake HP (bhp)** adalah tenaga yang tersedia pada roda gila (*flywheel*), dengan memperhatikan kehilangan tenaga karena gesekan motor. Tenaga ini merupakan tenaga yang diberikan *crankshaft*.

$$bhp = \text{efisiensi mekanis} \times ihp$$

Efisiensi mekanis ini sekitar 70%. Kehilangan tenaga ini ( $ihp-bhp$ ) disebut *friction HP*, yaitu tenaga yang hilang untuk mengatasi gesekan dalam motor.

3. **Koppel motor**, kopel suatu motor penting karena akan menentukan besarnya tenaga tarik maksimum mesin (*Max. Drawbar Pull*).

$$M = \frac{bhp}{2 \times \pi n}$$

di mana,

$M$  = kopel motor

$n$  = jumlah putaran per detik

Selanjutnya besarnya tenaga tarik dihitung dengan:

$$\text{Max. Drawbar Pull} = \frac{M \times \text{reduksi di gearbox} \times \text{reduksi di final drive}}{\text{radius roda}}$$

4. **PTO-HP**, merupakan tenaga putar yang secara efektif tersedia dan dapat diambil dari suatu motor. Alat atau mesin yang akan digerakkan dapat digandengkan dengan cara:

- langsung pada motor
- melalui PTO shaft traktor. Dalam hal ini 10-15 persen dari brake-HP hilang karena gesekan pada tranmisi.

Salah satu hal yang penting dalam konstruksi motor bakar internal adalah untuk mencapai efisiensi setinggi mungkin. Dengan kata lain tenaga yang dihasilkan setinggi mungkin dengan biaya bahan bakar sekecil mungkin. Konsumsi rata-rata bahan bakar untuk motor bensin kurang lebih adalah 2,7 kg per HP-jam, sedang untuk motor diesel adalah 2 kg per HP-jam.

## PENGEMBANGAN MEKANISASI PERTANIAN

### Kebijakan dan Strategi Pengembangan

Peranan alat dan mesin pertanian dalam usahatani adalah meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan lahan, lebih meningkatkan pendapatan petani, memperluas kesempatan kerja, mengurangi biaya produksi, memperbaiki mutu hasil, mengurangi kejerihan kerja dan mendukung upaya pelestarian lingkungan dan energi pertanian.

Berdasarkan kondisi petani yang dicirikan oleh pemilikan lahan yang sempit, posisi ekonomi lemah, tingkat ketrampilan dan pendidikan yang rendah, rajin dengan struktur sosial yang mengikat, maka alat dan mesin yang akan dikembangkan haruslah memenuhi persyaratan:

- Sederhana dalam pembuatan, penggunaan dan perawatan.
- Efektif dan efisien dalam penggunaan.
- Dapat dibuat secara lokal dengan bahan yang tersedia.
- Harga murah.

Dalam hal ini disadari bahwa tujuan efisiensi sebagai unsur pertumbuhan ekonomi umumnya menjauhi azas pemerataan, oleh karena itu dalam pengembangan alat dan mesin pertanian harus selalu diupayakan optimasi antara tujuan efisiensi dan pemerataan, dan dikenal sebagai konsep mekanisasi selektif. Hal ini ditetapkan agar manfaat mekanisasi tersebut dapat lebih merata dan adil dirasakan oleh para petani kecil serta dapat lebih memacu pengembangannya.

Konsep mekanisasi selektif tersebut dilaksanakan dengan dua pendekatan yaitu pendekatan wilayah dan pendekatan teknologi yang bersifat lokasi spesifik, seperti terlihat pada Gambar 1.

### Pendekatan Wilayah

Pendekatan wilayah didasarkan atas dua formula sederhana sebagai berikut:

1. Formula pertama:

$$U_t = \frac{LS - LG}{K_a} \times F_c$$

di mana,

$U_t$  = jumlah peralatan atau mesin yang diperlukan

LS = luas atau volume seluruh satuan yang harus dikerjakan di suatu wilayah

$K_a$  = kapasitas kerja peralatan atau mesin yang akan dikembangkan

$F_c$  = faktor koreksi sesuai dengan keadaan setempat

Formula pertama ini mengisyaratkan pertimbangan sosio-ekinjiring, ialah ramuan antara kepentingan efektivitas usahatani dan usaha untuk menghindari persaingan kesempatan kerja di wilayah pengembangan.

2. Formula kedua:

$$B_p = \left( \frac{A}{X} + b \right) \times c + M_f$$

di mana,

$B_p$  = biaya pokok

A = biaya tetap

X = jam kerja per tahun

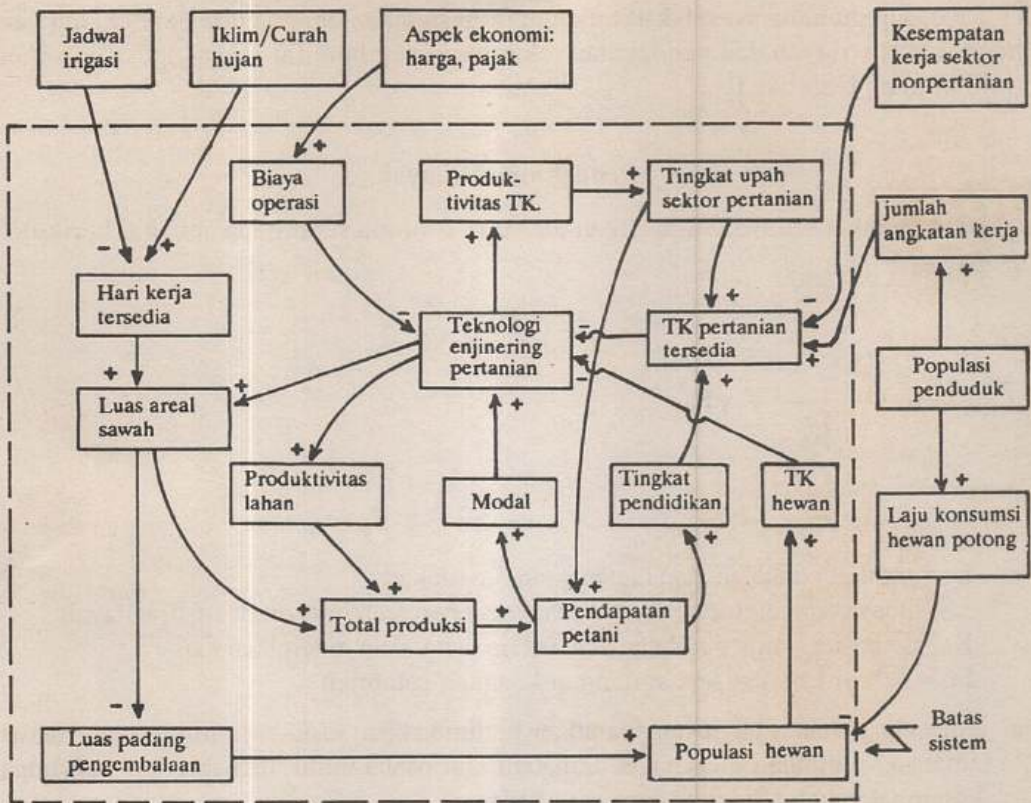
b = biaya tidak tetap

c = kapasitas kerja

$M_f$  = biaya manajemen

Formula ini membantu menerangkan kelayakan ekonomi atas peralatan atau mesin yang akan dikembangkan, di mana dipakai pedoman bahwa penggunaan mekanisasi pertanian harus dapat membayar harganya sendiri.

Berdasarkan kedua formula tersebut, wilayah pengembangan dibedakan atas empat tipologi wilayah seperti terlihat pada Tabel 9.



Gambar 1. Causal loop diagram sistem produksi padi sawah beririgasi.

Tabel 9. Tipologi wilayah pengembangan mekanisasi pertanian.

Tipe wilayah	Klasifikasi wilayah
Tipe I-A	Merupakan <i>wilayah lancar</i> , dengan ciri bahwa introduksi mekanisasi pertanian dapat berjalan lancar dan lestari, ditinjau dari segi teknis, sosial dan ekonomi.
Tipe I-B	Merupakan <i>wilayah siap</i> , dengan ciri seperti tipe I-A, tetapi untuk menjadi tipe I-A perlu penyuluhan yang intensif.
Tipe II	Merupakan <i>wilayah setengah siap</i> , dengan ciri bahwa pengembangan mekanisasi secara finansial tidak layak, tetapi kalau pengembangan mekanisasi pertanian merupakan keharusan maka perlu dukungan subsidi dan penyuluhan yang intensif.
Tipe III	Merupakan <i>wilayah mekanisasi terbatas</i> , dengan ciri bahwa introduksi mekanisasi pertanian tidak dimungkinkan.

Sumber: Soedjatmiko (16).

## Pendekatan Teknologi

Pendekatan teknologi berkaitan dengan tingkat teknologi alat dan mesin yang akan diterapkan, yang dikelompokkan sebagai sederhana, madya dan maju atau mutakhir.

Pemilihan alat dan mesin pertanian yang akan dikembangkan harus dilakukan secara bertahap dan didasarkan atas kebutuhan petani. Dasar pemikiran kerangka pendekatan ini adalah kombinasi *bottom up* dan *top down*, di mana kebutuhan alat dan mesin bertitik tolak dari evaluasi kelayakan di tingkat petani dan merupakan dasar bagi jenis alat dan mesin yang akan dikembangkan, seperti pada Gambar 2.

Dari jalur nalar pendekatan teknologi seperti pada Gambar 2, kegiatan dilakukan secara bertahap, mulai dari disain dan prototipe, kemudian menginjak tahap pengujian dan modifikasi. Uji fungsional dilakukan di laboratorium atau bengkel, untuk mengetahui apakah disain alat dapat berfungsi seperti yang diharapkan. Kalau disain belum berfungsi, perlu dilakukan modifikasi kembali. Bila telah berfungsi dengan baik, dilanjutkan dengan uji verifikasi di lapang yang terkontrol, seperti Kebun Percobaan atau Balai Penyuluh Pertanian. Dalam uji verifikasi, aspek agronomi, enjiniring dan ekonomi diamati dan dievaluasi. Hasil uji verifikasi menunjukkan kelayakan alat, yang didasarkan atas ketiga aspek tersebut di atas. Apabila alat tersebut layak diterapkan, maka dilakukan uji adaptasi di tingkat usahatani dalam wilayah pengembangan. Pengamatan di sini lebih ditekankan pada tanggapan petani, di samping pengamatan seperti pada uji verifikasi. Hasil uji adaptasi merupakan dasar bagi pengembangan alat dan mesin tersebut. Terakhir adalah tahap pemasyarakatan, mencakup wilayah yang lebih luas. Pada tahap ini juga dilakukan evaluasi yang bersifat menyeluruh dari petani dalam suatu sistem usahatani secara regional. Hasil evaluasi ini dipakai sebagai umpan balik bagi pengembangan disain alat dan mesin lebih lanjut.

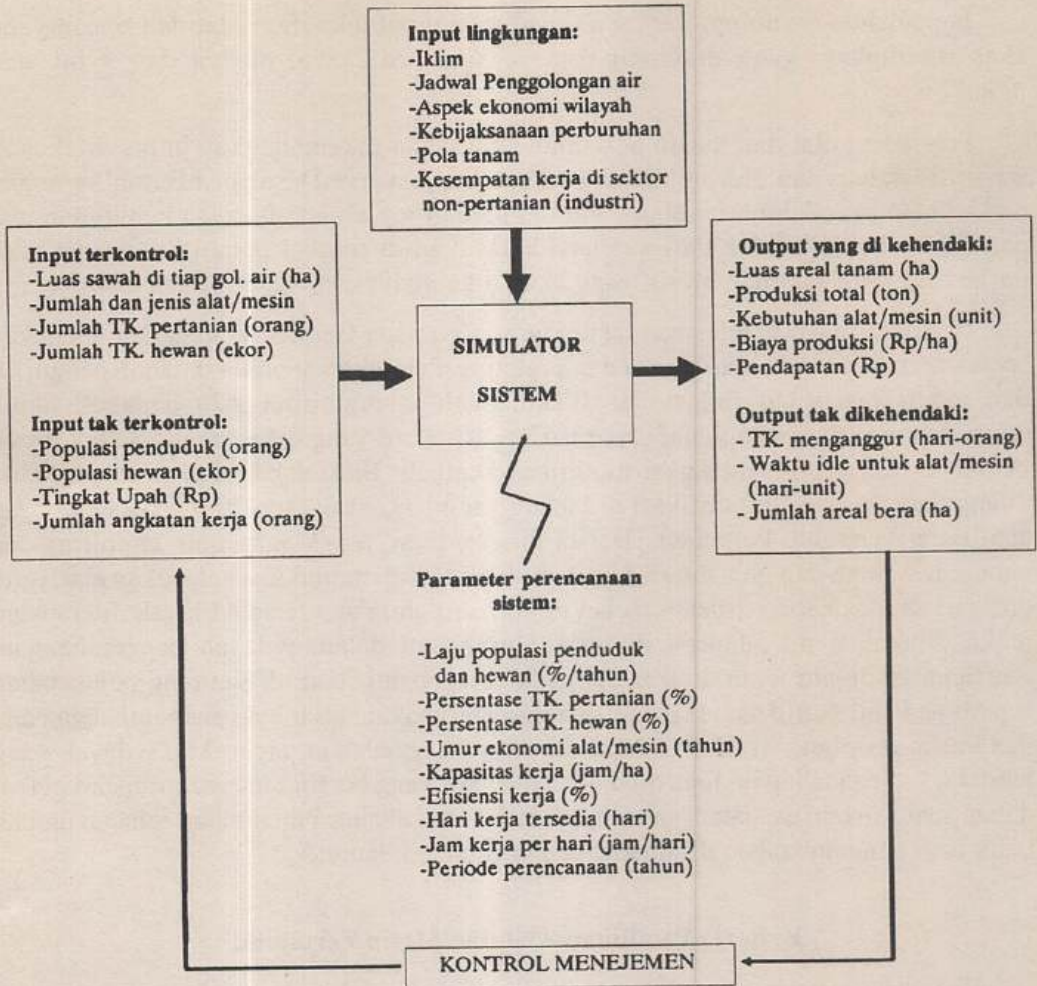
## Kriteria Pemilihan Alat dan Mesin Pertanian

Beberapa kriteria yang dipergunakan dalam memilih alat dan mesin pertanian adalah:

### 1. Kriteria agronomi

Kriteria agronomi dipakai sebagai dasar untuk mencapai hasil maksimum dari setiap langkah produksi, disesuaikan dengan sifat agronomi dan fisiologi tanaman. Kriteria ini menyangkut:

- tipe operasi.
- cara dan waktu operasi.
- mutu hasil operasi yang dikehendaki.
- keadaan lingkungan tanaman.



Gambar 2. Block box diagram sistem produksi padi sawah beririgasi.

## 2. Kriteria enjiniring/teknik

Kriteria teknik dipakai sebagai dasar untuk mencapai kapasitas dan efisiensi kerja yang optimal, yang mencakup antara lain:

- tipe dan ukuran alat.
- kebutuhan dan sumber tenaga tersedia.
- kemudahan dalam pengoperasian dalam kaitannya dengan aspek keselamatan kerja (ergonomi).
- kemudahan dalam perawatan dan perbaikan.
- tingkat ketrampilan operator.
- sifat fisik dan mekanis dari bahan dan konstruksi.
- keadaan lingkungan kerja (cuaca, jalan dan sebagainya).

## 3. Kriteria ekonomi

Pengukuran skala ekonomi dapat dilakukan dengan penilaian komparatif terhadap:

- biaya pokok.
- analisis finansial (NPV, B/C-ratio dan IRR).
- analisis titik impas (*breakeven point analysis*).

## 4. Kriteria sosial

Kriteria sosial didasarkan pada tanggapan petani terhadap alat yang akan diterapkan, yang mencakup antara lain:

- keinginan petani dalam kaitannya dengan nilai atau norma masyarakat yang dianggap baik.
- hubungan buruh dan majikan.
- sistem pemilikan lahan.
- tingkat pengetahuan masyarakat.
- institusi atau kelembagaan.
- keterikatan sosial.

## PENUTUP

Dari uraian tersebut di atas dapat dikemukakan bahwa:

1. Mekanisasi pertanian adalah mencakup pengertian pengkajian, penciptaan dan penggunaan alat dan mesin pertanian yang digerakkan oleh tenaga manusia, ternak, mekanis dan alam, untuk melakukan semua kegiatan yang berhubungan dengan budidaya, panen dan penanganan lepas panen.
2. Tujuan penerapan mekanisasi pertanian adalah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi usahatani, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani.
3. Kenaikan produksi pertanian tidak hanya merupakan akibat langsung dari mekanisasi pertanian, tetapi juga merupakan akibat tidak langsung dalam bentuk penciptaan kondisi yang mendorong penggunaan sarana produksi lebih baik dengan adanya mekanisasi.
4. Di daerah irigasi teknis, usaha efisiensi air dengan sistem pembagian golongan air telah menyebabkan semakin sempitnya waktu kerja, sehingga dibutuhkan tenaga kerja lebih banyak dalam kurun waktu tertentu. Teknologi mekanis merupakan salah satu alternatif untuk mengisi kekurangan tenaga tersebut.
5. Tidak dapat dipungkiri bahwa mekanisasi pertanian dapat menggeser tenaga kerja manusia dan memberikan dampak negatif terhadap pemerataan pendapatan.
6. Adalah janggal bila kita menekan penggunaan teknologi mekanis dalam usaha meningkatkan produksi pertanian, sedangkan teknologi di sektor lain seperti jasa, transportasi dan industri berkembang dengan pesat.
7. Untuk menghindari dampak negatif, maka dalam penerapan mekanisasi pertanian harus selalu diupayakan optimasi antara tujuan efisiensi dan pemerataan berdasarkan konsep mekanisasi selektif yang dilakukan dengan pendekatan wilayah dan teknologi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. **Anonymous.** 1967. Simposium Nasional Mekanisasi Pertanian ke I, 1-5 Agustus, Ciawi, Bogor.
2. **Bagyo, A.S.** 1983. Pengaruh mekanisasi pada produksi dan penggunaan tenaga kerja pada usahatani sawah di Jawa Barat. Lokakarya Aspek Mekanisasi Pertanian di Jawa Barat, Sukamandi, 27-28 Juli.
3. **Birowo, A.T.** 1977. Strategi mekanisasi pertanian dalam usaha menuju pertanian modern. Seminar Mekanisasi Pertanian 1977, PERMETA Cabang Jakarta, 25-26 Mei.
4. **Duff, Bart.** 1975. Output, employment and mechanization in Philippines agriculture. Report on the Expert Panel held in Rome, FAO, February, 4-7, Italy.
5. **Eko Ananto, E.** 1983. Model simulasi untuk menduga kebutuhan tenaga pengolah tanah padi sawah: Kasus di Kabupaten Karawang. PPS-IPB, Tesis MS (tidak dipublikasikan).
6. **Esmay, M.L.** 1981. Farming systems approach to appropriate mechanization on small farms. Proceeding of the Regional Seminar on: Appropriate Mechanization for Rural Development with Special Reference to Small Farming in the a ASEAN Countries, January 26-31, Jakarta, Indonesia: p. 208-th 210.
7. **Makhijani, Arjun.** 1975. Energy and agriculture in the third world. Ballinger Publishing Company, Cambridge, Mass.
8. **McColly, Howard F.** 1971. A proposal for agricultural mechanization in the developing countries of South East Asia. Agricultural Mechanization in Asia, Spring 1971: 21.
9. **Hopten, H.J.** 1969. Farm implement for arid and tropical regions. Revised edition, Agricultural Development Paper, FAO (91).
10. **Moens, A., and Wanders, A.A.** 1981. Prospects of agricultural mechanization in Indonesia. Proceeding of the Regional Seminar on: Appropriate Mechanization for Rural Development with Special Reference to Small Farming in the Asia Countries, January 26-31, Jakarta, Indonesia: p. 5-11.
11. **Muzirman.** 1983. Mempelajari pengaruh berbagai macam sumber tenaga dan cara pengolahan tanah untuk padi sawah. Tesis, FATETA-IPB, (tidak dipublikasikan).

12. **Sihombing, D.A., Soedjatmiko and Handaka.** 1984. Status of agricultural mechanization in Indonesia. Paper prepared for Agricultural Mechanization Seminar and RAI 84, Amsterdam, January.
13. **Siregar, M.** 1983. Dampak penggunaan traktor terhadap kesempatan kerja. Lokakarya Aspek Mekanisasi Pertanian di Jawa Barat, Sukamandi, 27-28 Juli.
14. **Siswosumarto, H.** 1981. Effects of mechanization on intensity of land use, West Java, Indonesia. Paper presented at the Consequences of Small Rice Farm Mechanization Workshop, IRRI, September 14-18.
15. **Soedjatmiko,** 1981. Choice of land preparation techniques for rice cultivation in Indonesia. Unpublished Ph.D. Dissertation, Michigan State University.
16. **Soedjatmiko,** 1983. Gagasan mekanisasi pertanian selektif. Makalah pada Seminar Pengembangan Palawija dan Pertemuan Teknis Pengujian. Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan.
17. **Ulama, M.** 1981. Usaha peningkatan pengelolaan jaringan tersier dan kaitannya dengan pengembangan mekanisasi pertanian di daerah pengairan Jatiluhur. Paper pada Seminar dan Kongres Mekanisasi Pertanian, Yogyakarta, 22-23 Juni.
18. **Wirjosumarto, S.** 1978. Pembahasan di dalam kajian kebijaksanaan mekanisasi pertanian: Kasus Leasing Traktor di Bali. 20 Mei.
19. **Wiraatmadja, Tb. Suhaedi.** 1983. Alih teknologi di bidang teknologi pertanian. Makalah pada Hari Temu Lapang IPB ke-14, Bogor, Desember.

- *Siwi dan Kartowinoto.* **Plasma Nutfah Padi**
- *Harahap dan Silitonga.* **Perbaikan Varietas Padi**
- *Allidawati dan Kustianto.* **Uji Mutu Beras dalam Program Pemuliaan Padi**
- *Suprihatno.* **Padi Hibrida**
- *Ismachin.* **Pemuliaan Padi dan Mutasi Buatan**
- *Saenong et al.* **Dormansi Benih Padi**
- *Sisworo dan Abdullah.* **Penelitian Pemupukan Padi dengan Teknik Isotop**
- *Taslim et al.* **Pemupukan Padi Sawah**
- *Taslim et al.* **Bercocok Tanam Padi Sawah**
- *Taslim et al.* **Bercocok Tanam Padi Gogorancah**
- *Partohardjono dan Makmur.* **Peningkatan Produksi Padi Gogo**
- *Anwarhan.* **Bercocok Tanam Padi Sawah Pasang Surut**
- *Bangun dan Syam.* **Pengendalian Gulma pada Tanaman Padi**
- *Karama.* **Padi dalam Pola Usahatani**
- *Ananto.* **Mekanisasi Pertanian dalam Usahatani Padi**

