



Teknologi Produksi Padi

Mendukung Swasembada Beras

Teknologi Produksi Padi

Mendukung Swasembada Beras



Penyusun

Mahyuddin Syam
Hermanto

**Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
1995**

633.18

TEK Teknologi Produksi Padi Mendukung Swasembada Beras.
– Mahyuddin Syam; Hermanto (*Penyusun*). – Bogor;
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 1995.

62 hal; illis; 0,3 cm.

I. Padi

II. Syam, M.

III. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

ISBN : 979-8161-55-6

Tata letak dan perwajahan :

Arif Musaddad

Diterbitkan oleh :

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jalan Merdeka 147, Bogor 16111

Tel. (0251) 334089, 331718, Fax. 312755

Dibandingkan dengan periode-periode sebelumnya, laju pertumbuhan produksi padi dalam lima tahun terakhir relatif rendah. Bila dalam periode 1979–83 (Pelita III) laju pertumbuhan produksi komoditas pangan utama ini mencapai 7,7% per tahun, dalam periode 1984–88 (Pelita IV) turun menjadi 2,4% dan dalam periode 1989–93 (Pelita V) turun lagi menjadi 1,9%.

Sementara itu, permintaan terhadap padi dari tahun ke tahun cenderung naik sejalan dengan laju peningkatan jumlah penduduk. Dalam lima tahun terakhir, laju pertumbuhan kebutuhan padi dilaporkan 3,6% per tahun, sementara laju pertumbuhan produksi hanya 1,9%. Hal ini mengisyaratkan bahwa produksi padi perlu lebih dipacu agar swasembada beras dapat dipertahankan.

Kenyataan menunjukkan, kendala peningkatan produksi padi akhir-akhir ini makin beragam, baik kendala biotik maupun abiotik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan senantiasa berupaya memecahkan masalah tersebut melalui penelitian. Beberapa hasil penelitian yang dikemukakan dalam publikasi ini diharapkan dapat dijadikan alternatif bagi pemecahan masalah peningkatan produksi padi dalam kaitannya dengan upaya pelestarian swasembada beras dan peningkatan pendapatan petani.

Bogor, Mei 1995

Kepala Pusat Penelitian dan
Pengembangan Tanaman Pangan



Dr. Achmad M. Fagi

Tantangan Produksi Padi

Upaya untuk mempertahankan swasembada beras yang dicapai sejak tahun 1984 dihadapkan kepada berbagai tantangan, baik fisik, biologis, maupun sosial-ekonomi. Kemarau panjang yang terjadi pada tahun 1991, misalnya, telah menurunkan laju produksi padi sekitar 1%. Serangan hama wereng coklat pada tahun 1986 dan penggerek batang pada tahun 1989 bahkan menekan produksi sampai 2%.

Laju peningkatan jumlah penduduk yang masih relatif tinggi, penyusutan lahan subur untuk keperluan pembangunan nonpertanian, pemerataan, dan keterjaminan pangan merupakan isu yang sering dilontarkan yang secara langsung berkaitan erat dengan upaya untuk melestarikan swasembada beras. Sementara itu, Undang-undang Budi Daya yang memberi peluang kepada petani untuk bebas memilih komoditas yang diinginkannya merupakan tantangan yang perlu pula diantisipasi, mengingat padi bukanlah komoditas yang bernilai ekonomi tinggi. Demikian pula halnya dengan rendahnya minat generasi muda untuk terjun ke bidang pertanian tanaman pangan serta era globalisasi yang mendorong timbulnya persaingan yang lebih ketat yang menuntut efisiensi tinggi.





Karena pertimbangan ekonomi, sebagian petani menanam jeruk atau mangga di lahan sawah beririgasi (kiri). Sementara itu, sebagian lahan sawah produktif, terutama di Jawa dan Bali, telah pula beralih fungsi menjadi jalan raya, perumahan, dan industri (bawah).





Pertanaman padi yang mengalami kekeringan di daerah Subang. Dalam lima tahun terakhir sudah dua kali terjadi kemarau panjang yang menyebabkan turunnya produksi padi.

Tantangan tersebut harus dihadapi dengan menggali potensi sumber daya dan memanfaatkan peluang yang ada seperti peningkatan intensitas tanam serta pemanfaatan lahan yang selama ini digolongkan marginal, seperti lahan kering dan rawa, melalui penggalian dan penerapan teknologi maju. Senjang hasil yang cukup tinggi antarlokasi dan bahkan antarpetani di satu lokasi menyiratkan bahwa peningkatan produksi masih dapat diupayakan melalui identifikasi masalah secara tepat dan penerapan teknologi spesifik lokasi.

Pemantapan sistem produksi padi memerlukan dukungan informasi dan teknologi hasil penelitian secara sinambung karena penerapan suatu teknologi dapat saja menimbulkan masalah baru yang harus dipecahkan melalui teknologi baru yang lebih unggul. Penerapan varietas unggul PB26 secara luas dua dekade yang lalu, misalnya, dimaksudkan untuk meredam serangan hama wereng coklat yang menimbulkan kerusakan hebat pada pertanaman padi. Tetapi kemudian timbul biotipe baru dari hama tersebut yang dikenal dengan nama biotipe 2 yang mematahkan ketahanan PB26, namun kemudian dapat dikendalikan dengan penanaman PB36.

Laju Peningkatan Produksi Padi

Sampai saat ini, Jawa dengan pangsa luas panen sekitar 50% masih merupakan produsen beras utama yang menyumbang sekitar 60% produksi beras nasional (Tabel 1). Hal ini berkaitan erat dengan relatif lebih subur-nya lahan di Jawa di samping ketersediaan pengairan yang juga lebih luas (Tabel 2).

Ekosistem pertanian di luar Jawa umumnya didomi-nasi oleh lahan marginal dengan tingkat produktivitas rendah yang meliputi lahan tadah hujan, lahan kering, dan rawa. Pada ekosistem ini, teknologi yang spesifik lokasi masih belum tersedia, atau kalau pun tersedia, komponen yang komplementer belum ada. Di samping itu, informasi tentang potensi sumber daya pertanian untuk dikembang-kan umumnya belum lengkap serta sumber daya manusia untuk menerapkan atau mengembangkan teknologi masih terbatas sebagaimana halnya dengan masih sangat terbatasnya sarana dan prasarana yang menunjang pe-nerapan teknologi.

Peningkatan produksi padi dicapai melalui peningkat-an produktivitas dan luas panen yang mencakup pem-bukaan areal baru dan peningkatan intensitas tanam. Selama Pelita V (1989–93) laju pertumbuhan produksi padi dilaporkan sebesar 1,94% per tahun yang didukung oleh laju pertumbuhan areal panen sebesar 1,20% dan pe-ningkatan produktivitas 0,70% per tahun. Angka ini lebih rendah bila dibandingkan dengan laju pertumbuhan yang terjadi pada Pelita III dan IV (Tabel 3).

Tabel 1. Pangsa luas panen dan produksi padi menurut wilayah di Indonesia, 1988 dan 1993.

Uraian	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Sulawesi	Daerah lain
Pangsa luas panen (%)					
1988	51,37	25,03	8,52	9,43	5,64
1993	50,09	25,43	8,97	9,80	5,71
Pangsa produksi (%)					
1988	60,20	21,01	4,84	8,73	5,22
1993	58,73	21,75	5,14	9,09	5,28
Pertumbuhan pangsa (%)					
Luas panen	-1,28	0,40	0,45	0,37	0,07
Produksi	-1,47	0,74	0,30	0,36	0,06

Sumber: Biro Pusat Statistik (1989 dan 1993).

Tabel 2. Perkembangan luas lahan sawah (dalam '000 ha) di Indonesia, 1988–93.

Pulau	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Jawa						
• Sawah berpengairan	2.523,15	2.534,50	2.535,66	2.546,12	2.572,46	2.585,70
• Sawah tadah hujan dan lahan basah lainnya	920,24	911,05	884,86	873,41	851,60	844,56
Sumatera						
• Sawah berpengairan	860,63	870,35	899,91	910,08	928,34	995,80
• Sawah tadah hujan dan sawah lainnya	1.367,99	1.387,00	1.314,55	1.309,18	1.424,77	1.519,28
Kalimantan						
• Sawah berpengairan	173,98	187,81	206,81	139,91	157,58	157,42
• Sawah tadah hujan dan sawah lainnya	1.061,28	1.094,50	1.143,32	1.162,52	1.155,85	1.093,75
Sulawesi						
• Sawah berpengairan	452,20	486,12	496,94	528,59	530,58	538,68
• Sawah tadah hujan dan sawah lainnya	329,42	345,15	320,06	336,87	351,54	328,13
Bali dan Nusa Tenggara						
• Sawah berpengairan	305,38	308,66	308,41	307,46	311,51	320,14
• Sawah tadah hujan dan sawah lainnya	106,43	101,25	105,01	100,83	109,07	115,60
Indonesia						
• Sawah berpengairan	4.315,34	4.387,44	4.447,73	4.432,17	4.500,47	4.597,74
• Sawah tadah hujan dan sawah lainnya	3.785,36	3.838,95	3.767,80	3.782,81	3.892,83	3.901,32
• Total lahan sawah	8.100,70	8.226,39	8.215,53	8.214,98	8.393,30	8.499,06

Sumber: Biro Pusat Statistik (1988–93), data diolah

Tabel 3. Perkembangan luas panen, produksi, dan hasil padi dalam Pelita V (1989–93) serta laju pertumbuhannya pada Pelita III, IV, dan V.

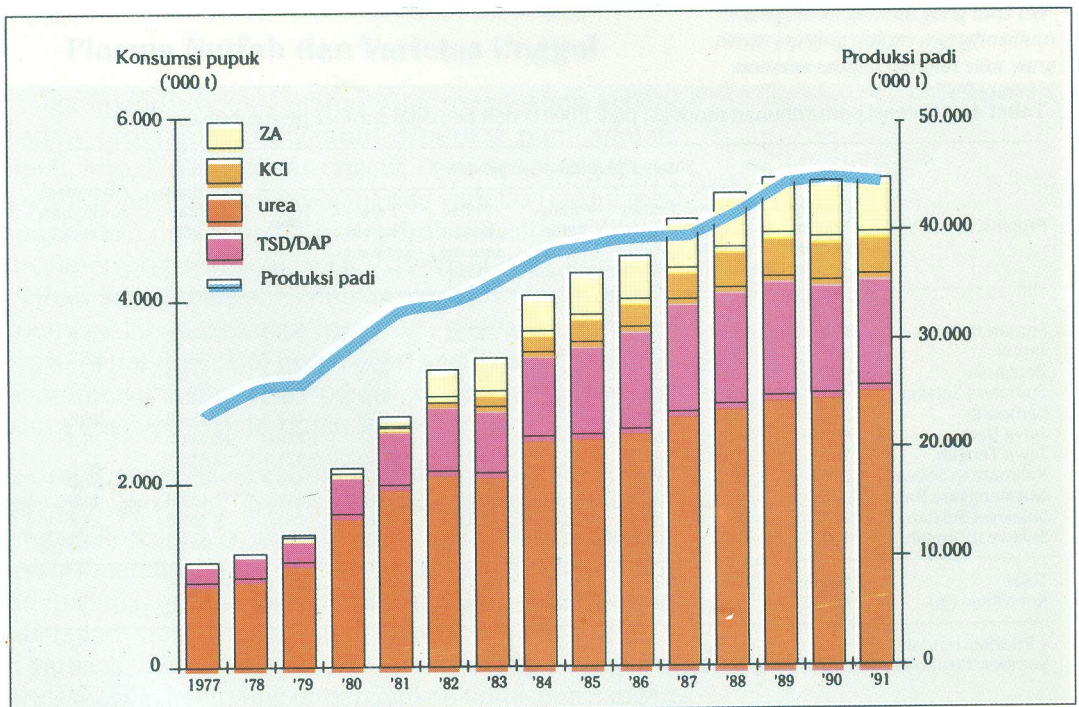
Uraian	Pelita V					Laju pertumbuhan (%/tahun)		
	1989	1990	1991	1992	1993	Pelita III	Pelita IV	Pelita V
Padi sawah								
Luas panen ('000 ha)	9.374,90	9.377,50	9.168,50	9.799,10	9.806,86	1,05	1,49	1,19
Produksi ('000 t)	42.371,30	42.825,30	42.330,90	45.413,60	45.558,93	7,70	2,33	1,88
Hasil (t/ha)	4,52	4,57	4,62	4,63	4,65	6,71	0,87	0,71
Padi gogo								
Luas panen ('000 ha)	1.156,30	1.124,90	1.113,00	1.304,20	1.205,88	1,16	0,02	1,47
Produksi ('000 t)	2.354,30	2.353,50	2.357,30	2.826,40	2.622,15	6,74	2,96	3,20
Hasil (t/ha)	2,04	2,09	2,12	2,17	2,17	5,92	3,17	1,56
Total lahan								
Luas panen ('000 ha)	10.531,20	10.502,40	10.281,50	11.103,30	11.012,74	1,06	1,29	1,20
Produksi ('000 t)	44.725,60	45.178,80	44.688,20	48.240,00	48.181,08	7,73	2,36	1,94
Hasil (t/ha)	4,25	4,30	4,35	4,34	4,37	6,55	1,07	0,70

Sumber: Biro Pusat Statistik (1983, 1988, dan 1993), data diolah.

Sejalan dengan pelandaian laju produksi, keuntungan setiap unit masukan (*input*) pun ternyata menurun pula. Hal ini terlihat dari semakin tingginya konsumsi pupuk yang tidak diikuti oleh laju peningkatan produksi yang seimbang sehingga menyebabkan semakin menurunnya keuntungan bersih yang diterima petani dari setiap unit pupuk yang digunakan (Gambar 1).

Peningkatan produksi perlu ditempatkan sebagai "sasaran antara" dalam upaya meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani. Beberapa faktor lain seperti tingkat produksi dan harga produk serta biaya produksi sangat menentukan keuntungan bersih yang dapat mereka raih. Rendahnya efisiensi produksi dan kurang sesuai harga dasar akan mempengaruhi tingkat pendapatan petani. Adakalanya pula harga dasar tidak dapat diterapkan secara penuh karena rendahnya kualitas gabah/beras yang dihasilkan petani.

Gambar 1. Kecenderungan produksi padi dan kaitannya dengan konsumsi pupuk.
 Sumber: Biro Pusat Statistik (1981, 1985, 1989, dan 1993).



Identifikasi Sumber Pertumbuhan Produksi Padi

Tantangan yang dihadapi dalam upaya meningkatkan produksi padi yang dikaitkan dengan ketersediaan teknologi, telah mendorong peneliti untuk melakukan suatu studi sumber pertumbuhan padi. Studi ini bertujuan untuk mengetahui potensi, kendala dan peluang suatu daerah bagi pertumbuhan produksi padi. Kegiatan yang dilakukan mencakup studi referensi (*desk study*) dan survei, yang melibatkan suatu tim peneliti interdisiplin, di sebelas propinsi terpilih di Indonesia.

Melalui perhitungan indeks pertanaman, pencetakan sawah baru, produktivitas, senjang hasil, dan kehilangan hasil yang terjadi, di samping potensi dan peluang peningkatan produksi berdasarkan teknologi tersedia, maka total peningkatan produksi yang dapat diharapkan dari kesebelas propinsi ini adalah 8,67 juta ton gabah per tahun (Tabel 4). Potensi pertumbuhan produksi terbesar (47%) diperoleh dari peningkatan intensitas tanam, diikuti oleh penekanan kehilangan hasil (19%), penekanan senjang hasil (14%), dan peningkatan produktivitas (12%).

Tabel 4. Potensi pertumbuhan produksi padi ('000 t) dari berbagai sumber pertumbuhan.

Propinsi	Sumber pertumbuhan produksi						Total	Produksi tahun 1989	Persentase tambahan produksi
	Peningkatan intensitas tanam	Pencetakan sawah baru	Peningkatan produktivitas	Peningkatan stabilitas hasil	Penekanan senjang hasil	Penekanan kehilangan hasil			
Sumatera Utara	685,1	109,3	79,5	-	77,2	11,2	962,2	2.544,6	37,8
Jambi	355,7	30,2	32,0	-	17,6	17,5	452,5	491,0	92,2
Bengkulu	86,6	26,9	38,2	2,4	40,0	16,3	210,5	259,8	77,2
Sumatera Selatan	432,2	61,4	53,2	-	85,0	51,3	683,3	1.333,7	51,2
Lampung	242,0	152,6	34,9	-	19,5	43,8	492,8	1.289,4	38,2
Jawa Barat	667,3	143,1	256,2	-	186,6	496,7	1.750,0	10.331,2	16,9
Jawa Tengah	781,8	16,0	239,3	82,7	186,5	714,9	2.021,1	7.814,5	25,9
Kalimantan Selatan	276,6	79,1	16,1	0,2	35,9	80,9	488,8	926,6	52,8
Nusatenggara Barat	75,6	1,1	134,2	6,9	234,1	0,0	451,9	1.113,8	40,6
Sulawesi Selatan	273,3	57,8	136,4	28,6	180,9	110,5	787,5	3.308,0	23,8
Sulawesi Tengah	104,3	99,4	3,0	10,6	111,2	42,0	370,4	385,2	96,2
Total	3.980,5	776,9	1.023,0	131,4	1.174,0	1.585,2	8.671,0	29.797,6	
Kontribusi (%)	46,87	8,96	12,05	1,55	13,54	18,67	100,00		

- Prioritas rendah

Sumber: Puslitbang Tanaman Pangan (1991a).



Plasma Nutfah dan Varietas Unggul

Tiga faktor produksi utama yang mendukung keberhasilan program peningkatan produksi padi adalah pupuk, irigasi, dan varietas unggul. Daya hasil yang tinggi dan umur yang pendek (genjah) dari varietas unggul memungkinkan petani untuk memperoleh hasil yang tinggi dan panen padi lebih dari sekali dalam setahun, terutama di lahan sawah berpengairan. Selain itu, varietas unggul umumnya tahan terhadap hama dan penyakit utama sehingga dapat menekan pemakaian pestisida. Di samping dapat mengurangi biaya produksi, hal ini sangat penting artinya bagi upaya pelestarian lingkungan.

Untuk menghasilkan suatu varietas unggul dengan sifat-sifat tertentu, diperlukan koleksi plasma nutfah dengan keragaman genetik yang luas. Plasma nutfah tersebut dapat berupa varietas lokal maupun introduksi dari negara lain serta hasil persilangan. Dari 7.000 plasma nutfah padi yang dilestarikan di Bogor, baru sekitar 1.000-an varietas yang dievaluasi sifat-sifatnya. Dari jumlah ini, baru sebagian kecil yang dimanfaatkan untuk persilangan

Koleksi plasma nutfah dengan keragaman genetik yang luas berperan penting dalam menghasilkan varietas unggul dengan sifat yang diinginkan.

Tabel 5. Plasma nutfah yang telah dimanfaatkan dalam program persilangan padi.

Varietas	Tujuan
Ptb18, Ptb19, Ptb21, Mudgo, Babawe, TKM6 <i>O. Officinalis</i> , Kencana Bali, Paedai Kalibunga, dan Paedae Nggulahi	Ketahanan terhadap wereng coklat
Lemo, Si Topas, Siredep, Bengawan, Papah Aren, Rojolele, dan Baso	Ketahanan terhadap hawar daun bakteri
Salumpikit, Tera, dan Modok	Ketahanan terhadap kekeringan
Tetep, Tadukan, Carreon, Klemas, Genjah Lampung, Sirendah, dan Sibuah	Ketahanan terhadap blas
Nona Bokra	Ketahanan terhadap kegaraman
Pandanwangi dan Rojolele	Beras aromatik
Balimau Putih	Ketahanan terhadap wereng hijau, tungro
Si Topas	Ketahanan terhadap kerdil rumput
Pratao, Lengkawang, dan Progol	Daya adaptasi di dataran tinggi

Sumber : Silitonga (1994).

guna menghasilkan varietas dengan sifat-sifat yang diinginkan (Tabel 5). Karena itu kegiatan koleksi, evaluasi, dan utilisasi plasma nutfah padi dan komoditas lainnya semakin mendapat perhatian besar dalam beberapa tahun terakhir.

Sejak tahun 1987, telah berhasil dilepas sejumlah varietas unggul padi yang sebagian besar dihasilkan oleh Puslitbang Tanaman Pangan (beberapa varietas dihasilkan oleh *International Rice Research Institute* dan satu oleh Badan Tenaga Atom Nasional). Di antara varietas tersebut ada yang cocok untuk lahan sawah dataran rendah, sawah dataran tinggi, lahan rawa pasang surut, dan lahan kering (Tabel 6). Meski demikian, sebagian besar lahan sawah dewasa ini masih didominasi oleh varietas IR64 yang dilepas tahun 1986, Cisadane (dilepas tahun 1980), PB36 (tahun 1977), Krueng Aceh (1981) dan PB42 (1980). Di antara faktor yang menentukan pilihan petani akan suatu varietas adalah daya hasil yang tinggi, mutu rasa yang enak (spesifik daerah), umur genjah, bentuk dan tinggi tanaman medium seperti varietas Pelita 1/1 (tidak terlalu pendek dan tidak pula terlalu tinggi), serta tahan terhadap hama/penyakit utama seperti wereng coklat dan tungro.

Sebagian di antara varietas yang dilepas tersebut, sempat diuji coba petani lebih dulu sebelum mereka memutuskan untuk mengembangkannya lebih lanjut. Bila mereka menilai varietas baru itu belum dapat mengungguli varietas yang sudah lama mereka gunakan seperti Cisadane dan IR64, maka mereka meninggalkan varietas tersebut. Varietas Dodokan yang sebenarnya dirakit untuk padi sawah dan gogorancah, misalnya, sempat populer sebagai padi gogo di beberapa daerah di Jawa. Sementara itu, beberapa varietas unggul lain seperti Kapuas, Cisangarung, Semeru, dan IR48 dilaporkan ditanam dalam areal yang relatif luas, antara 50–100 ribu hektar.

Pada umumnya, daya hasil varietas unggul yang dilepas sejak dua dekade yang lalu relatif tidak berbeda jauh, berkisar antara 5–8 ton per hektar, tergantung lokasi dan teknik buadi daya yang digunakan oleh petani. Keragaman karakteristik varietas unggul baru tersebut terletak pada umur, rasa nasi, ketahanan terhadap hama/penyakit tertentu, dan toleransi terhadap deraan lingkungan seperti keracunan besi atau aluminium.

Berbeda dengan di lahan sawah yang 85% dari areal tanamnya telah menggunakan varietas unggul, di lahan kering belum banyak petani yang menanam varietas unggul. Varietas unggul Sentani dan Dodokan yang sempat populer beberapa saat sudah mulai menyusut areal panennya. Sebagian petani menanam PB36 dan IR64 yang sebenarnya dirakit untuk lahan sawah.

Selain daya hasil, umur, dan ketahanan terhadap hama dan penyakit, mutu fisik dan cita rasa nasi termasuk aspek utama yang dipertimbangkan dalam menghasilkan padi unggul baru. Mutu beras galur harapan B7830F-Mr-1-2-3-1 (kiri) relatif lebih baik daripada IR64 (kanan).



Tabel 6. Varietas unggul padi yang dilepas tahun 1987-94.

Varietas*	Kisaran ** hasil (t/ha)	Umur (hari)	Rasa nasi	Tahan terhadap ***
Padi sawah dataran rendah				
Dodokan ('87)	4-7	105	Enak	WCK1,2,B,BB
Jangkok ('87)	4-7	100	Enak	WCK1,2,B,BB
Ciliwung ('88)	5-8	121	Enak	WCK1,2,WH,T
Walanai ('89)	5-8	125	Sedang	WCK1,BB,BD
Lusi ('89)	5-8	135	Ketan	WCK1,2,BB,BD
Way seputih ('89)	5-8	125	Enak	WCK1,2,BB
IR66 ('89)	5-8	115	Sedang	WCK1,2,WH,T
IR70 ('89)	5-8	130	Kurang	WCK1,2,SU
IR72 ('89)	5-8	120	Kurang	WCK1,2,SU
IR74 ('91)	5-7	115	Enak	WCK1,2,WH,WPP,B,BB,T
Cenranae ('91)	5-8	115	Kurang	WCK1,2,WH,B,BB,T
Lariang ('91)	5-8	115	Sedang	WCK1,2,3,SU,BB,T
Barumun ('91)	5-8	130	Enak	WCK1,2,3,SU,BB,T
Atomita 4 ('91)	5-8	120	Enak	WCK1,2,BB,BD
Bengawan Solo ('93)	4,5-5,5	117	Enak	WCK1,2,WH,B,BB,T
IR68 ('93)	5-6	125	Kurang	WCh1,2,SU,T
Memberamo ('95)	6,1	115	Enak	BPH1,2,3
Cibodas ('95)	6,3	123	Sedang	BPH1,HDJ
Padi sawah dataran tinggi				
Batang sumani ('89)	5-8	140	Sedang	B
Padi sawah pasang surut				
Lematang ('91)	5-6	130	Kurang	Wck1,2,SU,BCD,KFe
Sei Lilin ('91)	5-6	125	Kurang	WCK,SU,KFe,BCD
Padi gogo				
Poso ('89)	3-5	120	Sedang	WCK1,2,B,BB
Laut Tawar ('89)	3-4	110	Sedang	WCK1,2,B,BB
Danau Tempe ('91)	3-5	135	Kurang	B
Situgintung ('92)	2,0-3,5	140	Enak	WCK1,2,BB,B
Gajah Mungkur ('94)	2-3	95	Sedang	B,Kkr
Kalimutu ('94)	2-3	95	Sedang	B,Kkr
Way Rarem ('94)	3-4	110	Kurang	B,KFe,KAl
Jatiluhur ('94)	2,5-3,5	105	Kurang	B,Ngn,LB

* Angka dalam kurung adalah tahun dilepas

** Kisaran hasil umum (gabah kering); hasil dapat lebih tinggi atau lebih rendah tergantung kepada beberapa faktor seperti kesuburan tanah dan pengelolaan

*** WCK1,2,3,SU = wereng coklat biotipe 1,2,3, Sumatera Utara

WH = wereng hijau

K Fe = keracunan besi

B = blas

Kkr = kekeringan

BB = bakteri hawar daun

LB = lalat bibit

BD = bakteri daun bergaris

Ngn = naungan

BCD = bercak coklat daun

T = tungro

K Al = keracunan aluminium

WPP = wereng punggung putih

HDJ = hawar daun jingga

Sumber : Puslitbang Tanaman Pangan (1993b) dan Harahap *et al.* (1995).

Akhir-akhir ini, Perum Perhutani dan Direktorat Jenderal Perkebunan berupaya memanfaatkan lahan di antara tanaman perhutanan dan karet muda untuk ditanami padi dan palawija. Empat varietas padi yang dihasilkan oleh peneliti Puslitbang Tanaman Pangan yang dikembangkan untuk lingkungan itu adalah Gajah Mungkur, Kalimutu, Way Rarem, dan Jatiluhur.

Gajah Mungkur dan Kalimutu berumur sangat genjah yaitu antara 90–95 hari (sekitar 15 dan 25 hari lebih genjah daripada Dodokan dan IR64) dan toleran kekeringan. Karena itu varietas ini cocok untuk dikembangkan di daerah beriklim kering seperti Nusatenggara yang periode basahnya relatif pendek.

Varietas Way Rarem berdaya hasil tinggi serta toleran terhadap keracunan aluminium dan besi. Dalam pengujian di antara tanaman karet muda (berumur 19 bulan) di Bengkulu, varietas ini mampu memberi hasil rata-rata 3,8 ton per hektar. Varietas Jatiluhur, selain berdaya hasil tinggi juga toleran terhadap naungan sehingga cocok untuk ditanam di antara tanaman perhutanan dan

Way Rarem, varietas unggul padi gogo yang berdaya hasil tinggi, tahan penyakit blas, toleran keracunan aluminium, dan prospektif dikembangkan diantara tanaman perkebunan yang masih muda.



perkebunan. Pengujian di beberapa lokasi hutan jati Perum Perhutani di Jawa Timur menunjukkan bahwa varietas ini memberi hasil antara 2–4 ton per hektar, sekitar 30% lebih tinggi daripada varietas pembanding Dodokan. Pengembangan varietas ini lebih lanjut perlu diantisipasi dengan cermat, terutama dalam kaitannya dengan penyakit blas yang perubahan ras atau strainnya dapat terjadi dalam waktu yang relatif pendek (1–2 tahun). Penggunaan varietas yang sama lebih dari dua kali tanam berturut-turut perlu dihindari.

Pengembangan varietas unggul di lahan rawa, baik di lahan pasang surut maupun lebak, belum berlangsung seperti yang diharapkan. Padahal penelitian di Karang Agung, Sumatera Selatan, telah membuktikan bahwa beberapa varietas unggul seperti Kapuas, Cisanggarung, Lematang, dan Sei Lilin cocok untuk dikembangkan pada ekosistem ini. Bahkan dua varietas terakhir merupakan hasil seleksi di lahan pasang surut dan dilepas secara resmi pada tahun 1991. Kedua varietas ini cukup toleran terhadap kemasaman tanah dan keracunan besi di samping berdaya hasil tinggi, antara 4–5 ton per hektar.

Padi gogo varietas Jatiluhur toleran terhadap naungan. Di beberapa lokasi hutan jati di Jawa Timur, hasilnya 2–4 t/ha atau sekitar 30% lebih tinggi daripada varietas Dodokan.





Varietas Sei Lilin cocok dikembangkan pada ekosistem pasang surut. Varietas ini toleran terhadap kemasaman tanah dan keracunan besi dengan hasil sekitar 5 t/ha.

Efisiensi Penggunaan Pupuk

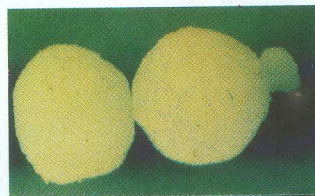
Selama 15 tahun terakhir, konsumsi pupuk nasional meningkat sekitar 16% per tahun. Sebagian besar pupuk tersebut (sekitar 70%) digunakan untuk padi sawah. Bila dibandingkan antara data konsumsi pupuk dan produksi padi maka terlihat bahwa efisiensi penggunaan masukan ini perlu mendapat perhatian yang lebih besar, apalagi bila dikaitkan dengan kebijaksanaan pemerintah untuk secara bertahap mengurangi subsidi pupuk.

Pemupukan Nitrogen

Mineral tanah tidak mengandung unsur N sehingga tanaman padi sangat tanggap terhadap pemupukan N. Tanaman padi dapat menyerap N dalam bentuk amonium (NH_4^+) atau nitrat (NO_3^-). Amonium bersifat labil di lapisan oksidasi tetapi stabil di lapisan reduksi sedangkan nitrat sebaliknya. Volatilisasi nitrat di lapisan reduksi terjadi akibat respirasi ganggang hijau/biru di lapisan oksidasi.

Dengan menggunakan N^{15} , kehilangan N telah diteliti di Sukamandi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volatilisasi NH_3 dari pemupukan dasar 10 hari setelah tanam mencapai 31% dari takaran 87 kg N/ha. Pembenaan pupuk N sampai kedalaman 7 cm dapat menekan kehilangan N sampai mencapai 10%. Dalam penelitian ini juga terlihat bahwa volatilisasi N_2O dan N_2 karena denitrifikasi hanya 0,07–0,08%.

Urea supergranular (USG) dan urea briket atau tablet dibuat untuk memudahkan pembenaan pupuk ini ke dalam tanah. Penelitian tentang volatilisasi NH_3 pada padi sawah menyimpulkan bahwa (1) jenis tanah mempengaruhi volatilisasi NH_3 dari urea, amonium sulfat (AS) dan USG; (2) genangan air macak-macam menekan volatilisasi NH_3 dari urea, tetapi tidak berpengaruh terhadap volatilisasi NH_3 dari AS dan USG; (3) volatilisasi NH_3 paling tinggi terjadi pada urea (diberikan tiga kali), diikuti oleh AS (diberikan tiga kali) dan terendah dari USG (diberikan satu kali, basal); (4) pemberian pupuk kandang 1–2 ton per hektar dapat menekan volatilisasi NH_3 dari urea, tetapi agak kurang pada AS dan USG. Superioritas USG dibandingkan dengan urea, konsisten pada tanah Latosol, tanah



Kehilangan pupuk N karena volatilisasi cukup tinggi. Berbagai bentuk pupuk urea ini dibuat untuk tujuan meningkatkan efisiensi pemupukan melalui pembenaan.



Aplikasi urea tablet di salah satu areal pertanian padi di Jalur Pantura Jawa Barat.

Grumosol dan Planosol. Pada tanah Aluvial dan Podsolik, USG lebih efektif daripada urea bila diberikan pada varietas berumur genjah. Selain itu, pemupukan USG atau urea briket pada takaran lebih rendah (58–87 kg/ha) memberi hasil gabah sebanding dengan yang dipupuk urea pada takaran yang lebih tinggi (87–116 kg/ha).

Penelitian pemupukan N lainnya dilakukan di 54 lokasi pada beberapa jenis tanah utama (Tabel 7). Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian tersebut adalah:

1. Untuk mendapatkan hasil maksimum, tanpa mempertimbangkan faktor ekonomis dan keseimbangan hara, pada enam jenis tanah utama diperlukan takaran pupuk di atas 90 kg/ha.
2. Urea briket dan urea yang dilarutkan yang pemberiannya dilakukan secara dibenamkan meningkatkan efisiensi N antara 5–28%; tanggapan terendah diperoleh dari tanah Latosol yaitu 5–8% dan tanggapan tertinggi pada tanah Regosol, 13–28%.
3. Kecuali pada jenis tanah Mediteran, pemberian urea briket satu kali dapat menggantikan pemakaian urea pril dua kali dengan kenaikan hasil antara 1–7%.

4. Pemberian urea briket dua kali, secara teknis menghasilkan efisiensi pemupukan N tertinggi pada semua jenis tanah.

Dari rangkaian percobaan tersebut, disimpulkan pula bahwa tanggapan hasil padi terhadap pemupukan N dipengaruhi oleh ciri tanah. Tingkat hasil tanpa pemupukan N dipengaruhi oleh C-organik dan KTK tanah. Tingkat tanggapan pada takaran rendah dipengaruhi oleh C-organik tanah, sedangkan stabilitas tanggapan pada takaran yang berbeda dipengaruhi oleh liat dan pH tanah.

Tabel 7. Bentuk dan takaran N maksimum untuk menghasilkan gabah maksimum di enam jenis tanah utama, 1989/90.

Tipologi	Bentuk pupuk*	Hasil relatif (t/ha)	Takaran N maksimum (kg/ha)	Hasil relatif maksimum (t/ha)
Aluvial (22 lokasi)	UP 2x	5,43 (100)	-	-
	UD 1x	5,37 (99)	118	5,51 (102)
	UD 2x	5,80 (107)	93	5,83 (107)
	UB 1x	5,60 (103)	114	5,68 (105)
	UB 2x	6,19 (114)	96	6,21 (115)
Podsolik (11 lokasi)	UP 2x	5,04 (100)	-	-
	UD 1x	5,02 (100)	141	5,34 (106)
	UD 2x	5,33 (106)	139	5,73 (114)
	UB 1x	5,37 (107)	141	5,74 (114)
	UB 2x	5,56 (110)	124	5,96 (118)
Grumosol (6 lokasi)	UP 2x	6,06 (100)	-	-
	UD 1x	5,44 (90)	103	5,54 (91)
	UD 2x	6,46 (107)	100	6,51 (108)
	UB 1x	6,13 (101)	180	6,78 (112)
	UB 2x	6,94 (115)	133	7,57 (125)
Regosol (8 lokasi)	UP 2x	5,81 (100)	-	-
	UD 1x	6,28 (108)	116	6,39 (110)
	UD 2x	6,56 (113)	139	6,88 (118)
	UB 1x	6,16 (106)	157	6,17 (106)
	UB 2x	7,44 (128)	92	7,45 (128)
Latosol (5 lokasi)	UP 2x	6,40 (100)	-	-
	UD 1x	5,94 (93)	94	6,01 (94)
	UD 2x	6,69 (105)	142	6,96 (109)
	UB 1x	6,66 (104)	114	6,75 (105)
	Mediterran (2 lokasi)	UP 2x	5,41 (100)	-
UD 1x		4,73 (87)	200	5,47 (101)
UD 2x		6,10 (113)	95	6,13 (113)
UB 1x		5,03 (93)	174	5,66 (105)
UB 2x		6,38 (118)	96	6,40 (118)

* Pada takaran 90 kg N/ha

UP = urea pril; UD = urea dilarutkan dalam air; UB = urea briket

Angka dalam kurung menyatakan persentase

Sumber: Puslitbang Tanaman Pangan (1991b).

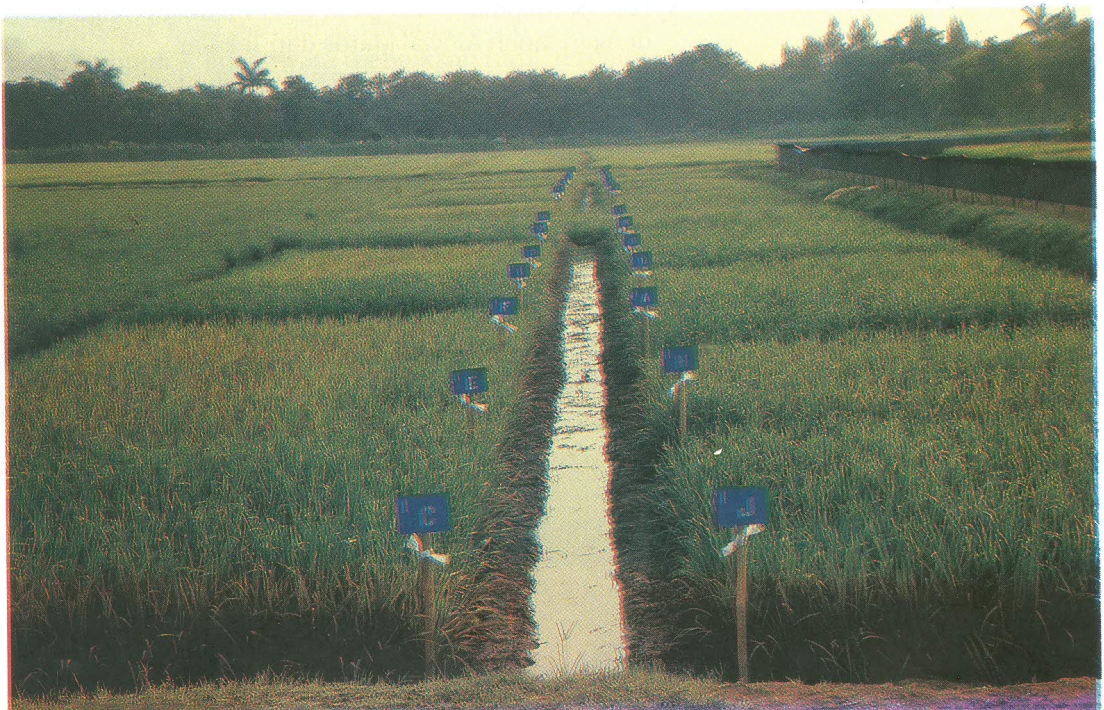
Pemupukan Fosfat

Pelaksanaan program intensifikasi dari tahun ke tahun telah menyebabkan terakumulasinya fosfat di sebagian besar lahan sawah di Jawa. Walaupun konsumsi TSP lebih rendah dari urea, subsidi pupuk ini cukup besar karena semua bahan baku pembuatannya diimpor. Upaya untuk meningkatkan efisiensi dan penghematan TSP dapat dilakukan melalui rasionalisasi pemupukan fosfat, ameliorasi tanah dengan bahan organik dan sulfur, teknik budi daya yang tepat, dan penggunaan sumber fosfat lain.

Penelitian efisiensi fosfat tahun 1989/90 di beberapa jenis tanah utama yang mewakili sentra produksi di Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi menyimpulkan bahwa pemupukan fosfat:

- hanya efektif di tanah masam dan alkalin yang kurang mendapat pemupukan fosfat pada tahun-tahun sebelumnya; pada tanah ini takaran fosfat optimum adalah 22,5 kg P_2O_5 /ha;
- efektif di tanah masam yang mendapat pemupukan fosfat cukup pada tahun-tahun sebelumnya tetapi tanah tidak selalu tergenang air (tadah hujan); takaran fosfat optimum adalah 22,5 kg P_2O_5 /ha.

Pada sebagian lahan sawah intensifikasi telah terjadi akumulasi pupuk P di tanah. Hasil penelitian menunjukkan, pada kondisi tersebut pupuk TSP tidak perlu diberikan pada setiap musim tanam.



Pengaruh pemupukan jangka panjang telah pula diteliti di tanah Podsolik Jawa Barat dan Aluvial Sulawesi Selatan. Kesuburan tanah Podsolik makin meningkat setelah disawahkan selama 10 tahun (pH tanah naik dari 4,7 menjadi 5,6). Pemupukan TSP secara terus-menerus selama enam tahun meningkatkan P tanah tersedia dan dapat digunakan oleh tanaman berikutnya selama empat musim atau lebih. Di tanah Aluvial, tanaman padi yang tidak dipupuk selama dua musim berturut-turut memberi hasil sebanding dengan yang dipupuk TSP terus-menerus. Ini menunjukkan bahwa di tanah Aluvial pantai barat Sulawesi Selatan telah terjadi akumulasi pupuk P sehingga mampu menyediakan P dalam jangka panjang.

Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat menyusun anjuran pemupukan P sesuai dengan tingkat akumulasi fosfat (Tabel 8). Pengaruh residu P terhadap hasil gabah dapat pula dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan tentang pemupukan TSP. Penelitian yang dilakukan di tanah Aluvial, Latosol, dan Mediteran Sulawesi Selatan menyimpulkan bahwa:

- Pada tanah Aluvial Maros dan Takalar, residu TSP masih berpengaruh sampai musim tanam keempat. Pada musim tanam kelima, varietas IR64 yang digunakan memerlukan TSP dengan takaran 50–100 kg/ha.
- Pada tanah Mediteran Bone, IR64 memerlukan pemupukan TSP selang semusim.
- Pola pemupukan TSP pada tanah Latosol Sinjai sama dengan tanah Aluvial Maros dan Takalar.

Sumber fosfat (TSP, *PARP-Partially Acidulate Rock Phosphate*, dan fosfat alam lokal asal Ciamis) telah diuji efektivitasnya pada tanah Podsolik di Sukamandi dan

Tabel 8. Status fosfat tanah sawah intensifikasi (terekstrak HCl 25%) di Jawa, 1988.

Kadar fosfat tanah (mg P ₂ O ₅ /ha)	Kriteria akumulasi	Luas sawah (juta ha)	Takaran anjuran (kg TSP/ha)	Interval pemupukan
< 20	rendah	0,54	100–125	Setiap musim
20–40	sedang	1,66	75	Setiap dua musim
> 40	tinggi	1,45	50	Setiap empat musim

Sumber: Badan Litbang Pertanian (1993).

Tabel 9. Pengaruh takaran P dari berbagai sumber terhadap hasil padi sawah (t/ha) di tanah Podsolik Merah Kuning.

Sumber P	Takaran pupuk (kg/ha)	Rangkasbitung (Cisadane)	Sukamandi (PB36)
Tanpa pupuk	0	2,96	4,76
Tanpa P	0	3,88	6,34
TSP	10	5,42	6,50
	20	5,22	6,68
	30	5,22	6,68
PARP 50%	10	4,82	6,58
	20	4,84	6,72
	30	5,18	6,46
Fosfat alam (Ciamis)	20	4,38	6,98
	40	5,16	6,98
	60	5,04	7,06

Sumber: Sri Adringsih *et al.* (1988).

Rangkasbitung. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa di Sukamandi yang tanahnya telah terakumulasi P, pemupukan P dari berbagai sumber tidak meningkatkan hasil padi. Di Rangkasbitung, yang belum terakumulasi P, efektivitas PARP sama dengan TSP dalam meningkatkan hasil pada takaran 10 kg P/ha (Tabel 9).

Pemupukan Kalium

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk K tidak nyata menaikkan hasil, terutama di lahan beririgasi yang airnya mengandung relatif cukup K bagi tanaman. Akan tetapi, pemberian pupuk K di tanah Vertisol Kebun Percobaan Ngale, Ngawi (Jawa Timur), yang kandungan K tertukarnya rendah (0,28 me/100 g) mampu meningkatkan hasil padi dari 3,84 ton per hektar pada perlakuan tanpa K menjadi 4,63 ton dengan perlakuan 100 kg KCl per hektar. Bahkan hasil padi meningkat menjadi 5,12 ton apabila K diberikan pada takaran 200 kg KCl per hektar. Pada percobaan itu, pemberian jerami sebesar 5 ton per hektar memberikan hasil yang setara dengan pemberian 100 kg KCl.

Penelitian lainnya di lahan sawah tadah hujan Planosol Jakenan, Pati (Jawa Tengah), juga menunjukkan bahwa pemupukan K dengan takaran 60 kg K₂O per hektar

menaikkan hasil padi dari 4,2 ton pada perlakuan tanpa K menjadi 5,1 ton per hektar. Sementara itu dilaporkan pula bahwa pemupukan K dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit dan keracunan besi.

Pupuk Organik

Pupuk organik semakin mendapat perhatian karena bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah, sebagai sumber hara mikro, dan sebagai media untuk perkembangan mikroba tanah. Selain itu, pupuk organik juga meningkatkan kemampuan tanah memegang air serta meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik.

Berbagai pupuk organik seperti azola (*Azolla* sp.), sesbania (*Sesbania rostrata*), jerami, dan pupuk kandang pada umumnya menunjukkan pengaruh positif terhadap peningkatan hasil (Tabel 10). Selain itu pemberian bahan organik juga cenderung meningkatkan kandungan Ca dan P yang tersedia bagi padi sawah. Meski demikian, pembenaman hijauan sesbania pada lahan sawah tadah hujan dapat menurunkan hasil padi gogorancan karena tanaman ini meningkatkan populasi parasit nematoda *Meloidogyne* spp. (Tabel 11).

Selain meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik, pembenaman bahan organik seperti *Azolla* sp. berpengaruh positif terhadap peningkatan hasil padi sawah irigasi.



Tabel 10. Hasil (t/ha) padi sawah varietas IR64 pada berbagai perlakuan pemupukan organik dan pupuk N di lima lokasi, MT 1989/90.

N (kg/ha)	Pupuk organik	Banyuwangi	Kepanjen	Maros	Sinjai	Rantau Panjang
0	-	3,3	4,4	3,6	5,6	4,1
0	SR	4,1	5,1	4,6	6,9	4,8
45	-	4,3	5,5	4,9	6,9	4,8
45	SR	4,8	6,1	5,3	7,2	4,9
45	JP	4,2	6,3	5,2	7,3	4,3
45	AZ	4,8	6,7	5,0	6,8	4,1
45	PK	4,6	6,1	5,4	6,8	4,3
90	-	4,5	6,6	5,3	7,8	4,8
90	SR	5,0	6,7	5,3	7,8	5,1
90	JP	4,7	6,7	5,3	6,7	5,1
90	AZ	4,5	6,6	5,4	7,2	4,6
90	PK	4,3	6,4	4,9	6,1	5,3

Analisis tanah

pH	6,80	6,60	5,90	4,60	5,40
N (%)	0,19	0,26	0,13	0,31	0,14
P-bray II (ppm)	6,91	0,31	0,31	9,94	0,38
K _{dd} (me/100 g)	1,20	1,57	0,48	0,15	0,23
C-org (%)	1,90	3,00	2,70	0,80	0,90
Liat (%)	46,70	60,90	23,30	-	-
Debu (%)	49,10	29,30	61,90	-	-
Pasir (%)	4,20	9,80	14,80	-	-

SR = *Sesbania rostrata*; JP = jerami padi; AZ = Azola; PK. = pupuk kandang, masing-masing diberikan 5 t/ha.

Semua petakan mendapat perlakuan 100 kg TSP dan 100 kg KCl/ha.

Sumber: Puslitbang Tanaman Pangan (1991b).

Tabel 11. Pengaruh pembenaman biomas kacang tunggak, kedelai, dan *Sesbania rostrata* terhadap total produksi gabah dan kepadatan nematoda parasitik. KP Jakenan, 1990-92.

Pola tanam	Hasil gabah dua musim (t/ha)	Hasil biomas tiga musim (t/ha)*	Kepadatan nematoda parasitik per:		
			dm ³ tanah**	g akar**	100 g tanah***
Padi I+padi II-k. tunggak	11,8	7,8	20	0	8
Padi I-padi II-kedelai	10,9	4,4	0	297	44
Padi I-padi II- <i>S. rostrata</i>	10,4	26,2	931	119	110

Padi I = padi gogorancah

Padi II = padi walik jerami

* Biomas kacang-kacangan atau *S. rostrata*, sesuai dengan pola tanam

** Diamati pada bulan Januari 1992

*** Diamati pada bulan November 1992

Sumber: Balittan Sukamandi (1992).

Unsur Mikro

Kahat unsur mikro Zn (seng) telah diidentifikasi di beberapa daerah, yang hasil padinya tetap rendah meskipun telah diberi pupuk N, P, dan K. Di Banyuwangi, misalnya, pemupukan 300 kg urea + 200 kg TSP + 100 kg KCl pada padi sawah hanya menghasilkan gabah 1,7 ton per hektar. Akan tetapi, hasil masih dapat ditingkatkan menjadi 4,6 ton dengan perlakuan pencelupan akar bibit padi dalam suspensi ZnO 2% selama 3 menit sebelum tanam. Perlakuan ini dinilai lebih efektif daripada pemberian TSP plus (campuran TSP dengan $ZnSO_4$). Pencelupan membuat Zn lebih tersedia bagi tanaman karena kurangnya fiksasi Zn-pupuk dan kontak bahan pupuk dengan akar menjadi lebih baik.

Pengendalian Keracunan Besi pada Lahan Sawah

Kendala peningkatan produksi yang dominan pada sawah-sawah yang baru dibuka adalah keracunan besi (Fe). Dewasa ini, luas lahan sawah yang keracunan besi diperkirakan satu juta hektar. Pada kondisi keracunan yang parah, hasil tanaman sangat rendah bahkan sampai gagal berproduksi.

Dalam kondisi yang parah, tanaman padi yang keracunan besi memberikan hasil yang sangat rendah.



Tabel 12. Hasil padi dengan pemberian pupuk dan bahan amelioran pada lahan sawah bukaan baru yang keracunan besi. Bangkinang, Riau.

Perlakuan	Hasil (t/ha)
Tanpa pupuk	1,55
N, P, K	3,95
N, P, K + kapur (1 t/ha)	4,91
N, P, K + pupuk kandang (5 t/ha)	4,92
N, P, K + pupuk mikro (5 kg Cu dan 10 kg Zn/ha)	3,95

N, P, K = 90 kg N, 90 kg P₂O₅, dan 90 kg K₂O/ha.

Di lahan sawah bukaan baru di daerah irigasi Nagedang, Riau, misalnya, tanaman padi hanya mampu memproduksi 0,26 ton per hektar. Pemberian pupuk urea, TSP, dan KCl dengan takaran 90 kg N, 45 kg P₂O₅, dan 120 kg K₂O per hektar hanya meningkatkan hasil sampai 1,12 ton gabah per hektar. Bahkan, penggunaan bahan amelioran berupa pupuk kandang sebanyak 5–10 ton dan kapur 1–2 ton per hektar belum berhasil menaikkan hasil padi menjadi lebih dari 1,0 ton per hektar. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kadar Fe tanah di lokasi ini termasuk tinggi (89,5–111,3 me/100 g tanah), sementara kadar N, P, dan K tergolong rendah.

Selain kendala hara, genangan air di lahan sawah bukaan baru yang berdrainase jelek akan memperburuk kondisi lingkungan tumbuh tanaman. Di lahan sawah keracunan besi di Sitiung, Sumatera Barat, tanaman padi yang dibudidayakan dengan sistem irigasi terputus (*intermittent drainage*) dan dipupuk dengan 90 kg N, 90 kg P₂O₅ dan 90 kg K₂O/ha memberi hasil cukup tinggi, berkisar antara 4–5 ton per hektar.

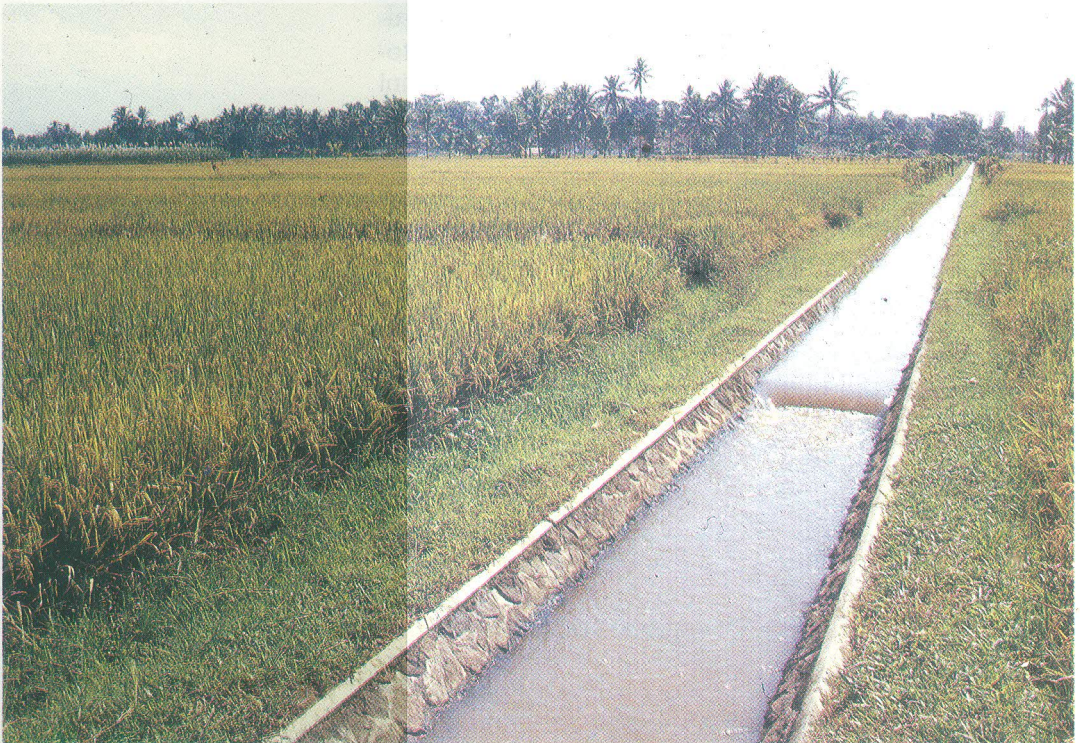
Hasil penelitian pada lahan sawah yang relatif baru dibuka di Bangkinang, Riau, menunjukkan bahwa hasil padi tanpa pupuk dan bahan amelioran hanya memberi hasil 1,55 ton per hektar. Pemupukan dengan takaran 90 kg N, 90 kg P₂O₅, dan 60 kg K₂O per hektar meningkatkan hasil sebesar 150%. Selain pupuk N, P, dan K, pemberian bahan amelioran berupa kapur sebanyak 1 ton per hektar atau pupuk kandang 5 ton per hektar mampu meningkatkan hasil lebih dari 200% di lokasi penelitian ini (Tabel 12).

Selain dengan pemupukan, ameliorasi lahan, dan pengelolaan air irigasi, keracunan besi pada tanaman padi di lahan sawah dapat pula ditekan dengan penanaman varietas toleran. Varietas Kapuas dan Sei Lilin (padi rawa pasang surut) dan Batang Ombilin (padi sawah dataran tinggi) tampaknya dapat beradaptasi baik pada lahan sawah yang baru dibuka.

Pengelolaan Air

Sampai saat ini masih terlihat bahwa air pengairan yang tersedia belum dimanfaatkan secara efisien. Di sepanjang saluran irigasi sekunder, misalnya, masih terjadi kehilangan air yang relatif tinggi sehingga debit air yang masuk ke petak tersier menjadi berkurang. Apabila kehilangan air itu cukup besar, maka areal tanam yang dapat diairi menjadi berkurang dan pemerataan distribusi air menjadi terganggu. Di sisi lain, petani memasukkan air ke petakan sawahnya secara berlebihan sampai mencapai tinggi genangan 10 cm.

Sistem pengairan terputus (intermittent drainage) tidak menurunkan hasil panen. Dengan sistem ini, pemakaian air irigasi dapat dihemat sehingga distribusi pengairan dapat diperluas.



Dengan sistem pengairan terputus (*intermittent drainage*), hasil panen tidak berbeda nyata dengan pengairan secara terus-menerus. Bahkan dengan sistem *stress day*, yaitu membiarkan lahan selama beberapa hari tanpa genangan setelah 2–3 hari dalam keadaan macak-macak, hasil padi tidak berkurang. Penelitian di Subang menunjukkan bahwa tanaman padi yang mengalami 2 *stress day* atau diairi 9 hari sekali tidak berbeda hasilnya dibandingkan dengan yang diairi terus-menerus (Tabel 13). Di samping itu, pengairan sampai petakan sawah dalam keadaan macak-macak dari sejak padi berumur 36 hari sampai 85 hari setelah tanam dapat menghemat air sampai 40% tanpa menurunkan hasil (Tabel 14).

Tabel 13. Pengaruh interval pengairan dan status air di petak sawah (cara pengairan tergenang diam) terhadap hasil padi varietas PB36. Ciasem (Subang, Jawa Barat), MK 1982.

Interval pengairan (hari)	Status air di petak sawah	Hasil gabah (t/ha)	
		kering panen	kering giling
Tiap hari	Tergenang terus (5 cm)	7,1	5,3
5	Dua hari tergenang, 1 hari macak-macak, 3 hari kapasitas lapang, tidak ada <i>stress day</i>	7,2	5,4
9	2 <i>stress day</i>	7,1	5,3
13	6 <i>stress day</i>	6,7	5,0
17	10 <i>stress day</i>	6,1	4,6
21	14 <i>stress day</i>	5,8	4,4

Air dimasukkan sampai kedalaman 5 cm; kebutuhan air (evapotranspirasi, limpasan dan perkolasi) rata-rata 15,7 mm/hari

Sumber: Fagi dan Sanusi (1983).

Tabel 14. Hasil padi dan efisiensi konsumsi air (rata-rata dari varietas PB36, PB52, PB54, Bogowonto) pada beberapa pola pengairan Sukamandi (Subang, Jawa Barat), MK 1985.

Pola pengairan (hst)	Hasil gabah kering panen (t/ha)	Total konsumsi air <i>V-notch</i>		Efisiensi konsumsi air (mm/ kg gabah)
		mm	indeks	
Digenangi (5 cm) terus	7,2	675,9	100	10,7
Digenangi (7–35), macak-macak (36–50), digenangi (51–85)	7,1	596,6	88	11,9
Digenangi (7–50), macak-macak (51–85)	6,9	585,3	87	11,8
Digenangi (7–35), macak-macak (36–85)	6,8	402,5	60	17,0
Macak-macak terus	7,0	345,7	51	20,2

Sumber: Setiobudi (1987).

Pengendalian Hama dan Penyakit

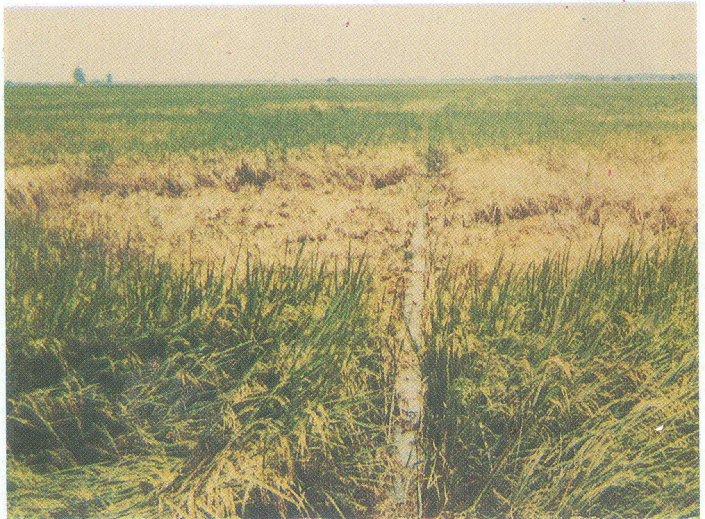
Hama penting yang sering menimbulkan kerusakan berat pada tanaman padi adalah wereng coklat, penggerek batang, tikus, dan ganjur. Sementara itu, tungro, hawar daun jingga, dan blas merupakan penyakit utama yang perlu terus diwaspadai mengingat kemampuannya yang sewaktu-waktu dapat menyebabkan kerugian besar akibat kerusakan yang ditimbulkannya.

Penyakit blas terutama dijumpai pada pertanaman padi lahan kering (gogo), tetapi sejak beberapa tahun terakhir ditemukan pula menyerang padi sawah pasang surut di Karang Agung, Sumatera Selatan. Pengendalian hama dan penyakit secara terpadu (PHT) telah menjadi komitmen pemerintah dan terus didorong pengembangannya. PHT memadukan semua cara pengendalian secara optimal, termasuk kultur teknik, penggunaan varietas tahan, penggunaan musuh alami, dan penggunaan pestisida (apabila diperlukan) secara bijaksana.

Wereng Coklat

Wereng coklat yang menimbulkan kerusakan hebat pada tahun 1970-an diketahui mempunyai kemampuan tinggi untuk berkembang dan menyesuaikan diri melalui perubahan biotipe atau populasi. Pengendaliannya dengan mengandalkan insektisida semata sangat tidak

Hama wereng coklat (kiri) seringkali mengancam bahkan menimbulkan kerusakan berat (hopperburn) pada tanaman padi (kanan).



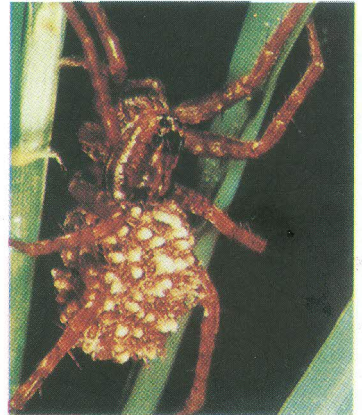
dianjurkan karena selain berbahaya bagi lingkungan juga dapat menimbulkan resurgensi. Pemakaian insektisida justru dapat mendorong perkembangan populasi hama. Pemakaian satu jenis insektisida secara terus-menerus dapat pula meningkatkan ketahanan (resistensi) populasi hama terhadap insektisida tersebut.

Di Purwokerto, Jawa Tengah, tiga pestisida yang dianjurkan untuk mengendalikan wereng coklat, yaitu BPMC, MIPC, dan karbaril ternyata memperlihatkan efektivitas yang rendah. Tanaman padi pada petakan yang diberikan perlakuan pestisida ini menderita kerusakan berat (*hopperburn*) sebagaimana halnya dengan petakan tanpa perlakuan pestisida. Rendahnya efektivitas pestisida tersebut diduga disebabkan oleh relatif tingginya tingkat ketahanan wereng coklat populasi Purwokerto terhadap ketiga pestisida. Hal yang sama terlihat di Banyuwangi, di mana wereng asal daerah ini tahan terhadap isoprokarp dan karbaril. Karena itu, pergiliran insektisida perlu dilakukan, terutama di daerah seperti Purwokerto dan Banyuwangi.

Pemupukan K dan Si pada padi sawah irigasi dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap wereng coklat. Sebaliknya, pemberian pupuk N secara berlebihan dapat menurunkan ketahanan tanaman.

Pengendalian hama secara hayati dengan menggunakan musuh alami semakin mendapat perhatian besar akhir-akhir ini. Penggunaan musuh alami seperti laba-laba (*Lycosa* sp.) dan *Cyrtorhinus* sp. cukup penting dalam menekan populasi wereng coklat pada generasi pertama atau pada populasi agak rendah. Penelitian di rumah kaca menunjukkan bahwa laba-laba paling efektif dalam memangsa wereng coklat, kemudian diikuti oleh *Paederus* sp. dan *Ophionea* sp. Jika predator tersebut digabung, maka kemampuannya memangsa wereng coklat akan meningkat.

Tiga pendekatan yang dapat digunakan dalam pengendalian hama secara hayati adalah dengan mengimpor, memperbanyak untuk inondasi, dan memanipulasi musuh alami. Impor musuh alami untuk mengendalikan hama padi, belum pernah dilakukan sampai saat ini. Perbanyak musuh alami sudah dimulai sejak beberapa tahun yang lalu. Di Sukamandi, misalnya, dilaporkan



Laba-laba (Lycosa sp.), salah satu musuh alami yang potensial dikembangkan untuk pengendalian hama wereng coklat.

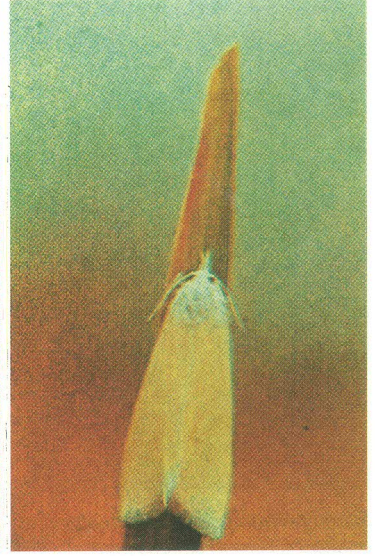
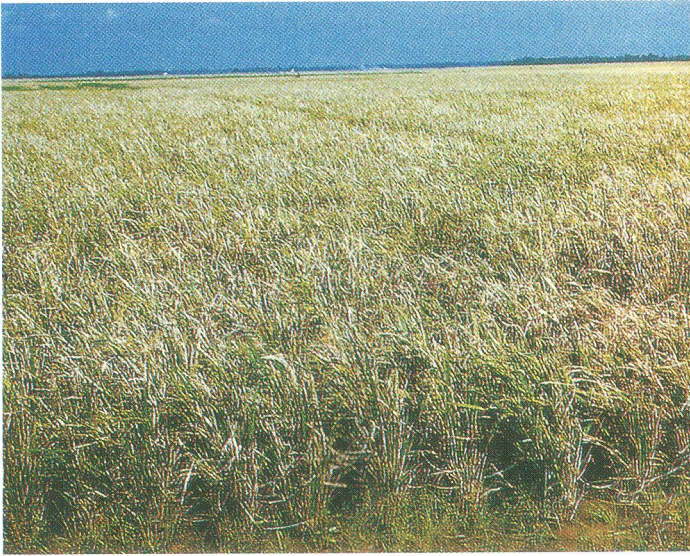
bahwa jamur patogen *Metarhizium anisopliae* dan *Hirsutella citriformis* yang berpotensi mengendalikan wereng coklat telah berhasil diperbanyak dengan media jagung pecah. Spora *M. anisopliae* diperbanyak dengan media PDA dan beras jagung, kemudian diaplikasikan ke populasi wereng coklat. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat kematian imago wereng lebih tinggi daripada nimfanya. Dilaporkan juga bahwa konsentrasi *M. anisopliae* yang efektif untuk mengendalikan hama wereng adalah 10^{10} – 10^{15} spora per hektar, diaplikasikan sebanyak dua kali. Sementara itu dilaporkan pula bahwa jenis parasitoid telur wereng yang banyak ditemukan di Jawa Barat dan Jawa Tengah adalah *Anagrus optabilis*, *A. flaveolus*, *Oligosita niais*, dan *O. aesopi*.

Pengamatan dalam beberapa tahun terakhir memperkuat perkiraan semula bahwa telah terjadi pergeseran populasi atau biotipe wereng coklat ke arah yang lebih ganas (virulen), menjurus ke biotipe 3. Populasi wereng coklat itu berasal dari Tasikmalaya (Jawa Barat), Banyumas dan Pemalang (Jawa Tengah), Lumajang dan Banyuwangi (Jawa Timur), serta Deli Serdang, Simalungun, Asahan, dan Tapanuli Selatan (Sumatera Utara).

Penggerek Batang

Ledakan populasi penggerek batang putih (*Scirpophaga innotata*) yang terjadi pada tahun 1989/90 telah menyebabkan kerusakan yang cukup besar, bahkan sebagian pertanaman padi mengalami puso. Meskipun sebab-sebab terjadinya ledakan itu belum diketahui secara jelas tetapi kuat dugaan bahwa perubahan sifat hama ini antara lain disebabkan oleh penggunaan pestisida yang tidak tepat serta kurangnya pergiliran varietas. Sementara itu terdapat pula indikasi bahwa penggerek putih mampu beradaptasi dalam ekosistem padi dengan membangkitkan mekanisme kesinambungan generasi tanpa diapause (*short cycle*). Kemampuan hama ini untuk berkembang tanpa diapause disebabkan oleh tersedianya makanan secara terus-menerus akibat tertib tanam yang tidak teratur, tersedianya singgang tanaman, dan meningkatnya intensitas tanam. Di samping itu terlihat pula adanya peningkatan reproduksi dan kemampuan hidup.

Beberapa varietas yang diuji menunjukkan reaksi yang berbeda terhadap serangan penggerek batang. Sampai



Seperti halnya hama wereng, hama penggerek batang putih (kanan) perlu diwaspadai secara sinambung karena dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar.

saat ini, IR64 dinilai mempunyai tingkat ketahanan yang lebih rendah dibandingkan Cisadane dan Way Seputih. Pengamatan lainnya di Maros menunjukkan pula bahwa terdapat varietas yang rentan terhadap penggerek batang pada fase vegetatif tetapi agak tahan pada fase generatif, atau sebaliknya.

Telur penggerek batang diparasit oleh *Tetrastichus* sp., *Telenomus* sp., dan *Trichogramma* sp. tetapi belum terlihat secara jelas hubungan antara tingkat parasitisme dengan intensitas serangan penggerek. Jenis, komposisi, dan peran musuh alami penggerek padi beragam antar-lokasi. Di Bantul, Yogyakarta, misalnya, parasit telur yang dominan adalah *Trichogramma* sp. dengan tingkat parasitisme sampai 50% Di Cicurug dan Sukabumi, parasit telur yang dominan adalah *Telenomus* sp. dengan tingkat parasitisme antara 37–80% pada intensitas serangan penggerek 26%.

Beberapa cara pengendalian hama penggerek yang dapat dilakukan adalah menggunakan varietas yang relatif tahan (sampai saat ini belum ditemukan varietas yang benar-benar tahan terhadap penggerek batang), dan melalui bercocok tanam (termasuk penggunaan silika dan



Selain pemanfaatan musuh alami, aplikasi feromon sintetis juga dapat menekan perkembangan hama penggerek batang putih tanpa mencemari lingkungan.

kalium), pengaturan pola tanam, dan penggunaan insektisida seperti karbofuran.

Cara lain yang dapat dilakukan untuk mengendalikan hama penggerek batang putih adalah mengaplikasikan feromon sintetis yang mengandung senyawa Z11-18: H₂O. Senyawa ini merupakan bahan kimia yang dikeluarkan oleh serangga betina dalam memberikan signal (rangsangan) kepada serangga jantan untuk berpasangan. Pengaplikasiannya di lapang akan menyebabkan meluasnya signal yang serupa dengan yang dikeluarkan serangga betina di lingkungan lokasi aplikasi sehingga diharapkan dapat mengakibatkan terputusnya hubungan perkawinan (*mating disruption*) ngengat. Hal ini tentu akan mempengaruhi perkembangbiakan hama penggerek putih.

Dalam pengaplikasiannya, feromon sintetis dilarutkan di dalam dispenser (wadah) yang ditempatkan di areal pertanaman. Hasil penelitian di Sukamandi menunjukkan, aplikasi feromon sintetis Z11-18:H₂O pada 100 buah dispenser per hektar di areal pertanaman ternyata efektif menekan perkembangan hama penggerek putih. Hal ini tergambar dari jumlah ngengat yang terperangkap di lapang. Dengan aplikasi feromon sintetis, jumlah ngengat yang terperangkap kurang dari 30 ekor. Tanpa aplikasi, jumlah ngengat mencapai lebih dari 2000 ekor (Tabel 15). Tinggi-rendahnya populasi ngengat berkorelasi dengan komunikasi seksual ngengat. Dengan aplikasi feromon sintetis, intensitas gangguan perkawinan ngengat mencapai 99%.

Tabel 15. Efektivitas feromon sintetis dalam penggangguan komunikasi seksual hama penggerek batang padi putih. Sukamandi, 1994.

Feromon sintetis	Ngengat jantan terperangkap (ekor)		Gangguan komunikasi seksual ngengat (%)	
	0-18 hsa	19-32 hsa	0-18 hsa	19-32 hsa
Z11-18:CHO	27	6	99	96
Z11-16:CHO	674	71	0	0
Kontrol (tanpa feromon)	2.288	356	0	0

hsa = hari sesudah aplikasi

Sumber: Puslitbang Tanaman Pangan (1993).

Selain cukup efektif mengendalikan hama penggerek batang padi putih, feromon sintetis tidak mengandung senyawa yang mencemari lingkungan. Dengan demikian, feromon termasuk komponen pengendali hama yang berwawasan lingkungan, yang efektivitasnya tidak kalah daripada aplikasi insektisida yang umumnya mengandung senyawa yang dapat merusak lingkungan.

Penggunaan teknologi feromon dalam skala kecil relatif mahal, sekitar Rp120 ribu per hektar, tetapi masih setara dengan aplikasi insektisida butiran seperti yang umum dilakukan oleh sebagian petani. Bila digunakan dalam skala luas, biaya aplikasi feromon dapat ditekan.

Tungro

Di antara penyakit yang menyerang pertanaman padi, virus tungro dapat dikategorikan sebagai penyakit yang terpenting dan telah beberapa kali menimbulkan kerusakan serius. Selama 20 tahun terakhir, penyakit tungro telah



Tungro termasuk penyakit penting tanaman padi yang sering menimbulkan kerugian besar bagi petani.

meluas ke 23 propinsi yang meliputi 142 kabupaten dengan total luas pertanaman padi yang terserang hampir seperempat juta hektar. Daerah-daerah yang dianggap rawan terhadap penyakit ini adalah Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Nusatenggara Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Utara. Pengaturan waktu tanam secara tepat dalam satu hamparan yang luas serta pergiliran varietas terbukti ampuh dalam mengendalikan penyakit ini. Selain itu, pengendalian populasi serangga vektor/penularnya, wereng hijau (*Nephotettix virescens*), juga perlu dilakukan.

Beberapa jenis jamur telah diketahui merupakan parasit yang dapat membunuh wereng hijau. Jamur *Metarhizium album* dengan kepekatan 60 mg/ml dapat membunuh 13% populasi wereng hijau setelah enam hari penginokulasian. Kepekatan larutan mempengaruhi efektivitas pengendalian, karena dengan meningkatkan kepekatan sampai 100 mg/ml seluruh populasi wereng yang diteliti dapat terbunuh dalam waktu enam hari.

Penyakit Hawar Daun Jingga

Penyakit hawar daun jingga (HDJ) dilaporkan banyak menimbulkan kerusakan pada pertanaman padi, khususnya pada musim kemarau di Jalur Pantura. Puncak kerusakan tanaman terjadi pada tahun 1988, seluas 28.196



Gejala penyakit hawar daun jingga yang pernah menimbulkan kerusakan berat pada pertanaman padi di Jalur Pantura.



Selain padi gogo, penyakit blas daun (kiri) dan blas leher (kanan) juga dapat menyerang padi sawah pasang surut.

hektar. Sampai saat ini belum terdapat kesamaan pendapat di antara peneliti, apakah penyakit ini disebabkan oleh bakteri atau bukan. Pengamatan di lapang menunjukkan bahwa ketahanan varietas terhadap HDJ cukup beragam, tetapi karena patogen penyebab penyakit ini belum berhasil diisolasi, maka pengujian ketahanan varietas belum dapat dilakukan secara efektif.

Penelitian yang dilakukan di rumah kaca dan lapang memperkuat pendapat bahwa penyakit ini bukan disebabkan oleh faktor hara tetapi merupakan penyakit yang dapat ditularkan. Pada penelitian ini terlihat bahwa satu rumpun tanaman padi yang terinfeksi HDJ rata-rata dapat menginfeksi enam rumpun padi yang sehat.

Blas

Penyakit blas yang disebabkan oleh jamur *Pyricularia oryzae* merupakan penyakit utama padi gogo. Akhir-akhir ini, penyakit blas juga menyerang pertanaman padi sawah pasang surut. Berdasarkan fase pertumbuhan tanaman terserang, penyakit ini dibedakan atas blas daun dan blas leher. Dibandingkan dengan blas daun, blas leher dinilai lebih berbahaya daripada blas daun.

Perkembangan penyakit blas dipengaruhi oleh tanaman inang dan lingkungan, terutama kesuburan tanah, curah hujan, suhu, dan kelembaban udara. Penggunaan varietas tahan merupakan cara yang dianjurkan untuk mengatasi penyakit ini di samping waktu tanam yang tepat, pemupukan berimbang, dan jarak tanam yang tidak terlalu rapat. Akan tetapi, upaya untuk mendapatkan varietas tahan yang mampu bertahan lama di suatu lokasi bukanlah hal yang mudah karena perubahan ras blas yang relatif cepat. Pengamatan di beberapa lokasi menunjukkan bahwa ketahanan suatu varietas hanya sanggup bertahan 2–4 musim saja untuk kemudian dipatahkan oleh ras baru dari jamur *P. oryzae*.

Sampai saat ini telah terdeteksi 64 ras blas dan sebagian di antaranya terdapat di Sitiung, Sumatera Barat. Ras baru ditemukan di Karang Agung, Sumatera Selatan, dan di Jawa Barat. Ras-ras tersebut dilaporkan dapat menyerang varietas Lematang, Kapuas, Krueng Aceh, IR64, Cisokan dan Cisadane. Di Sitiung, ras-ras itu menyerang varietas Sentani, Tondano, Maninjau, Ranau, Arias, Bicol, dan C22. Varietas lokal Semariti dan Sirendah masih mampu bertahan terhadap infestasi ras. Karena itu program pemuliaan untuk mendapatkan varietas unggul yang mempunyai ketahanan dengan spektrum luas, antara lain dengan pemanfaatan varietas lokal, akan terus dilakukan.

Sistem Usahatani

Padi sebagai komoditas pangan utama tidak dapat memberikan keuntungan yang relatif tinggi bila diusahakan secara monokultur, apalagi dalam luasan usaha yang terbatas dan dengan intensitas tanam yang rendah pula. Untuk meningkatkan pendapatan, pengusahaan tanaman padi perlu diintegrasikan ke dalam sistem usahatani yang melibatkan beberapa komoditas dengan penerapan teknologi produksi yang efisien.

Kenyataan menunjukkan bahwa di beberapa daerah telah terjadi degradasi lahan dan lingkungan karena kurang cermatnya pengelolaan usahatani. Untuk mendukung sistem produksi terlanjutkan yang berkaitan erat dengan pelestarian lingkungan, maka perlu dikembangkan sistem usahatani yang berwawasan lingkungan.

Beberapa teknologi sistem usahatani berbasis padi dan palawija dapat dikembangkan dalam kaitannya dengan peningkatan pendapatan, keberlanjutan swasembada beras dan pencapaian swasembada pangan serta pelestarian sumber daya alam. Teknologi tersebut meliputi beberapa agroekosistem utama seperti lahan sawah irigasi, lahan sawah tadah hujan, lahan rawa, dan lahan kering.

Agroekosistem Lahan Sawah Irigasi

Minapadi

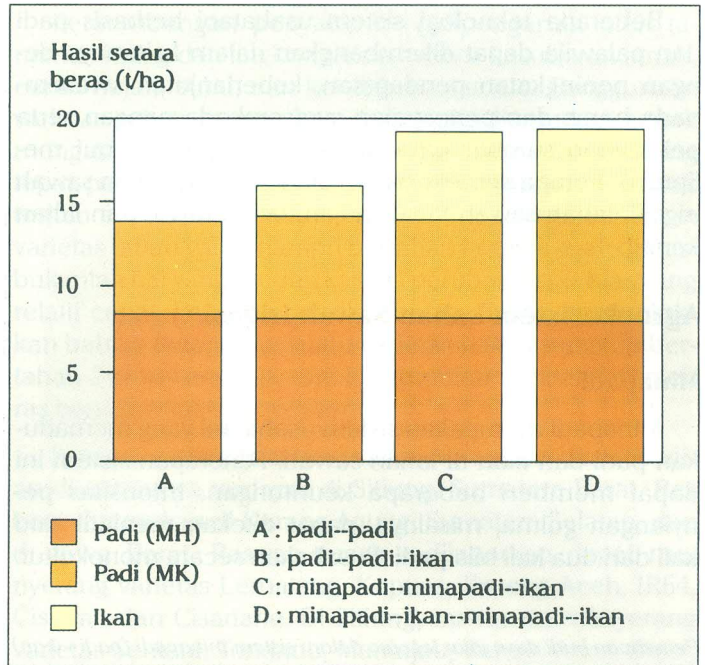
Minapadi merupakan sistem usahatani yang memadukan padi dan ikan di lahan sawah. Penerapan sistem ini dapat memberi beberapa keuntungan. Intensitas penyiangan gulma, misalnya, dapat ditekan menjadi satu kali dari dua kali bila padi diusahakan secara monokultur.

Penerapan budi daya jajar legowo dalam sistem minapadi (padi+ikan) yang dikombinasikan dengan azolla memberikan keuntungan antara 40-80% lebih tinggi dibandingkan dengan usahatani padi monokultur.



Gambar 2.

Hasil setara beras dari tiga sistem usahatani minapadi dibanding dua kali padi di Desa Nangerang, Kecamatan Binong, 1988-89. Sumber: Fagi *et al.* (1989).



Pemakaian insektisida bisa pula ditekan, bahkan sampai tidak diperlukan karena ikan yang dianjurkan untuk dipelihara di lahan sawah umumnya dapat memangsa beberapa jenis hama padi. Dengan demikian, minapadi termasuk sistem produksi yang efisien dan berwawasan lingkungan.

Dengan melibatkan 24 petani koperator, penelitian sistem usahatani minapadi yang dilakukan di Binong, Jawa Barat, menunjukkan bahwa minapadi dengan pola minapadi-minapadi-ikan atau minapadi-ikan-minapadi-ikan menghasilkan 19 ton setara beras per hektar per tahun. Angka ini masing-masing 36% dan 19% lebih tinggi daripada yang diperoleh dari pola padi-padi (pola tanam tradisional) dan padi-padi-ikan (Gambar 2).

Introduksi azola dalam areal minapadi penting artinya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan faktor produksi. Selain bermanfaat untuk pakan ikan, azola juga dapat berfungsi sebagai sumber hara N bagi tanaman padi.

Volume pemeliharaan ikan dalam sistem minapadi tergantung kepada populasi tanaman padi. Untuk mendapatkan produksi yang optimal, baik padi maupun ikan,

manipulasi bentuk pertanaman padi dapat dilakukan. Dalam hal ini, pertanaman padi dalam bentuk jajar legowo dapat diimplementasikan.

Pertanaman jajar legowo adalah pertanaman padi yang penanamannya diatur sedemikian rupa sehingga terdapat lorong atau ruang terbuka yang cukup lebar tanpa mempengaruhi populasi tanaman padi per satuan luas. Pada lorong yang terbuka ini, azola dan ikan dapat berkembang dengan baik.

Hasil penelitian di KP Sukamandi selama beberapa musim tanam menunjukkan bahwa padi yang ditanam dengan cara jajar legowo dua baris tidak mempengaruhi tingkat hasil padi (Tabel 16). Dengan adanya ruang terbuka sampai 50% dalam sistem pertanaman ini, produksi ikan meningkat sampai 80% dan hasil azola berkisar antara 24–27 ton per hektar, setara dengan 140 kg urea per hektar.

Penerapan budi daya jajar legowo dalam sistem minapadi dan dikombinasikan dengan azola serta pembuatan caren L atau caren pengungsian memberikan keuntungan tertinggi, baik pada musim kemarau maupun musim hujan (Tabel 17). Dalam kaitannya dengan peningkatan pendapatan, sistem usahatani ini prospektif dikembangkan pada ekosistem lahan sawah irigasi.

Tabel 16. Hasil padi, ikan, dan azola dalam sistem usahatani minapadi. Sukamandi, MT 1992/93.

Sistem dan cara tanam	Hasil padi (t/ha)		Hasil ikan (kg/ha)		Hasil azola (t/ha)	
	MK 92	MH 92/93	MK 92	MH 92/93	MK 92	MH 92/93
Padi monokultur, tanam reguler 25x25 cm	5,0	6,9	-	-	-	-
Minapadi, caren tengah, tanam reguler 25x25 cm	5,2	7,1	119,3	140	-	-
Minapadi-azola, caren tengah legowo 2 baris	5,3	6,8	171,1	180	24,0	24,0
Minapadi-azola, caren pengungsian legowo 2 baris,	5,0	6,4	229,6	245	23,6	24,5
Minapadi-azola, caren L legowo 2 baris,	5,0	6,9	223,0	255	25,0	26,8

Sumber: Suriapermana dan Syamsiah (1994).

Tabel 17. Analisis usahatani minapadi berdasarkan sistem budi daya dan musim tanam. Sukamandi, MT 1992/93.

Sistem dan cara tanam	Komponen yang dinilai	Masukan (Rp/ha)	Keluaran (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	Total keuntungan (Rp/ha)
MK 1992					
Padi monokultur, tanam reguler 25x25 cm	Padi	750.000	1.250.000	500.000	500.000
Minapadi, caren tengah, tanam reguler 25x25 cm	Padi	700.000	1.300.000	600.000	748.250
	Ikan	150.000	298.250	148.250	
Minapadi-azola, legowo 2 baris, caren tengah	Padi	700.000	1.325.000	625.000	835.750
	Ikan	250.000	427.750	177.750	
	Azola	3.000	36.000	33.000	
Minapadi-azola, legowo 2 baris, caren pengungsian	Padi	700.000	1.250.000	550.000	907.750
	Ikan	250.000	574.000	324.000	
	Azola	3.000	36.750	33.750	
Minapadi-azola, legowo 2 baris, caren sistem L	Padi	700.000	1.250.000	550.000	894.700
	Ikan	250.000	557.500	307.500	
	Azola	3.000	40.200	37.200	
MH 1992/93					
Padi monokultur, tanam reguler 25x25 cm	Padi	750.000	1.725.000	975.000	975.000
Minapadi, caren tengah, tanam reguler 25x25 cm	Padi	750.000	1.775.000	1.025.000	1.225.000
	Ikan	150.000	350.000	200.000	
Minapadi-azola, legowo 2 baris, caren tengah	Padi	750.000	1.700.000	950.000	1.183.000
	Ikan	250.000	450.000	200.000	
	Azola	3.000	36.000	33.000	
Minapadi-azola, legowo 2 baris, caren pengungsian	Padi	750.000	1.600.000	850.000	1.244.450
	Ikan	250.000	612.500	362.000	
	Azola	3.000	35.450	32.450	
Minapadi-azola, legowo 2 baris, caren sistem L	Padi	750.000	1.725.000	975.000	1.397.000
	Ikan	250.000	637.500	387.500	
	Azola	3.000	37.500	34.500	

Sumber: Suriapermana dan Syamsiah (1994).

Melalui program intensifikasi, sistem usahatani minipadi dewasa ini telah berkembang di 14 propinsi di Indonesia. Keuntungan tertinggi yang pernah dicapai dari penerapan sistem usahatani ini berkisar antara 1,2–1,7 juta rupiah per hektar, dan masih dapat ditingkatkan dengan pengelolaan yang lebih baik.

Padi Tanam Sebar Langsung

Untuk mengatasi kelangkaan tenaga kerja usahatani, teknologi budi daya sebar langsung dapat diintroduksi ke dalam sistem usahatani padi sawah. Di Subang, Jawa Barat, hasil padi dengan budi daya sebar langsung mencapai 7,9 ton per hektar, setara dengan hasil padi yang dibudidayakan dengan cara tanam pindah (*transplanting*).

Dari segi fisik pertanaman di lapang terdapat perbedaan yang cukup nyata antara padi yang ditanam secara sebar langsung dengan padi tanam pindah. Karena jumlah benih yang digunakan lebih banyak (80–100 kg/ha), maka populasi tanaman jauh lebih tinggi pada pertanaman

Hasil padi budi daya sebar langsung setara dengan budi daya tanam pindah, tetapi keuntungan yang diperoleh lebih tinggi karena lebih efisien dalam penggunaan tenaga kerja.



sebar langsung yang tercermin dari jumlah batang dan malai per satuan luas. Selain itu, pertanaman padi yang ditanam dengan sistem sebar langsung dapat dipanen sekitar dua minggu lebih awal dan persentase gabah hijau pun lebih rendah dibanding dengan pertanaman padi tanam pindah (Tabel 18).

Salah satu kendala dalam pengembangan usahatani padi tanam sebar langsung adalah cukup tingginya populasi gulma. Apabila tidak dikendalikan, persaingan gulma dengan tanaman padi dapat menyebabkan rendahnya hasil gabah, terutama bila penggunaan benih kurang dari 100 kg per hektar (Tabel 19). Selain itu, tanam sebar langsung memerlukan pengolahan tanah yang baik dan rata serta pengaturan air yang terkendali, terutama ketika benih belum berkecambah di lapang. Hujan lebat, misalnya, dapat menghanyutkan benih yang baru disebar.

Tabel 18. Perbandingan penampilan agronomis padi tanam sebar langsung dan tanam pindah. Subang, Jawa Barat, MH 1992/93.

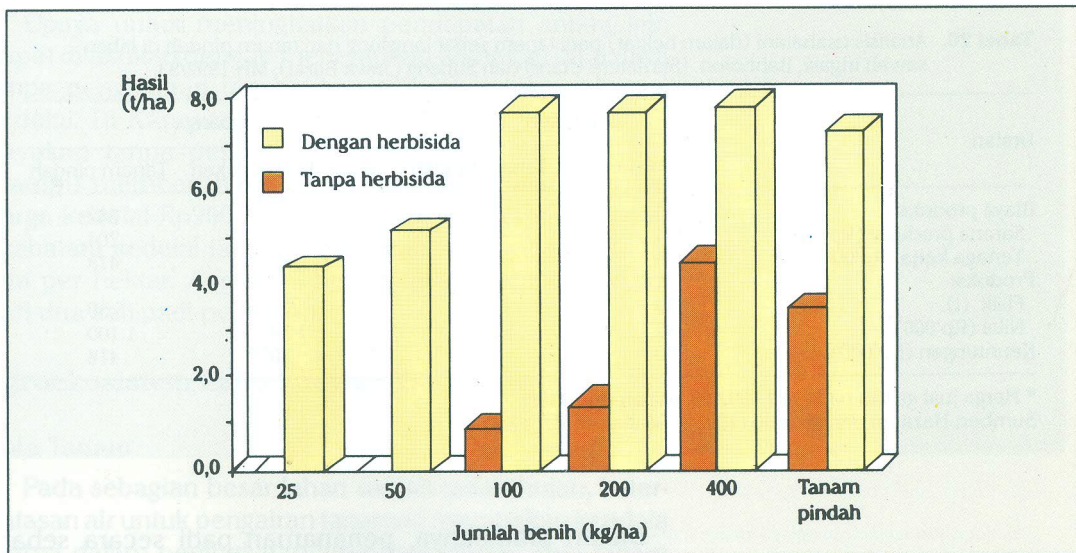
Parameter	Sebar langsung	Tanam pindah
Tinggi tanaman (cm)	108	102
Jumlah batang/m ²	488	373
Jumlah malai/m ²	488	341
Jumlah biji/malai	122	114
Panjang akar (cm)	20	20
Umur panen (hari)	98	115
Butir hijau (%)	3	6

Sumber: Malian *et al.* (1993)

Tabel 19. Berat gulma dan hasil padi berdasarkan sistem tanam dan jumlah pemakaian benih. Bahbolon, Sumatera Utara, MH 1992/93.

Sistem tanam dan takaran benih (kg/ha)	Berat gulma basah (kg/ha)	Hasil gabah (t/ha)
Sebar langsung		
25	730	2,18
50	642	2,52
100	461	4,35
200	274	5,65
400	124	6,15
Tanam pindah	366	5,39

Sumber: Hazairin dan Manalu (1993a)



Gambar 3. Hasil padi dengan budi daya sebar langsung berdasarkan aplikasi herbisida (Rilof) dan takaran benih. Sumatera Utara, MK 1992. Sumber : Hazairin dan Manalu (1993b).

Aplikasi herbisida dapat menurunkan populasi dan kompetisi gulma yang tercermin dari peningkatan hasil padi. Apabila diikuti dengan aplikasi herbisida, maka penggunaan benih sebanyak 100 kg per hektar tampaknya sudah cukup untuk sistem tanam sebar langsung (Gambar 3).

Kendala lain yang mempengaruhi produksi padi yang ditanam secara sebar langsung adalah hama tikus. Dibandingkan dengan sistem tanam pindah, intensitas serangan hama tikus pada pertanaman padi sebar langsung relatif lebih tinggi.

Pengendalian hama tikus relatif tidak mudah dibandingkan dengan pengendalian hama yang berupa serangga, tetapi serangan hama tikus dapat ditekan dengan beberapa cara. Selain dengan cara "gropyokan", hama ini dapat dikendalikan dengan menerapkan teknik pengemposan dan pengumpanan secara sinambung. Pengendalian secara terpadu merupakan cara yang efektif untuk mengendalikan hama tikus. Dalam hal ini diperlukan partisipasi dan kerja sama yang baik antara petani, kelompok tani, dan pihak terkait lainnya.

Tabel 20. Analisis usahatani (dalam hektar) padi tanam sebar langsung dan tanam pindah di lahan sawah irigasi, Bahbolon (Sumatera Utara) dan Subang (Jawa Barat), MH 1992/93.

Uraian	Bahbolon		Subang	
	Sebar rata	Tanam pindah	Sebar dalam larikan	Tanam pindah
Biaya produksi	690	802	637	682
Sarana produksi (Rp'000)	275	229	292	204
Tenaga kerja (Rp'000)	415	573	345	478
Produksi				
Fisik (t)	6,40	6,00	6,72	5,50
Nilai (Rp'000)*	1.280	1.200	1.344	1.100
Keuntungan (Rp'000)	590	398	707	418

* Harga jual gabah pada MH 1992/93 adalah Rp 200/kg

Sumber: Hazairin dan Manalu (1993a); Malian *et al.* (1993).

Dalam prakteknya, penanaman padi secara sebar langsung dapat dilakukan dengan dua cara yaitu: (1) benih ditabur secara merata di permukaan lahan, dan (2) benih disebar dalam larikan. Dibanding cara pertama, cara tanam yang kedua lebih efisien dalam penggunaan tenaga kerja dan hasil yang diperoleh pun 5% lebih tinggi. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa keuntungan yang diperoleh dari usahatani padi yang ditanam dengan cara sebar dalam larikan lebih tinggi daripada yang ditanam dengan cara tabur rata. Baik yang ditanam secara sebar dalam larikan maupun yang benihnya ditabur rata, keuntungan usahatani padi dengan budi daya sebar langsung tetap lebih tinggi dibandingkan dengan cara tanam pindah (Tabel 20).

Pola Padi-Padi-Kedelai

Pada sebagian lahan sawah irigasi dapat diterapkan pola padi-padi-kedelai. Usahatani padi I dalam pola ini jatuh pada musim hujan (MH), padi II pada MK I, dan kedelai pada MK II. Melalui suatu survei di Subang, Jawa Barat, MT 1991/92, diketahui bahwa keuntungan bersih yang dicapai petani dari pola tanam ini adalah Rp754.850 per hektar per tahun. Kontribusi produksi padi I terhadap pendapatan adalah sebesar 70% (Rp529.880), padi II 27% (Rp204.670), dan kedelai 3% (Rp20.295). Kecilnya pendapatan dari usahatani kedelai disebabkan oleh tingginya biaya produksi, terutama untuk pengolahan tanah dan penyiangan.

Upaya untuk meningkatkan pendapatan antara lain dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi budi daya tanpa pengolahan tanah (*zero tillage*) untuk usahatani kedelai. Di Karawang, Jawa Barat, kedelai yang dibudidayakan tanpa pengolahan tanah pada MK II (1993) mampu memberi hasil 2,3 ton per hektar. Pada tingkat harga kedelai Rp900/kg, keuntungan yang diperoleh dari usahatani kedelai tanpa pengolahan tanah adalah Rp1,3 juta per hektar. Angka ini belum termasuk keuntungan dari dua kali padi per tahun.

Agroekosistem Lahan Sawah Tadah Hujan

Pola Tanam

Pada sebagian besar lahan sawah tadah hujan, keterbatasan air untuk pengairan tanaman merupakan kendala utama dalam peningkatan intensitas tanam. Pola tanam yang umum dijumpai pada ekosistem ini adalah padi-bera. Untuk meningkatkan produktivitas lahan yang berkaitan erat dengan peningkatan pendapatan pada ekosistem ini, dapat dikembangkan pola tanam padi (gogorancanah)-padi (walik jerami)-palawija.

Padi gogo rancanah ditanam secara tugal pada awal musim hujan dan pada musim tanam kedua ditanam padi walik jerami (tanpa pengolahan tanah), sedangkan pada musim tanam berikutnya dapat ditanam jagung, kacang hijau, kacang tanah, atau kacang tunggak. Dalam keadaan curah hujan dan kondisi tanah yang mendukung seperti di Sampang, Madura, hasil padi gogorancanah dapat mencapai 5,1 ton, padi walik jerami 3,8 ton, dan kacang tunggak 0,5 ton per hektar (Tabel 21).

Tabel 21. Hasil gabah dan kacang tunggak dalam pola padi (gogorancanah)-padi (walik jerami)-kacang tunggak di lahan sawah tadah hujan di beberapa lokasi.

Lokasi	Lama penelitian (tahun)	Hasil rata-rata (t/ha)		
		gogorancanah	walik jerami	k.tunggak
Nambahdadi (Lampung)	7	4,5	2,5	0,6
Serang (Jawa Barat)	2	4,6	3,3	0,3
Sampang (Madura)	2	5,1	3,8	0,5

Sumber: Balittan Bogor (1989)

Teknologi Embung

Penerapan teknologi embung pada ekosistem lahan sawah tadah hujan dapat mengatasi kekurangan air bagi tanaman. Embung adalah kolam untuk menampung air pada musim hujan dan kemudian dimanfaatkan untuk mengairi tanaman pada musim kemarau. Pada musim hujan, embung dapat difungsikan sebagai kolam pemeliharaan ikan. Ukuran optimum embung adalah 4-5% dari total areal yang akan diairi.

Dalam pelaksanaannya, embung dapat dibangun secara berkelompok. Keuntungan yang diperoleh dengan penerapan teknologi embung adalah sekitar 50% lebih tinggi daripada tanpa embung (Tabel 22).

Embung berperan penting dalam meningkatkan produksi dan intensitas pertanaman padi pada ekosistem lahan tadah hujan. Dengan penerapan teknologi embung, keuntungan yang diperoleh dari sistem usahatani berbasis padi di Pati, Jawa Tengah, mencapai Rp750 ribu/ha, atau sekitar 50% lebih tinggi daripada tanpa embung.



Tabel 22. Keuntungan (Rp/ha) penerapan teknologi embung di lahan sawah tadah hujan. Jakenan, Pati, Jawa Tengah.

	Dengan embung			Tanpa embung	
	MH	MK I	MK II	MH	MK I
Masukan					
Benih	11.540	11.270	7.940	7.140	6.860
Pupuk	41.500	34.415	12.500	27.140	27.140
Pestisida	5.500	3.270	3.975	1.660	1.860
Tenaga kerja	109.135	70.815	39.160	52.320	49.290
Total biaya	167.675	119.770	63.575	88.260	85.150
Keluaran					
Penerimaan	589.510	403.240	108.280	428.570	232.140
Keuntungan	421.835	283.470	44.705	340.310	146.990

Sumber: Wardana *et al.* (1990).

Pompanisasi

Cara lain yang dapat dilakukan untuk mengatasi kekeringan adalah memanfaatkan air tanah sebagai sumber pengairan. Meskipun bukan hal yang baru, tetapi cara ini tampaknya belum berkembang di kalangan petani. Hasil penelitian di Indramayu, Jawa Barat, MK 1994, menunjukkan bahwa permukaan air tanah di lokasi penelitian ini relatif dangkal, sekitar 4 meter di bawah permukaan tanah. Cara yang dilakukan untuk memanfaatkan air tanah adalah membuat sumur bor di areal pertanaman. Sumur dilengkapi dengan pompa air untuk menaikkan air ke permukaan. Untuk menggerakkan pompa, dapat dimanfaatkan mesin traktor pengolah tanah. Selain dapat menyelamatkan tanaman dari ancaman kekeringan pada musim kemarau, cara ini juga dapat meningkatkan intensitas tanam dari satu kali (padi) menjadi dua kali (padi-padi), atau bahkan menjadi tiga kali setahun (padi-padi-palawija).

Agroekosistem Lahan Rawa

Lahan rawa berpotensi besar untuk dapat dikembangkan sebagai lahan pertanaman padi. Tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Irian Jaya, luas lahan rawa diperkirakan 33,4 juta hektar yang terdiri dari 20,1 juta hektar lahan pasang surut dan 13,3 juta hektar lahan lebak. Dari keseluruhan lahan rawa, sekitar 9 juta hektar



Di lahan rawa pasang surut, sistem usahatani terpadu yang mengintegrasikan berbagai komoditas mampu memberi pendapatan hampir mencapai Rp 3 juta per tahun di Kalimantan Selatan. Angka ini masih dapat ditingkatkan dengan perusahaan ternak besar seperti sapi dan kerbau.

di antaranya diperkirakan dapat dikembangkan untuk pertanian. Dewasa ini lahan rawa baru tereklamasi sekitar 1,5 juta hektar, baik oleh penduduk setempat maupun yang terkait langsung dengan program transmigrasi.

Kunci keberhasilan usahatani di lahan pasang surut antara lain terletak pada ketepatan pengelolaan lahan dan air. Dengan pengelolaan yang tepat, proses pencucian bahan beracun pada tanah mineral potensial dan sulfat masam serta proses pematangan (dekomposisi) gambut dan konservasi lahan akan terealisasi dengan baik sehingga produktivitas lahan akan meningkat.

Beberapa varietas unggul padi sawah, seperti Kapuas, Cisadane, dan Cisanggarung dapat beradaptasi baik di lahan rawa dengan kisaran hasil 4–5 ton per hektar. Varietas Lematang dan Sei Lilin yang dilepas sebagai padi rawa

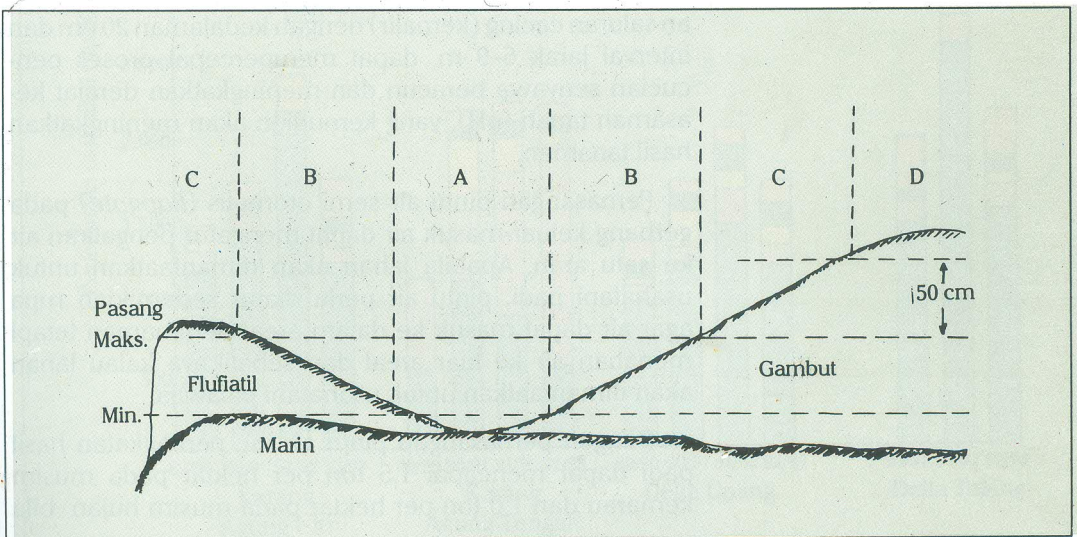
pasang surut mampu memberi hasil sekitar 5–7 ton gabah per hektar bila mendapat pengelolaan dengan baik. Selain untuk usahatani padi dalam bentuk sawah dan tegalan, lahan rawa berpeluang besar pula untuk dapat dimanfaatkan bagi usahatani palawija, tanaman perkebunan, hortikultura, serta pengembangan ikan dan ternak.

Penataan Lahan

Lahan pasang surut dapat dibedakan ke dalam empat tipe luapan, yaitu (1) tipe A, lahan selalu terluapi oleh air pasang, baik pada pasang besar maupun pasang kecil; (2) tipe B, lahan hanya terluapi oleh pasang besar; (3) tipe C, lahan tidak pernah terluapi meskipun terjadi pasang besar tetapi muka air tanah dekat ke permukaan, kurang dari 50 cm; dan (4) tipe D, lahan tidak terluapi dan muka air tanah lebih dari 50 cm dari permukaan (Gambar 4).

Lahan bertipe luapan air A dapat ditata sebagai lahan sawah karena selalu terluapi air pasang. Meskipun hanya terluapi oleh pasang besar, tetapi lahan bertipe luapan B dapat pula ditata sebagai sawah atau dengan sistem surjan. Lahan bertipe luapan C sebaiknya ditata sebagai sawah tadah hujan atau surjan bertahap karena lahan tidak terluapi oleh air pasang dan muka air tanah kurang

Gambar 4. Klasifikasi lahan pasang surut menurut luapan pasang maksimum (*spring tide*) dan pasang minimum (*neap tide*).





Pengelolaan air secara tepat termasuk kunci utama keberhasilan usahatani di lahan rawa pasang surut.

dari 50 cm dari permukaan tanah. Lahan bertipe luapan D hanya dapat ditata sebagai tegalan.

Pengelolaan Air

Penataan air di areal pertanian, termasuk pembuatan saluran cacing (kemalir) dengan kedalaman 20 cm dan interval jarak 6–9 m, dapat mempercepat proses pencucian senyawa beracun dan meningkatkan derajat keasaman tanah (pH), yang kemudian akan meningkatkan hasil tanaman.

Pemasangan pintu air semi otomatis (*flapgate*) pada gerbang keluar-masuk air dapat mengatur pengaliran air ke satu arah. Apabila lahan akan dimanfaatkan untuk usahatani padi, pintu air perlu diatur sedemikian rupa agar air dapat masuk ke dalam areal pertanian tetapi menahan air ke luar areal dan sebaliknya kalau lahan akan dimanfaatkan untuk usahatani palawija.

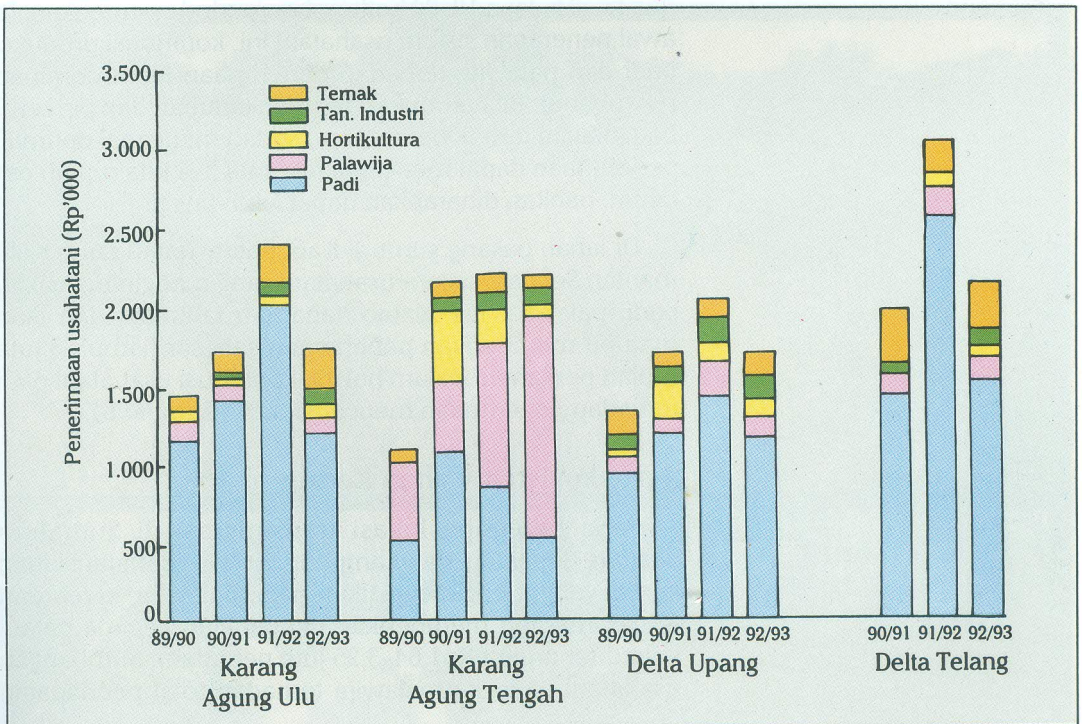
Dengan pemasangan pintu air ini, peningkatan hasil padi dapat mencapai 1,5 ton per hektar pada musim kemarau dan 1,0 ton per hektar pada musim hujan bila

dibandingkan dengan tanpa pintu air semi otomatis. Peningkatan hasil antara lain disebabkan oleh menurunnya kadar besi, aluminium, dan sulfat masam. Unsur hara ini dapat meracuni tanaman bila kadarnya di tanah melampaui ambang toleransi tanaman.

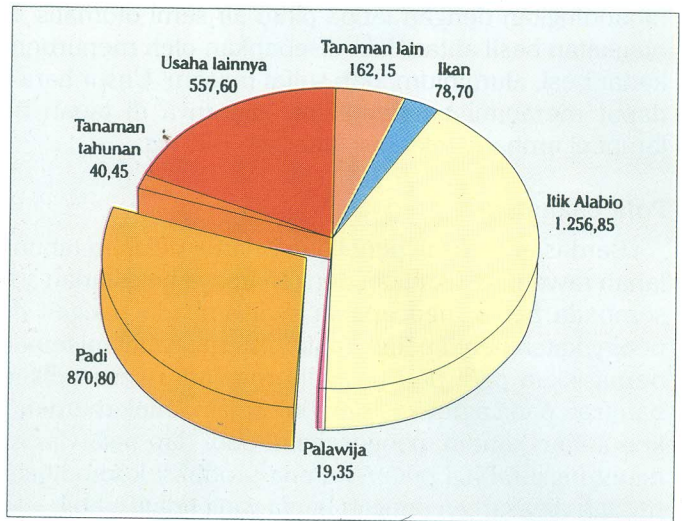
Pola Usahatani

Berdasarkan hasil penelitian selama delapan tahun di lahan rawa dan dikaitkan dengan upaya pelestarian swasembada beras, pencapaian swasembada pangan dan peningkatan pendapatan, maka sistem usahatani terpadu berbasis padi dan palawija menjadi relevan dikembangkan pada agroekosistem ini. Selain untuk memenuhi kebutuhan sendiri, pengusahaan padi dan palawija menguntungkan bagi petani karena produksi komoditas ini mudah dipasarkan dengan harga yang relatif stabil.

Gambar 5. Penerimaan usahatani terpadu berbasis padi dan palawija di lahan pasang surut potensial Sumatera Selatan. 1989-93.



Gambar 6.
 Kontribusi usahatani padi terhadap pendapatan (Rp'000) dalam sistem usahatani terpadu di lahan pasang surut Kalimantan Selatan.
 Sumber : Fakhriansyah (1993).



Dalam penelitian pengembangan sistem usahatani terpadu di beberapa lokasi lahan rawa di Sumatera Selatan, hasil padi berkisar antara 3,7–7,2 ton; jagung 2,2–3,8 ton; kedelai 0,8–1,5 ton; kacang hijau 0,7–1,0 ton per hektar dan hasil kelapa 10–24 butir/pohon/periode pemetikan. Di awal penerapan sistem usahatani ini, kontribusi produksi padi dan palawija terhadap penerimaan lebih dominan (Gambar 5). Bila produksi tanaman tahunan dan perkembangbiakan ternak besar (sapi) sudah mencapai optimal, penerimaan dapat mencapai rata-rata 3–4 juta rupiah per tahun, bahkan diharapkan dapat lebih tinggi.

Di lahan pasang surut di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan, sistem usahatani yang mengintegrasikan padi, palawija, itik Alabio, tanaman tahunan, dan ikan mampu memberikan penerimaan sebesar hampir 3 juta rupiah per tahun. Dalam hal ini, kontribusi usahatani padi terhadap penerimaan mencapai 30% (Gambar 6).

Agroekosistem Lahan Kering

Pada beberapa lokasi transmigrasi di Sumatera Selatan, Bengkulu, dan Lampung, sistem usahatani lahan kering yang mengintegrasikan padi, palawija, karet, dan ternak mampu memberikan pendapatan kepada petani koperator antara Rp1,64–3,25 juta per tahun. Sumbangan usahatani padi dan palawija terhadap total pendapatan

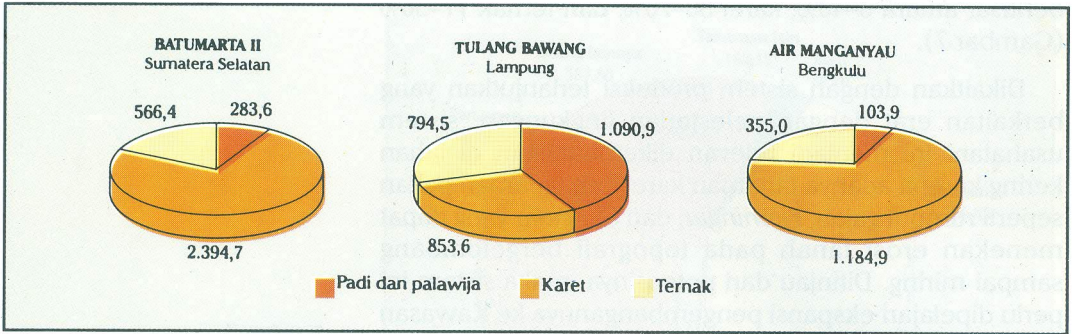
berkisar antara 6–40%, karet 30–70%, dan ternak 17–30% (Gambar 7).

Dikaitkan dengan sistem produksi terlanjutkan yang berkaitan erat dengan pelestarian lingkungan, sistem usahatani ini menjadi relevan dikembangkan di lahan kering karena adanya tanaman karet dan tanaman pakan seperti rumput gajah, *Flemingia*, dan *Gliricidia* yang dapat menekan erosi tanah pada topografi bergelombang sampai miring. Ditinjau dari potensinya, maka sistem ini perlu dipelajari ekspansi pengembangannya ke Kawasan Timur Indonesia dengan modifikasi seperlunya.

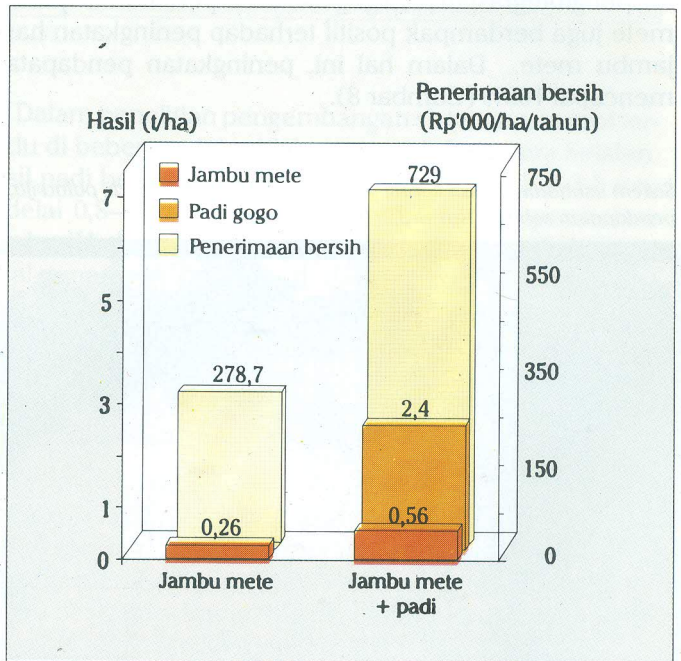
Di beberapa wilayah di Sulawesi Tenggara, padi gogo yang ditanam di antara jambu mete menghasilkan 2,4 ton gabah per hektar. Selain memberi tambahan pendapatan, pengintegrasian padi gogo ke areal pertanaman jambu mete juga berdampak positif terhadap peningkatan hasil jambu mete. Dalam hal ini, peningkatan pendapatan mencapai 160% (Gambar 8).

Sistem usahatani lahan kering yang mengintegrasikan padi, palawija, karet, dan ternak mampu memberikan pendapatan sebesar Rp1,6–3,2 juta per tahun.





Gambar 7. Pendapatan (Rp'000/tahun) dari sistem usahatani lahan kering terpadu di tiga lokasi, 1993/94. Sumber: Puslitbang Tanaman Pangan (1994c).



Gambar 8. Produksi dan pendapatan usahatani jambu mete pada lahan PMK dengan dan tanpa pengintegrasian padi gogo. Puriala, Sulawesi Tenggara, MT 1992/93.

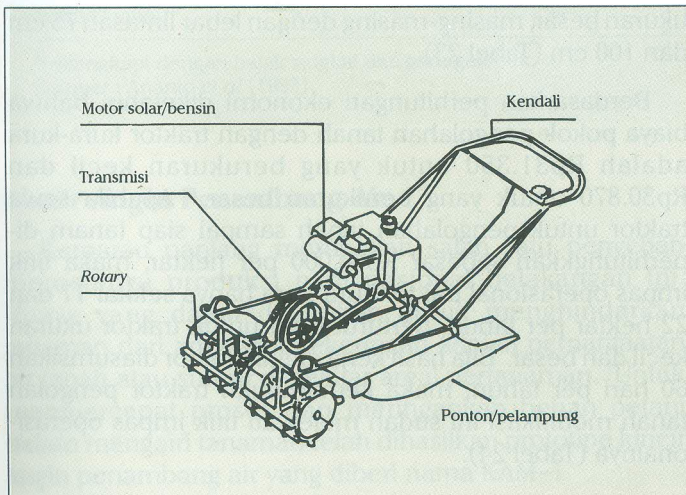
Alat dan Mesin Pertanian

Ketersediaan tenaga kerja pertanian akhir-akhir ini cenderung menurun sejalan dengan meningkatnya laju pembangunan di sektor industri dan jasa yang dapat memberi imbalan kerja yang relatif lebih tinggi. Karena itu, kelangkaan tenaga kerja di pedesaan mungkin saja terjadi di masa mendatang. Untuk mengantisipasi masalah ini, introduksi alat dan mesin pertanian (alsintan) merupakan salah satu alternatif pemecahan, baik sebagai komplemen maupun substitusi tenaga kerja manusia.

Selain diperlukan untuk mengantisipasi kelangkaan tenaga kerja usahatani, introduksi alsintan dimaksudkan juga untuk mengurangi beban kerja petani, meningkatkan efisiensi produksi, mendukung pengembangan agro-industri, dan mempercepat proses modernisasi usahatani. Berbagai jenis alat dan mesin pertanian telah berhasil dirakit dan beberapa prototipe diharapkan dapat dikembangkan lebih luas di kalangan petani di pedesaan.

Traktor Kura-kura

Traktor pengolah tanah seperti yang telah berkembang dewasa ini umumnya kurang dapat beroperasi dengan baik di lahan sawah dengan kedalaman lumpur lebih dari 30 cm, apalagi di lahan rawa pasang surut, karena roda traktor tidak dapat bergerak secara leluasa.



Gambar 9.
Komponen utama traktor kura-kura.
Sumber : Puslitbang Tanaman Pangan (1995c)

Dalam kaitannya dengan pengembangan lahan rawa pasang surut untuk usahatani padi serta mempercepat proses pengolahan tanah dan sekaligus sebagai antisipasi terhadap kelangkaan tenaga kerja, dapat diintroduksikan alat pengolah tanah yang bernama traktor kura-kura (*hydrotiller*) rancangan IRRI.

Traktor kura-kura dapat bekerja dengan baik pada lahan yang kedalaman lumpurnya lebih dari 30 cm. Traktor biasa (*hand tractor*) tidak dapat beroperasi pada kondisi tersebut karena mudah terbenam. Beban traktor kura-kura tidak bertumpu ke roda, seperti halnya traktor biasa, tetapi ke pelampung. Selain berfungsi sebagai pelumpur, *rotary* sekaligus berperan sebagai penggerak traktor.

Untuk dapat dioperasikan dengan baik pada kondisi lahan di Indonesia, khususnya lahan rawa pasang surut dan lebak, peneliti Puslitbang Tanaman Pangan melakukan modifikasi terhadap beberapa komponen traktor tersebut. Untuk mengurangi tingkat gesekan dengan tanah, badan traktor kura-kura diperlebar dan ditambah roda pengarah (*tile skid*) di bagian belakang. Diameter *rotary* diperbesar untuk memperlancar gerakan traktor. Di sisi kiri dan kanan traktor dipasang roda yang dapat dibongkar-pasang untuk memudahkan membawanya ke lapang.

Untuk memperoleh pelumpuran yang baik pada lahan bekas tanaman dapat dilakukan penambahan panjang gigi *rotary* dari 3 cm menjadi 7 cm. Kapasitas kerja traktor modifikasi ini adalah 0,08 hektar per jam untuk yang berukuran kecil dan 0,11 hektar per jam untuk traktor berukuran besar, masing-masing dengan lebar lintasan 75 cm dan 100 cm (Tabel 23).

Berdasarkan perhitungan ekonomi diketahui bahwa biaya pokok pengolahan tanah dengan traktor kura-kura adalah Rp31.350 untuk yang berukuran kecil dan Rp30.870 untuk yang berukuran besar. Apabila sewa traktor untuk pengolahan tanah sampai siap tanam diperhitungkan sebesar Rp60.000 per hektar, maka titik impas operasional traktor kura-kura hanya sekitar 17 dan 22 hektar per tahun, berturut-turut untuk traktor ukuran kecil dan besar. Bila hasil kerja efektif traktor diasumsikan 60 hari per tahun, maka kemampuan traktor pengolah tanah modifikasi ini sudah melewati titik impas operasionalnya (Tabel 24).

Tabel 23. Penampilan teknis traktor kura-kura di lahan sawah irigasi bekas panen padi cara potong bawah.

Uraian	Ukuran traktor		Traktor kecil dimodifikasi
	kecil	besar	
Daya engine (HP)	7	10	7
Lebar kerja (cm)	75	100	75
Diameter roda rotari (cm)	33	38	33
Kedalaman sawah (cm)	30-40	30-40	30-40
Efisiensi lapang (%)	81	82	80
Kapasitas kerja (ha/jam)	0,08**	0,11**	0,115***
Konsumsi bahan bakar (l/jam)	1,20	1,70	1,10

* sampai dengan tinggi permukaan air

** untuk tiga lintasan

*** untuk dua lintasan

Sumber : Ananto *et al.* (1993).

Tabel 24. Analisis biaya dan kelayakan traktor kura-kura

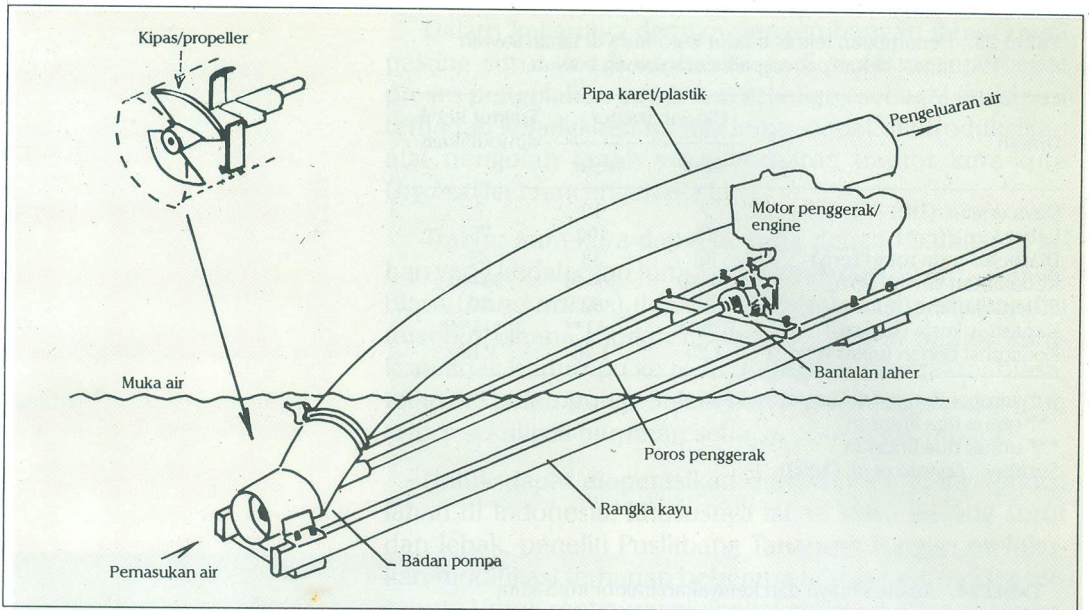
Uraian	Ukuran		Traktor kecil dimodifikasi	Traktor tangan
	Kecil	Besar		
Harga traktor (Rp)	1.750.000	2.250.000	1.750.000	3.300.000
Tingkat bunga (%/th)	24	24	24	24
Umur ekonomi (th)	3	3	3	6
Hari kerja (hari/th)	75	75	75	80
Ongkos sewa (Rp/ha)	60.000	60.000	60.000	60.000
Biaya operasi (Rp/ha)	31.353	30.873	30.042	36.479
Keuntungan (Rp/ha)	28.647	29.127	29.958	23.521
Titik impas (ha/th)	17	22	17	28
IRR (%)	43	49	49	27
Net B/C ratio	1,34	1,50	1,50	1,07

* dilengkapi dengan bajak singkal dan garu/gelebek

Sumber : Ananto *et al.* (1993)

Kincir Angin Penambang Air

Kemarau panjang merupakan salah satu penyebab merosotnya produksi padi nasional belakangan ini. Upaya yang dapat dilakukan untuk menghindarkan tanaman dari ancaman kekeringan adalah pemanfaatan air tanah atau sumur di sekitar areal pertanaman. Untuk mempercepat proses dan meringankan beban petani dalam mengairi tanaman telah dihasilkan prototipe kincir angin penambang air yang diberi nama KAM-1.



Gambar 10. Kincir angin model KAM-2 modifikasi Balittan Maros. Pada kecepatan angin 2-10 km per jam, kincir ini mampu memompa air sumur sebanyak 3.000-3.800 liter per hari
 Sumber : Puslitbang Tanaman Pangan (1995a)

Dalam operasionalisasinya, energi yang dihasilkan oleh KAM-1 disalurkan ke komponen penggerak pompa air sumur (pompa tangan), sehingga air terangkat ke permukaan melalui saluran air pompa. Volume air yang terpompa dengan menggunakan alat ini sekitar 2.800 liter/hari. Berdasarkan perhitungan atas volume air terpompa dan kebutuhan air untuk mengairi tanaman, maka jumlah air yang terangkat ke permukaan dengan bantuan energi KAM-1 dapat dimanfaatkan untuk mengairi tanaman padi gogo, palawija, atau sayuran seluas 0,3 ha.

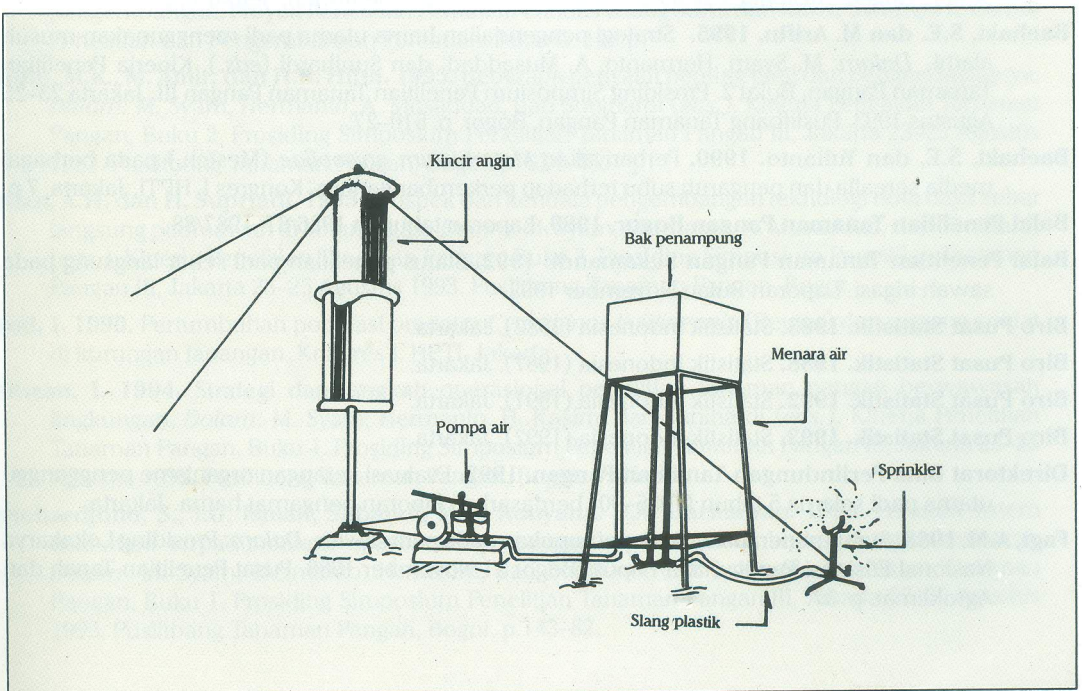
KAM-2 yang merupakan pengembangan dari KAM-1 mampu menggerakkan pompa piston tipe ganda. Dibandingkan dengan KAM-1, kelebihan KAM-2 terletak pada kapasitas pemompaan yang lebih besar dan mampu memompa air tanah (sumur) ke permukaan secara kontinu pada saat pengungkit piston bergerak naik turun. Dengan KAM-1, pemompaan air hanya terjadi bila pengungkit piston bergerak turun. Kapasitas pemompaan KAM-2 pada kecepatan angin rata-rata 2-10 km/jam lebih tinggi 35% dibanding KAM-1.

Pompa Air

Untuk keperluan pengairan tanaman, terutama pada musim kemarau, telah dirancang pula beberapa prototipe pompa air, seperti pompa injak, pompa sepak, dan pompa dari gulungan pipa. Pompa-pompa ini dapat didayagunakan untuk menyedot air sumur, sungai, danau, dan embung.

Pompa injak mampu menyedot air sekitar 400–470 liter/jam atau 4.800–5.640 liter/hari. Pompa gulungan selang memiliki daya angkat air yang sedikit lebih tinggi, yaitu 5.760 liter/hari. Pompa sepak dapat digunakan untuk keperluan pengairan tanaman pada skala luas. Kapasitasnya berkisar antara 7.560–24.480 liter air/jam atau sekitar 90–290 m³/hari. Di antara beberapa prototipe pompa air yang dihasilkan melalui penelitian, pompa injak telah mendapat perhatian sebagian petani di Kawasan Timur Indonesia.

Gambar 11. Pompa sepak mampu menyedot air sekitar 90–290 m³ per hari.
Sumber : Puslitbang Tanaman Pangan (1995c)



- Adiningsih, J.S., S. Moersidi, M. Sudjadi, dan A.M. Fagi. 1988.** Evaluasi keperluan fosfat pada lahan sawah intensifikasi di Jawa. *Dalam: Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk*, Bogor 21 November 1988. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Amir, M. dan Anggiani Nst. 1995.** Status dan pengendalian blas di Indonesia. *Dalam: M. Syam, Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (eds.). Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 2. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta 23–25 Agustus 1993. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. p. 583–92.*
- Ananto, E.E., Haryono, Dadan R.A., dan Muzirman. 1993.** Evaluasi teknis dari berbagai cara pengolahan tanah di lahan sawah *Dalam: Laporan hasil penelitian mekanisasi Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.*
- Arifin, M., S. Wiryosuhardjo, S. Mangoendihardjo, dan K. Untung. 1985.** Kemampuan *Lycosa pseudoannulata* memangsa wereng coklat pada berbagai tingkat ketahanan padi. *Penelitian Pertanian 5(1):40–2. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.*
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1993.** Peningkatan efisiensi penggunaan pupuk. Bahan diskusi Lokakarya Pupuk Fosfat, Bandung 11–12 Agustus 1993.
- Baco, D., M. Yasin, dan Surtikanti. 1995.** Penggerek batang padi dan strategi pengendaliannya. *Dalam: M. Syam, Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (eds.). Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 2. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta 23–25 Agustus 1993. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. p. 528–40.*
- Baehaki, S.E. 1988.** Aplikasi patogen *Metarhizium anisopliae* terhadap wereng coklat di Sumatera Utara. Edisi Khusus No. 2, Penelitian Wereng Coklat. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. p. 91–7.
- Baehaki, S.E. 1991.** Peranan musuh alami dalam mengendalikan wereng coklat. Prosiding Seminar Sehari Tingkat Nasional. Fakultas Pertanian Universitas Soedirman, Semarang. p. 1–9.
- Baehaki, S.E. dan M. Arifin. 1995.** Strategi pengendalian hama utama padi menggunakan musuh alami. *Dalam: M. Syam, Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (eds.). Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 2. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta 23–25 Agustus 1993. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. p. 510–27.*
- Baehaki, S.E. dan Yulianto. 1990.** Perbanyakkan *Metarhizium anisopliae* (Mestch.) pada berbagai media sereal dan pengaruh suhu terhadap perkembangannya. Kongres I, HPTI. Jakarta. 7 p.
- Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. 1989.** Laporan tahunan 1986/87–1987/88.
- Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi. 1992.** Status penelitian padi sebar langsung pada sawah irigasi. Laporan Bulan November 1992.
- Biro Pusat Statistik. 1983.** Statistik Indonesia (1982). Jakarta.
- Biro Pusat Statistik. 1988.** Statistik Indonesia (1987). Jakarta.
- Biro Pusat Statistik. 1992.** Statistik Indonesia (1991). Jakarta.
- Biro Pusat Statistik. 1993.** Statistik Indonesia (1992). Jakarta.
- Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Pangan. 1992.** Evaluasi serangan organisme pengganggu utama padi selama 5 tahun (1986–90) berdasarkan laporan pengamat hama. Jakarta.
- Fagi, A.M. 1988.** Status penerapan teknik pemupukan pada padi sawah. *Dalam: Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk, Bogor 21 November 1988. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. p. 37.*

- Fagi, A.M. dan J.S. Adiningsih. 1988.** Peningkatan efisiensi pupuk nitrogen pada padi sawah irigasi dan tadah hujan. *Dalam: Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk*, Bogor 21 November 1988. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. p. 19.
- Fagi, A.M., R. Tejasarwana, and H. Taslim. 1988.** Report on multilocation trials on nitrogen use efficiency in irrigated wetland rice: 1984–85 crops seasons. *Dalam: Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk*, Bogor 21 November 1988. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. p. 207.
- Fagi, A.M. dan S.A. Sanusi. 1983.** Meningkatkan efisiensi air irigasi dengan teknik budi daya tanaman pangan dan teknik pengairan. *Risalah Lokakarya Masalah dan Hasil Penelitian Padi*. p. 51–62.
- Fagi, A.M., S. Suriapermana, and I. Syamsiah. 1989.** Rice fish farming systems in lowland areas the West Java. Case Report of the ARFS Working Group Meeting. AARD-IRRI.
- Fakhriansyah. 1993.** Potensi dan kendala dalam pengembangan peternakan itik Alabio di Kalimantan Selatan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 1(16):4–6. Jakarta.
- Harahap, Z., Suwarno, E. Lubis, dan Susanto Tw. 1995.** Padi unggul toleran kekeringan dan naungan. M. Syam dan Hermanto (eds.). *Puslitbang Tanaman Pangan*, Bogor. 21 p.
- Hazairin dan Manalu. 1993a.** Budi daya padi sawah irigasi dengan cara sebar langsung. *Direct Seeding Bahbolon Project*. Kerja Sama Indonesia-Australia.
- Hazairin dan Manalu. 1993b.** Pengaruh pemberian herbisida Rilof dan banyaknya benih terhadap pertumbuhan dan hasil padi pada pertanaman sistem sebar langsung. *Dalam: Peluang dan Dampak Perbaikan Teknologi Pertanian di Wilayah Irigasi Bahbolon*. Laporan Khusus No. 5, 1993. Proyek Irigasi Bahbolon-AIDAB, Medan.
- Ismail, I.G., T. Alihamsyah, I.P.G. Widjaja Adhi, Suwarno, T. Herawati, R. Thahir, dan D.E. Sianturi. 1993.** Sewindu (1985–93) penelitian pertanian di lahan rawa, kontribusi dan prospek pengembangan. Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa Swamps II. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 128 p.
- Kardin, M.K., M. Amir, dan H.R. Hifni. 1995.** Beberapa penyakit penting padi dan pengendaliannya. *Dalam: M. Syam, Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (eds.)*. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 2. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta 23–25 Agustus 1993. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. p. 634–46.
- Malian, A.H. dan H. Supriadi. 1995.** Prospek dan kendala pengembangan teknologi budi daya sebar langsung padi sawah di lahan irigasi. *Dalam: M. Syam, Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (eds.)*. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 3. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta 23–25 Agustus 1993. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Manti, I. 1990.** Pertumbuhan populasi predator *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter) dan wereng coklat di kurungan lapangan. Kongres I, HPTI. Jakarta.
- Manwan, I. 1994.** Strategi dan langkah operasional penelitian tanaman pangan berwawasan lingkungan. *Dalam: M. Syam, Hermanto, H. Kasim, dan Sunihardi (eds.)*. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 1. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta 23–25 Agustus 1993. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. p. 65–97.
- Partohardjono, S., I.G. Ismail, Subandi, M.O. Adnyana. D.A. Darmawan. 1994.** Peranan sistem usahatani terpadu dalam upaya mengentaskan kemiskinan di berbagai agroekosistem. *Dalam: M. Syam, Hermanto, H. Kasim, dan Sunihardi (eds.)*. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 1. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta 23–25 Agustus 1993. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. p.143–82.

- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1991a.** Sumber pertumbuhan produksi padi dan kedelai: potensi dan peluang. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. 75 p.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1991b.** Hasil utama penelitian tanaman pangan 1988–90 dan program 1991/92. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. 40 p.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1993a.** Pemupukan Kalium untuk meningkatkan produksi tanaman pangan di tanah Vertisol. Laporan Bulanan Puslitbang Tanaman Pangan, Maret 1994. p. 2–13.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1993b.** Varietas unggul padi 1943–92. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. 123 p.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1994a.** Data penting tanaman pangan. 47 p.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1994b.** Keunggulan komparatif kedelai sesudah padi. Berita Puslitbangtan 10:14–5. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1994c.** Pengembangan sistem usahatani tanaman-ternak: keterkaitan dengan peningkatan pendapatan petani dan sistem produksi dilanjutkan. Laporan Bulanan Puslitbang Tanaman Pangan, Juni 1994.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1995a.** Laporan tahunan Puslitbang Tanaman Pangan 1992/93. Dikompilasikan oleh M. Syam, Sunihardi, Hermanto, Arif Musaddad, dan Yunastri. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. 74 p.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1995b.** Penyakit tungro dan strategi pengendaliannya. Wereng coklat dan strategi pengendaliannya. Laporan Bulanan Puslitbang Tanaman Pangan, Maret 1995. 31 p.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1995c.** Rencana induk penelitian dan pengembangan tanaman pangan periode 1995/96–1999/2000. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. 96 p.
- Setiobudi, D. 1987.** Penampilan produksi padi sawah pada pola penggenangan berbeda. Media Penelitian Sukamandi. Balittan Sukamandi. p. 182–9.
- Silitonga, T.S. 1994.** Konservasi dan pemanfaatan plasma nutfah padi. *Dalam:* Sunihardi, A. Musaddad, dan Ruhendi (eds.). Koleksi dan karakterisasi plasma nutfah pertanian. Risalah Review Hasil dan Program Penelitian Plasma Nutfah Pertanian, Bogor 26–27 Juli 1994. Badan Litbang Pertanian. p. 1–26.
- Suharto, H. dan S. Kartaatmadja. 1995.** Prospek penggunaan feromon sintetis dalam pengendalian hama tanaman pangan. *Dalam:* M. Syam, Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (eds.). Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 2. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan, Bogor. p. 576–82.
- Supriadi, H. dan A.H. Malian. 1995.** Kelayakan agronomis teknologi budi daya sebar langsung di lahan sawah irigasi. *Dalam:* M. Syam, Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (eds.). Kinerja Penelitian Tanaman Pangan, Buku 3. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta 23–25 Agustus 1993. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Suriapermana, S. dan I. Syamsiah. 1994.** Tanam jajar "legowo" pada sistem usahatani minapadi-azola di lahan sawah irigasi. Makalah disampaikan pada Seminar Dua Hari Sistem Usahatani dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor 19–20 September 1994.
- Wardana, I.P., I. Syamsiah, dan A.M. Fagi. 1990.** Potensi dan kendala pengembangan embung di lahan sawah tadah hujan. Kasus Kecamatan Jakenan, Pati. Seminar Hasil Penelitian Balittan Sukamandi.

Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian
1995