

# KESIAPAN TEKNOLOGI Mendukung Peningkatan Produksi Kedelai dan Ubi Kayu

**Suyamto, Subandi, dan Marwoto**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

## RINGKASAN

Upaya serius pemerintah untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri menuju swasembada perlu didukung oleh semua pihak yang terkait, di antaranya adalah dalam penyediaan teknologinya. Kendatipun masih diperlukan penelitian untuk menghasilkan teknologi produksi kedelai yang lebih maju, dewasa ini telah tersedia teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas dari rata-rata sekitar 1,3 t/ha di tingkat petani menjadi sekitar 2,0 t/ha di tingkat penelitian. Komponen/teknologi yang dimaksud di antaranya adalah: (1) Varietas unggul dengan beragam karakter baik dalam hal potensi hasil, umur panen (genjah sampai dalam), warna biji (kuning, kuning kehijauan, hitam), ukuran biji (kecil, sedang, besar), dan kesesuaiannya terhadap tipe lahan (sawah, lahan kering, lahan kering masam, lahan pasang-surut), (2) produksi benih, (3) penyiapan lahan pengolahan tanah, (4) penanaman, (5) pengelolaan hara dan pemupukan, (6) pengelolaan air/lengas tanah, (7) pengelolaan organisme pengganggu tanaman, serta (8) sistem tanam tumpangsari. Proses produksi kedelai melalui pendekatan pengelolaan tanaman terpadu dapat meningkatkan produksi hingga 60–80%.

Penggunaan sumber energi alternatif yang berasal dari hasil pertanian seperti biodiesel dan bioetanol menjadi isu penting akhir-akhir ini seiring dengan meningkatnya harga bahan bakar minyak (BBM) di pasaran dunia dan menipisnya cadangan fosil sebagai bahan baku minyak. Sesuai dengan Peraturan Presiden No.5 tahun 2006, ubi kayu berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar nabati (*biofuel*) dalam bentuk bioetanol sebagai campuran bensin dengan proporsi 10% (Gasohol-E10). Pada tahun 2006, kebutuhan premium untuk transportasi nasional mencapai 17,17 juta kilo liter dan akan terus meningkat dengan laju pertumbuhan 7,07% per tahun. Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya pengembangan ubi kayu untuk memenuhi permintaan industri bioetanol, dan industri lainnya. Untuk mendukung industri pengolahan bioethanol dari bahan ubi kayu telah tersedia teknologi berupa varietas ubi kayu yang sesuai seperti Adira-4, MLG-6, dan UJ-5, teknologi produksi yang menjamin pasokan bahan ubi kayu secara lebih merata sepanjang tahun, serta teknologi budidaya yang produktif dan efisien yang mampu menghasilkan umbi 35–45 t/ha.

Kata kunci: teknologi produksi, kedelai, ubi kayu, tumpangsari, bioetanol

## PENDAHULUAN

Revitalisasi Pertanian membulatkan tekad untuk meningkatkan produksi kedelai nasional menuju swasembada pada tahun 2010. Beriringan dengan itu diterbitkan PP No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional, yang substansinya adalah suplementasi energi fosil yang tak terbarukan dengan bioenergi yang terbarukan. Salah satu bahan bioenergi energi yang akan dikembangkan adalah ubi kayu. Dengan demikian pada waktu bersamaan diperlukan program peningkatan produksi kedelai dan ubi kayu. Produksi kedelai yang saat ini hanya mencukupi sekitar 40% kebutuhan nasional dan produksi ubi kayu yang baru mencapai 19 juta ton harus ditingkatkan menjadi 29 juta ton. Bila dihitung ke belakang untuk memenuhi kebutuhan bioenergi diperlukan tambahan luas lahan 300.000–500.000 ha untuk ubi kayu

dan kedelai. Tumpangsari model aditif antara kedua komoditas tersebut, hasil kedelai dapat mencapai 2 ton/ha dan hasil ubi kayu mencapai 22,5 t/ha (Subandi 2007). Hasil penelitian tersebut memberikan gambaran bahwa peningkatan kedelai dan ubi kayu dapat dilakukan sekaligus.

Dewasa ini terdapat sekitar 13,0 juta hektar lahan yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan kedelai dan ubi kayu, meliputi lahan sawah maupun lahan kering (Abdulrachman *et al.* 1997), sehingga peningkatan areal tanam seluas 5 juta ha untuk kedelai dan ubi kayu secara potensial tersedia. Upaya perluasan areal tanam kedelai dan ubi kayu di lahan kering masam memberikan peluang paling besar karena teridentifikasi lahan seluas 3 juta ha lebih yang sesuai untuk kedelai, yang berarti sangat sesuai untuk ubi kayu mengingat ubi kayu lebih adaptif pada lahan masam. Sebagai contoh di Lampung yang saat ini merupakan sentra produksi ubi kayu, dan kedelai bila akan dikembangkan di lahan kering masam di Lampung harus ditanam secara tumpangsari dengan ubi kayu.

Menurut Siregar (2001) tanaman kedelai di Jawa hanya dapat menyaingi padi jika hasilnya paling sedikit dapat dilipatduakan atau harga kedelai dinaikkan 60–80%. Di pihak lain tanaman kedelai harus bersaing dengan jagung walaupun hasil jagung turun 35%. Peningkatan hasil kedelai hanya dapat dicapai melalui *terobosan teknologi*, sedangkan kebijaksanaan peningkatan harga akan mahal. Sudaryanto *et al.* (2001) menyatakan bahwa keunggulan komparatif kedelai di Jawa secara ekonomi tidak efisien baik untuk substitusi impor, perdagangan antar daerah dan untuk promosi ekspor.

Luas tanam kedelai sekitar 617.000 ha (BPS 2005), sebagian besar di lahan sawah (60%) dan sebagian besar di Jawa yang berlahan sempit, atau sekitar 250.000 ha ditanam di lahan kering. Tampak bahwa mempertahankan tanaman kedelai di Jawa perlu terobosan teknologi yang dapat meningkatkan daya saing kedelai terhadap padi dan jagung. Hal tersebut juga memberikan petunjuk bahwa pengembangan kedelai di luar Jawa mungkin memiliki daya saing karena di Jawa kedelai dapat dianggap sebagai komoditas inferior.

Ubi kayu selama ini dikenal sebagai komoditas inferior dan akan menjadi komoditas superior melalui kebijakan bioenergi. Tampaknya kebangkitan kedelai harus menumpang pada kebangkitan ubi kayu. Kesiapan teknologi kedelai dan ubi kayu berikut diharapkan memberikan optimisme tentang upaya peningkatan produksi kedua komoditas tersebut guna mendukung pencapaian sasaran yang ingin dicapai.

## TEKNOLOGI PRODUKSI KEDELAI

Permasalahan produksi kedelai secara ringkas dikemukakan sebagai berikut: (1) laju pertumbuhan produktivitas rendah, (2) laju pertumbuhan luas tanam rendah/negatif, (3) penggunaan input belum optimal, (4) budidaya kedelai lahan suboptimal/lahan marginal masih terbatas, (5) penguasaan pengendalian organisme pengganggu tanaman terbatas, (6) cekaman kekeurangan, (7) standar mutu produk kurang disosialisasikan, dan (8) keunggulan

koparatif dan kompetitif yang rendah. Kesiapan teknologi difokuskan komponen dapat digunakan untukantisipasi masalah tersebut.

### Varietas Unggul

Varietas unggul sangat menentukan tingkat produktivitas kedelai dan merupakan komponen teknologi yang relatif mudah diadopsi petani jika benihnya tersedia. Di Indonesia, hingga kini telah berhasil dilepas sekitar 64 varietas kedelai dengan karakter. Tabel 1 memperlihatkan 21 varietas kedelai yang memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas dan perluasan areal tanam kedelai pada lahan suboptimal, khususnya lahan kering masam dan lahan pasang surut (PSL), hemat input pestisida (varietas Ijen) dan fungisida karena varietas-varietas tersebut agak tahan penyakit karat. Umur, ukuran dan warna biji menunjukkan preferensi petani yang bersifat spesifik.

Tabel 1. Varietas unggul kedelai yang dilepas setelah tahun 2000 dan beberapa varietas yang dilepas pada tahun sebelumnya.

Varietas	Potensi hasil (t/ha)	Umur panen (hari)	Ukuran biji (g/100 biji)	Warna biji	Keterangan**
Wilis	1,60*	85-90	10,0	Kuning	
Argomulyo	2,00	80-82	16,0	Kuning	
Burangrang	2,50	80-82	17,0	Kuning	
Sinabung	2,16*	<b>88</b>	10,7	Kuning	
Kaba	2,13*	85	10,4	Kuning	
Tanggamus	1,22*	88	11,0	Kuning	Adaptif LK masam
Nanti	1,24*	91	11,5	Kuning	Adaptif LK masam
Sibayak	1,41*	89	12,5	Kuning	Adaptif LK masam
Mahameru	2,16	84-95	17,0	Kuning	
Anjasmoro	2,25	83-93	15,0	Kuning	
Lawit	2,07*	84	10,5	Kuning	Adaptif LPS
Menyapa	2,03*	85	9,1	K.kehijauan	
Merubetiri	2,75	95	14,0	Kuning	
Baluran	3,00	80	16,0	Kuning	
Ijen	2,30	83	11,2	Kuning	Toleran ulat grayak
Panderman	2,37	85	18,5	Kuning	
Seulawah	2,05	93	9,5	K kehijauan	Adaptif LK masam
Ratai	2,10	90	10,5	K kehijauan	Adaptif LK masam
Rajabasa	2,05*	82-85	15,0	Kuning	Agak toleran masam
Gumitir	2,41	81	16,0	K kehijauan	
Argopuro	3,05	84	17,8	Kuning	
Cikuray	1,70*	82-85	11,5	Hitam	
Malika+	2,34*	85-90	9,5	Hitam	

\*) Hasil rata-rata \*\*) LK= Lahan Kering, LPS= Lahan Pasang Surut

Sumber: Suhartina (2005); +) Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 78/Kpts/SR. 120/2/2007

## Komponen Teknologi Kedelai Lahan Sawah

### 1. Penyiapan lahan

Penyiapan lahan meliputi pembersihan lahan dan pengolahan tanah. Tampak bahwa pada lahan sawah kedelai dapat ditanam dengan olah tanah minimal sehingga dapat menghemat biaya. Tanpa olah tanah hasil kedelai berkisar 1,8–2,0 t/ha, asal benih kedelai yang ditanam bermutu dengan populasi optimal (Tabel 2). Toleransi penundaan tanam kedelai di lahan sawah sesudah padi adalah sekitar 5–7 hari, kecuali varietas tidar dapat ditunda 10 hari karena varietas Tidar berumur lebih genjah sehingga terhindar dari kekeringan (Tabel 3 dan 4).

Tabel 2. Pengaruh cara pengolahan tanah untuk padi dan pengolahan tanah untuk kedelai terhadap hasil kedelai setelah padi.

Pengolahan tanah pada padi	Hasil biji (t/ha)	
	Tidak di olah	Diolah
1 x bajak, 1 x garu	1,80	2,07
2 x bajak, 1 x garu	1,77	2,09
2 x bajak, 2 x garu	1,80	2,07
1 x bajak, 2 x garu	1,91	2,04
2 x bajak, 2 x garu dengan traktor	2,00	2,11

Sumber: Adisarwanto (1990).

Tabel 3. Hasil kedelai pada dua waktu tanam sesudah padi sawah di Banyuwangi.

Varietas	Hasil biji (t/ha)]	
	5 hari setelah panen padi	10 hari setelah panen padi
1. Wilis	1,71	0,94
2. Lokal	1,64	0,80
3. Tidar	1,95	1,88
4. MLG 2675	1,71	1,46

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

### 2. Populasi tanaman dan Cara penanaman

Hasil adalah fungsi dari jumlah tanaman yang dapat dipanen dan bobot biji per tanaman yang dipanen. Populasi optimal berkisar antara 400.000 – 500.000 tanaman per hektar (Tabel 5), dan tergantung juga pada varietas (Tabel 6). Populasi 400.000–500.000 tanaman per hektar dicapai dengan pengaturan jarak tanam antarbarisan 40 cm dan dalam-barisan 10–15 cm, dan dua tanaman/rumpun.

Tabel 4. Pengaruh pemunduran waktu tanam terhadap hasil kedelai yang ditanam setelah padi rendengan atau kedelai MK-1 di KP Genteng (Jawa Timur) yang bertipe iklim D2 (klasifikasi Oldeman).

Waktu tanam kedelai	Hasil biji (t/ha)*
1. Dua hari setelah panen padi	2
2. Tujuh hari setelah panen padi	1,31
3. Dua belas hari setelah panen padi	0,83

\*) Rata-rata dari empat genotipe (Wilis, Samarinda, Tidar, MLG2675).

Jenis tanah dan pupuk: Regosol; 50 kg urea+100 kg TSP+100 kg KCl/ha.

Sumber: Kustiyastuti dan Adisarwanto (1995).

Tabel 5. Taksiran hasil kedelai dalam hubungannya dengan tingkat populasi tanaman.

Populasi tanaman (tanaman/ha)	Hasil (t/ha)
< 100.000	0,50
100.000 - 200.000	0,64 - 0,95
200.000 - 300.000	0,96 - 1,50
300.000 - 400.000	1,28 - 1,75
400.000 - 500.000	1,60 - 2,50

Sumber: Adisarwanto dan Floyd (1990).

Tabel 6. Hasil biji kedelai pada tiga populasi tanam.

Varietas	Hasil biji (t/ha)		
	250.000 tanaman/ha	400.000 tanaman/ha	500.000 tanaman/ha
1. Wilis	1,09	1,48	1,56
2. Local	0,91	1,06	1,18

Sumber: Balittan Malang (1988).

Adanya pertimbangan keterbatasan waktu tanam dan tenaga kerja, sejumlah petani biasa menaman kedelai dengan disebar. Cara tanam kedelai dengan sebar memerlukan benih dua kali cara tanam tugal untuk untuk mendapatkan tingkat hasil yang sama dengan cara tanam tugal (Tabel 7), namun tergantung lokasi dan varietas (Tabel 8).

### 3. Pemanfaatan Mulsa Jerami

Pemanfaatan jerami padi sebagai mulsa bdapat meningkatkan hasil kedelai (Tabel 9). Mulsa jerami pada pertanaman kedelai dapat berfungsi sebagai: a) menekan pertumbuhan gulma, b) menjaga kelembaban tanah, dan c) menekan serangan lalat bibit kacang. Penggunaan jerami sebagai mulsa

Tabel 7. Pengaruh cara tanam terhadap hasil kedelai.

Cara tanam	Hasil biji (t/ha)
Disebar	1,43
Ditugal	1,76
Ditempatan di permukaan tanah	1,43
Disebar (populasi dua kali)	1,68

Sumber: Sumarno *et al.* (1989).

Tabel 8. Hasil kedelai pada lahan sawah setelah padi pada cara tanam disebar dan ditugal

Lokasi, tahun	Varietas	Hasil biji (t/ha)	
		Disebar	Ditugal
Mojosari, 1980/1981	Orba	0,93	1,43
Mojosari, 1982	Orba	1,03	1,17
Pasuruan, 1987	Wilis	1,42	1,90
Pasuruan, 1987	Wilis	1,91	1,99

Sumber: Hidayat *et al.* (1991).

Tabel 9. Pengaruh pengolahan tanah dan penggunaan mulsa jerami padi terhadap hasil kedelai setelah padi sawah.

Perlakuan	Hasil Biji (t/ha)
Tanah tidak diolah, tanpa mulsa	1,37
Tanah tidak diolah, mulsa 5 t/ha	1,89
Tanah diolah, tanpa mulsa	1,64
Tanah diolah, mulsa 5 t/ha	1,97

Sumber: Adisarwanto (1985).

dapat mengurangi pertumbuhan gulma hingga 60–65% (Adisarwanto *et al.* 1996), sehingga akan mengurangi tenaga/biaya penyiangan. Selain itu, pemberian mulsa jerami sebanyak 5,0 t/ha mampu menurunkan serangan hama lalat bibit dari 23,8% menjadi 11,9% (Tabel 10). Kendatipun pemberian mulsa jerami berpengaruh positif terhadap pertanaman kedelai, namun dalam praktik banyak petani yang tidak melakukannya karena tidak tersedia tenaga untuk menghamparkan mulsa, dan/atau jerami dimanfaatkan untuk pakan ternak (sapi) utamanya pada pertanaman kedelai MK-2.

#### 4. Pengelolaan Hara dan Pemupukan

Pada lahan sawah, tanaman kedelai menyerap hara NPK paling sedikit dibandingkan dengan tanaman padi dan Jagung (Tabel 11). Hal tersebut sesungguhnya menunjukkan bahwa kedelai dapat bersaing dengan padi dan

jagung di lahan sawah pada kondisi harga pupuk anorganik yang semakin mahal.

Tanggapan kedelai terhadap pemupukan biasanya tidak nyata pada tanaman padi dan jagung. Oleh karena itu, dalam praktiknya, petani kedelai pada lahan sawah tidak atau sedikit memberikan pupuk bagi pertanaman kedelainya, apalagi untuk lahan relatif subur di antaranya lahan sawah intensif yang pada pertanaman padinya petani telah memupuk secara memadai dalam kurun waktu lama.

Tabel 10. Pengaruh pemberian mulsa jerami padi terhadap hasil kedelai setelah padi sawah.

Perlakuan mulsa	Serangan alat bibit (%)*	Hasil kedelai (t/ha)**
Tanpa mulsa jerami	23,8	0,95
Mulsa jerami 5,0 t/ha	11,9	1,25

Sumber: \*) Marwoto (1989), \*\*) Adisarwanto (1985).

Tabel 11. Kebutuhan hara N, P, dan K tanaman padi sawah, jagung, ubikayu, dan kedelai pada tingkat hasil rata-rata nasional 2004.

Jenis komoditas	Rata-rata hasil nasional (t/ha)			Kebutuhan hara (kg/ha)
	N	P	K	
Padi sawah	4,7	104,6	14,9	123,7
Jagung	3,3	90,3	16,0	60,8
Kedelai	1,3	63,7	9,1	27,3

Pada lahan sawah jenis alfisol yang sering mengalami kahat hara kalium memerlukan pupuk KCl, terutama pada bekas padi yang hanya dipupuk dengan Urea, dan ZA dan pupuk kandang (Tabel 12). Pada Vertisol Ngawi yang tanaman kedelainya menunjukkan gejala klorosis, pemberian 50 kg KCl/ha dapat menaikkan hasil dari 0,82 menjadi 1,06 t/ha; peningkatan KCl menjadi 100 dan 150 kg/ha tidak menaikkan hasil lagi (Heriyanto *et al.*, 1996). Pada lahan kering di Lampung Tengah yang miskin K (K-dd 0,15 me/100 g), pemupukan 45 kg K<sub>2</sub>O/ha dapat menaikkan hasil dari 0,8 menjadi 1,4 t/ha (Taufiq *et al.* 2004).

Pada lahan sawah, pupuk urea antara 40–50 kg/ha, sedangkan pada lahan sawah subur atau yang intensif pertanaman padinya, umumnya pemupukan P tidak memberikan tanggapan yang signifikan (Hilman 2005; Ghazi *et al.* 2006). Bagi lahan di Jawa yang telah biasa ditanami kedelai, secara alamiah keberadaan Rhizobium sudah cukup bagi berlangsungnya simbiosis tersebut, karena dalam contoh tanah yang diambil dari sebelas lokasi terdapat sel

Tabel 12. Pengaruh pemupukan K serta residu pupuk K dan pupuk kandang pada padi terhadap hasil kedelai setelah padi di tanah Vertisol Ngawi.

Pemupukan pada padi per hektar	Hasil biji kedelai (t/ha)	
	Kedelai tidak dipupuk KCl	Kedelai dipupuk 75 kg KCl/ha
200 kg urea+200 kg ZA+10 t pk*	0,97	1,18
200 kg urea+200 kg ZA+100 kg KCl	1,58	1,64
300 kg urea+100 kg ZA+100 kg SP36+10 t pk*	1,58	1,65
300 kg urea+100 kg ZA+100 kg SP36+100 kg KCl	1,57	1,59

\*) pk= pupuk kandang.

Sumber: Suwono *et al.* (2000).

Rhizobium 58.000–7.000.000.000/g tanah (Soedarjo *et al.* 2007), sehingga meskipun petani pada dewasa ini tidak melakukan inokulasi Rhizobium, tanaman kedelai dapat membentuk bintil akar dan efektif.

### 5. Pengelolaan Air/Lengas Tanah

Pengelolaan lengas tanah atau air untuk pertanaman kedelai harus mendapat perhatian besar untuk mengatasi masalah kelebihan maupun kekurangan air. Kelebihan air yang umum dihadapi pada petanaman kedelai pada musim hujan dan MK1 dilakukan dengan membuat saluran pengatusan atau dranas. Untuk pertanaman kedelai MK2 pada lahan sawah, saluran pematusan tersebut disiapkan selain untuk mengantisipasi kelebihan air akibat hujan susulan, juga lebih diperlukan untuk melancarkan penyaluran air irigasi menjangkau seluruh bidang petakan. Dari segi hasil, untuk kedelai MK1 (Maret–Juli) pada lahan sawah setelah padi, jarak antar saluran pengatusan (lebar bedengan) 1 m adalah yang paling baik, namun dalam penyiapannya pasti banyak membutuhkan tenaga/biaya; sehingga dari pertimbangan hasil dan kebutuhan tenaga/biaya, jarak antar saluran 3–4 m adalah cukup memadai (Tabel 13).

Pengairan diperlukan untuk pertanaman kedelai pada MK2 yang umumnya sudah tidak ada hujan/hujan sudah sangat jarang. Kedelai diairi dari irigasi permukaan atau dari air tanah melalui pompanisasi. Sistem irigasi yang kedua adalah yang paling banyak dilakukan untuk tanaman kedelai. Kecukupan irigasi akan sangat menentukan hasil. Untuk ini, tergantung kondisi tanah dan hujan susulan, diperlukan 3–4 kali pengairan, yang setiap kali pengairan melalui pompanisasi air tanah dengan sistem sewa petani harus membayar sekitar Rp 200.000/ha.

Dapat disimpulkan bahwa peningkatan hasil dan efisiensi input pada budidaya kedelai di lahan sawah dapat dilakukan dengan:

1. Menggunakan benih bermutu dari varietas unggul,
2. Penyiapan lahan minimal, yaitu dengan memberihkan jerami, dan membuat saluran drainase,



Tabel 13. Hasil kedelai MK1 (Maret – Juni) pada lahan sawah setelah padi dipengaruhi oleh jarak antar saluran pengatusan (lebar bedengan)

Jarak antar saluran pengatusan (m)	Pengelolaan tanaman	Hasil biji (t/ha)
1 m	Optimal	2,62
3 m	Optimal	2,25
4 m	Optimal	2,00
Tanpa saluran pengatusan	Optimal	1,00

Sumber: Sumarno *et al.* (1990)

3. Segera tanam kedelai selambat-lambatnya 5–7 hari setelah padi dipanen dengan cara tanam tugal dengan populasi 300–400.000 tanaman/ha dan diberi mulsa jerami.
4. Pada sawah bekas padi dengan budidaya intensif tidak perlu pemupukan.
5. Pada sawah alfisol yang tidak dipupuk KCl perlu tambahan pupuk KCl.

### **Teknologi kedelai lahan sub optimal**

Lahan kering suboptimal, seperti pada lahan kering masam bertanah Podsolik Merah-Kuning (Ultisol) banyak dijumpai di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua, sebagai target wilayah pengembangan lahan pertanian. Masalah biofisik, terutama keracunan alumunium dan pH masam berimplikasi pada kahat hara N, P, dan K serta hara mikro diatasi dengan ameliorasi lahan, pemupukan dan penggunaan rhizobium.

Kandungan hara N tanah lahan kering masam umumnya rendah dan tidak cukup untuk mendukung pertumbuhan dan hasil optimal pertanaman kedelai, sehingga perlu ditambahkan pupuk N. Namun tambahan pupuk N lebih sedikit jika dibandingkan dengan padi dan jagung, karena secara alamiah tanaman kedelai dapat bersimbiose dengan bakteri penambat N-udara (Rhizobium) dalam bintil akar yang mampu menyediakan N bagi tanaman dalam jumlah yang banyak. Melalui mekanisme ini, 60% kebutuhan N tanaman kedelai dapat dipenuhi (Shutsrirung *et al.* 2002).

Bagi lahan kering masam yang banyak dijumpai di antaranya di Sumatera, tanpa diinokulasi dengan rhizobium, bintil akar tidak atau hanya sedikit terbentuk. Hal ini disebabkan oleh lahan yang tidak mengandung cukup sel rhizobium, kesuburan lahan yang rendah di antaranya pH tanah rendah; miskin Ca, Mg, dan P; dan kejenuhan Al tinggi. Inokulasi rhizobium dan perbaikan kesuburan tanah tersebut dapat memperbaiki pembentukan bintil akar dan pertumbuhan tanaman (Tabel 14).

Seperti halnya hara P, karena kesuburan K dalam tanah juga sangat beragam, maka kebutuhan pupuk K bagi tanaman kedelai juga beragam. Pada tanah-tanah yang kandungan K-dapat ditukar (K-dd) lebih besar dari 0,30 me/100 g tanah, tanaman kedelai umumnya tidak tanggap pemupukan K. Bahkan pada tanah Vertisol (Grumusol) di Ngawi yang ber kandungan K-dd 0,26 me/100 g tanah, tanaman kedelai tidak/kurang tanggap terhadap pemu-

Tabel 14. Pembentukan bintil akar dan pertumbuhan kedelai (Tidar) pada lahan kering masam di Sitiung, Sumatera dipengaruhi oleh pemberian kapur dan inokulasi rizhobium (Legin) (Percobaan II).

Perlakuan		Jumlah bintil akar rhizobium (g/tanaman)	Bobot bintil akar (bintil/tanaman)	Bobot tanaman di atas tanah (mg/tanaman)
Kapur (t/ha)	Inokulasi			
0	-	0	0,0	0,7
	Legin*	9	23,0	1,2
3,5	-	1	11,7	1,9
	Legin	19	96,1	2,1

Sumber: Walujo *et al.* (2000)a).

Tabel 15. Pengaruh pemberian kapur pada lahan kering masam Tulang Bawang dan Lampung Tengah terhadap hasil kedelai.

Takaran kapur		Hasil biji (t/ha)	Peningkatan hasil (%)
Setara Al-dd	Setara CaO (kg/ha)		
<b>Tulang Bawang<sup>a)</sup></b>			
0	0	0,8	-
0,25	259	1,4	75,0
0,5	518	1,4	75,0
0,75	777	1,5	87,5
<b>Lampung Tengah<sup>b)</sup></b>			
0	0	1,4	-
0,25	259	2,0	42,8
0,5	518	2,1	50,0
0,75	777	2,1	50,0

a) Kejenuhan Al-dd: 12,38%; b) Kejenuhan Al-dd: 10,19%.

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

pukan K apabila pertanaman padi sebelumnya dipupuk 10 t/ha pupuk kandang atau 100 KCl/ha (Tabel 16).

## Ameliorasi lahan

Ameliorasi merupakan kunci untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan kering masam. Bahan ameliorasi seperti kapur dan bahan organik diperlukan untuk meningkatkan pH tanah, kandungan bahan organik tanah, serta kandungan hara Ca dan atau Mg. Perubahan ini pada gilirannya diikuti penurunan kelarutan Al, Fe, dan Mn sehingga kurang meracun; peningkatan KTK tanah sehingga tanah lebih mampu mengikat hara melawan pencucian; peningkatan ketersediaan hara N, P, dan Mo; serta memperbaiki struktur tanah, kemampuan tanah dalam menyimpan air/lengas, dan meningkatkan aktivitas mikrobia tanah.

Tabel 16. Produktivitas ubikayu (Adira-1) dan kedelai (Argomulyo) pada pertanaman tumpang­sari ubikayu + kedelai di KP Kendalpayak. MT 2006/2007\*).

Sistem pertanaman	Hasil kedelai (t/ha biji kering)	Hasil ubikayu (t/ha umbi segar)
Monokultur ubikayu	-	22,50
Monokultur kedelai	2,29	-
Ubikayu+ Kedelai, kedelai ditanam 2 minggu sebelum tanam ubikayu	1,70	18,88
Ubikayu+ Kedelai, kedelai ditanam 1 minggu sebelum tanam ubikayu	1,61	18,43
Ubikayu+ Kedelai, kedelai ditanam bersamaan tanam ubikayu	1,69	17,98
Ubikayu+ Kedelai, kedelai ditanam 1 minggu setelah tanam ubikayu	1,54	17,02
Ubikayu+ Kedelai, kedelai ditanam 2 minggu setelah tanam ubikayu	1,40	17,40

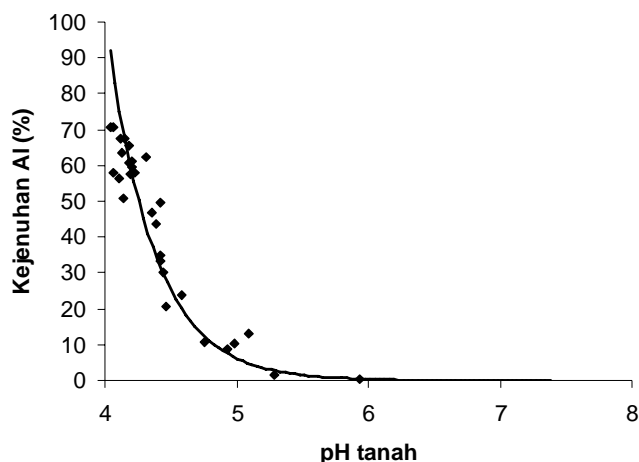
Pupuk kedelai: 50 kg urea+50 kg SP36+50 kg KCl; Pupuk ubikayu: 250 kg urea+100 kg SP36+100 kg KCl.

Sumber: Subandi *et al.* (2006)

Bahan kapur yang umum digunakan adalah batu kapur (*lime stone*), kapur bakar (*burned lime*), dan kapur terhidratasi (*hidrated lime*). Batu kapur tersusun oleh kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan magnesium karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ). Jika batu kapur tidak atau sedikit mengandung Mg disebut batu kalsit (*calcite*). Batu kapur yang disusun mineral ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) dinamakan batu dolomit, dalam batuan ini kandungan  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{MgCO}_3$  adalah berimbang (Tisdale dan Nelson 1975). Penggunaan batu dolomit untuk mengapur tanah masam akan lebih baik daripada batu kalsit, sebab pemberian batu dolomit sekaligus akan menambah hara Ca dan Mg secara berimbang.

Sesuai dengan hasil penelitian Kamprath (1970), untuk menetralkan Al-dd jumlah kapur yang diperlukan adalah setara dengan 1,5 Al-dd (me/100 g tanah) atau setara dengan 1,65 t/ha  $\text{CaCO}_3$  per 1,0 me Al-dd. Sehubungan dengan upaya untuk menurunkan daya meracun Al, pemberian kapur tidak perlu sampai menetralkan seluruh Al-dd. Secara umum kadar kritis Al-dd untuk tanaman kedelai adalah 20% (Arya, 1990).

Nilai pH tanah yang relatif mudah diukur (sederhana dan cepat) dapat digunakan untuk panduan dalam menduga tingkat kejenuhan Al-dd. Kejenuhan Al-dd sangat rendah atau tidak terukur jika pH di atas 5,3 (Gambar 1). Jika pH tanah telah mencapai sekitar 4,8–5,0, bagi kedelai lahan tidak perlu dikapur dalam jumlah untuk menurunkan Al-dd, melainkan hanya untuk mencukupi ketersediaan Ca atau Ca dan Mg; untuk tujuan ini jumlah kapur yang diperlukan tidak banyak, cukup 300–500 kg/ha. Pada lahan



Gambar 1. Hubungan antara pH tanah dengan kejeñuhan Al-dd pada tanah Ultisol (Sudarman 1987).

kering masam Tulang Bawang dan Lampung Tengah yang pada perlakuan tanpa kapur berturut-turut berkejeñuhan Al-dd 12,4% dan 10,2%, pemberian kapur setara dengan 259 kg CaO per hektar meningkatkan hasil kedelai secara signifikan (Tabel 15).

Pupuk organik dapat berupa pupuk kandang, pupuk hijau atau kompos. Pemberian pupuk kandang sapi 2,5 t/ha pada lahan kering masam di Tulang Bawang dan di Lampung Tengah meningkatkan serapan P tanaman dan berturut-turut dapat meningkatkan hasil kedelai 8,3% dan 11,1%.

### **Tumpangsari ubi kayu + kedelai**

Perluasan areal pertanaman kedelai merupakan salah satu upaya yang berpotensi besar untuk dapat mempercepat peningkatan produksi kedelai nasional, mengingat terdapat areal pertanaman ubi kayu yang cukup luas yaitu sekitar 1,2 juta hektar, dan yang di Luar Jawa, khususnya di Lampung sebagai provinsi penghasil utama ubi kayu umumnya ubi kayu masih ditanam secara monokultur. Tumpangsari ubi kayu + kedelai di KP Kendalpayak yang ditanam secara baris ganda untuk ubi kayu, yakni jarak baris ubi kayu yang dekat 50 cm dan yang jauh 200 cm dengan jarak tanam dalam barisan 100 cm, populasi 8.000 tanaman/ha. Pada setiap ruang antara barisan ubi kayu yang jauh ditanam kedelai dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman per lubang (ada lima baris kedelai). Pada pertanaman monokultur, ubi kayu ditanam berjarak 100 cm x 100 cm (populasi 10.000 tanaman/ha) dan kedelai 40 cm x 15 cm, 2 tanaman/lubang (populasi 333.500 tanaman/ha). Dengan sistem tanam tumpangsari tersebut diperoleh hasil kedelai 1,40–1,70 t/ha dan umbi segar 17,02–18,88 t/ha (Tabel 16).

Dalam tumpangsari, hasil kedelainya mencapai 61,1–74,2%, dan umbi segar 75,6–83,9% dibandingkan terhadap pertanaman monokultur. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, hendaknya kedelai ditanam pada saat-saat antara dua minggu sebelum tanam sampai bersamaan tanam ubi kayu. Dengan sistem tumpangsari yang demikian hasil ubi kayu menurun tidak terlalu banyak dibandingkan dengan pertanaman monokultur, dan akan diperoleh tambahan hasil kedelai yang cukup tinggi; sehingga sistem ini akan mendatangkan perbaikan pada pertanaman ubi kayu, yakni: (a) petani cepat memperoleh hasil panen dari kedelai, (b) produktivitas lahan meningkat, (c) hasil panen beragam, (d) mengurangi risiko merugi karena gagal panen satu komoditas, dan (e) areal pertanaman ubi kayu kesuburannya lebih terjamin karena adanya limbah tanaman kedelai yang tertinggal atau dikembalikan ke lahan.

## **Pengelolaan Organisme Pengganggu (Gulma, Hama dan Penyakit)**

### **Pengendalian gulma**

Gangguan gulma, hama dan penyakit kedelai di lahan sawah maupun lahan mering prinsipnya sama. Pengendalian organisme pengganggu tanaman merupakan masalah kritis pada budidaya kedelai. Penurunan hasil kedelai akibat kompetisi dengan gulma berkisar antara 18–68%. Kehilangan hasil karena kompleks serangan hama dan penyakit sangat nyata, bahkan dapat menyebabkan puso.

Pengendalian gulma di lahan kering masam menunjukkan pengendalian secara mekanis pada umur 14 dan 21 hari setelah tanam mencegah kehilangan hasil hingga 75% (Tabel 17).

### **Pengendalian Hama**

Hama utama pada tanaman kedelai meliputi lalat bibit (*Ophiomya phaseoli*), ulat pemakan daun seperti ulat grayak (*Spodoptera litura*), ulat jengkal (*Chrysodeixis chalcites*), ulat *Heliotis* sp., ulat penggulung daun (*Lamprosema indicata*),

Tabel 17. Pengaruh cara pengendalian gulma terhadap hasil biji kering di lahan kering Masam, Tulang Bawang, Lampung 2006.

Perlakuan	Hasil biji t/ha
Disiang umur 14 dan 21 hari	1,37 a
Pra tumbuh glycosat, pasca tumbuh paraquat	0,85 bcd
Pra tumbuh paraquat, pasca tumbuh glycosat	0,65 cde
Pra tumbuh glycosat, siang 14 hari	0,87 bc
Pra tumbuh paraquat, siang 14 hari	0,88 bc
Pra tumbuh paraquat + glycosat	0,59 ef
Pra tumbuh glycosat + paraquat, siang 14 hari	1,04 b
Pra tumbuh glycosat + paraquat, siang 21 hari	0,56 ef
Tanpa siang	0,34 f

Tengkano *et al.* 2006.

pengisap polong (*Riptortus linearis*, *Nezara viridula*, dan *Piezodurus hybneri*), penggerek polong (*Etiella zinckenella*), penggerek batang (*Melanagromyza sojae*), kutu kebul (*Bemisia* sp.), dan kutu daun (*Aphis glycines*). Cara pengendalian hama yang efektif tertera pada Tabel Lampiran 1.

### **Pengendalian Penyakit**

Pada tanaman kedelai, 95% penyakit yang umum ditemukan adalah disebabkan oleh jamur, disusul oleh bakteri dan virus. Penyakit pada tanaman kedelai dapat diurutkan mulai dari yang terpenting, yakni penyakit karat daun (*Phakopsora pachyrizi*), bakteri pustul (*Xanthomonas campestris* pv *glycines*), bercak kuning (*Peronospora manshurica*), rebah kecambah (*Rhizoctonia solani* Kuhn), busuk daun/polong (*Rhizoctonia solani*), antraknose (*Colletotrichum dematium*), hawar batang (*Sclerotium rolfsii*), bercak biji ungu (*Cercospora kikuchii*), dan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus, yaitu SSV, SMV, CMMV, PStV, dan BYMV.

Pengendalian penyakit yang disebabkan oleh jamur dan bakteri dapat dilakukan dengan: (a) menanam varietas tahan, (b) menanam benih bebas penyakit, (c) memusnahkan sisa tanaman yang terinfeksi penyakit, (d) menggunakan bakterisida/fungisida yang efektif. Pengendalian penyakit yang disebabkan oleh virus sangat sulit. Pengendalian yang efektif adalah menggunakan varietas tahan dan mengendalikan populasi serangga vektor penyebar virus, serta mengurangi sumber penularan virus. Beberapa gejala serangan penyakit dapat dilihat pada sejumlah gambar terlampir. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam mengendalikan penyakit tanaman adalah: (1) menentukan secara tepat jenis penyakit berdasarkan gejalanya, (2) mengamati intensitas/persentase serangan dan sebarannya, dan (3) menentukan kelayakan pengendalian dengan mengingat keparahan penyakit, cara pengendalian, bahan, dan biaya pengendalian.

### **Panen dan pasca panen**

Panen hendaknya dilakukan sekitar 95% polong telah berwarna coklat atau kehitaman (warna polong masak) dan sebagian besar daunnya sudah rontok. Panen dilakukan dengan cara memotong pangkal batang.

Brangkasan kedelai hasil panen langsung dikeringkan (dihamparkan) di bawah sinar matahari dengan ketebalan sekitar 25 cm selama 2–3 hari (tergantung cuaca) menggunakan alas terpal plastik, tikar atau anyaman bambu. Pengeringan dilakukan hingga kadar air mencapai sekitar 14%. Jangan menumpuk brangkasan basah lebih dari dua hari sebab akan menjadikan biji berjamur dan mutunya rendah. Mengingat sulitnya pengeringan brangkasan/polong pada musim hujan (karena kurangnya sinar matahari), maka brangkasan/polong perlu diangin-anginkan dengan cara dihampar (tidak ditumpuk). penundaan waktu pengeringan berpengaruh terhadap persentase kerusakan biji (Tabel 18).

Brangkasan kedelai yang telah kering (kadar air sekitar 14%) secepatnya dirontok secara manual (geblok) atau secara mekanis (mengggunakan thresher

Tabel 18. Pengaruh penundaan waktu pengeringan terhadap kerusakan biji.

Penundaan	Pengeringan (hari)	Kerusakan biji (%)
2	3	2,0
3	3	5,6
4	4	8,4
5	4	8,6

Sumber: Harnowo dan Mahagyosuko 1995.

(*'pedal thresher'* atau *'power thresher'*). Apabila digunakan *power thresher*, kecepatan silinder perontok disarankan tidak lebih dari 400 rpm (putaran per menit) agar biji terhindar dari pecah kulit, retak, atau kotiledon terlepas. Biji hasil perontokan perlu dibersihkan dari kotoran menggunakan tampi atau *'blower'*. Biji yang sudah bersih dan seragam ukurannya selanjutnya segera dikeringkan lagi menggunakan alas terpal plastik atau tikar pada lantai jemur (halaman) yang kering, dengan ketebalan biji sekitar 2–3 lapis, kemudian disortasi. Biji dikemas menggunakan bahan pengemas dalam kantung glangsi untuk langsung dijual atau tunda jual (disimpan).

### PENGELOLAAN TANAMAN TERPADU

Keberhasilan upaya pengembangan areal pertanaman kedelai akan sangat ditentukan oleh besarnya pendapatan yang diperoleh dari usahatani kedelai. Untuk mengoptimalkan pendapatan usahatani kedelai diperlukan proses pendekatan produksi kedelai melalui Pengelolaan Tanaman Terpadu atau PTT-kedelai. Prinsip dasar produksi melalui pendekatan PTT adalah: (a) bersifat spesifik lokasi, (b) melalui pendekatan partisipatif, (c) mengintegrasikan komponen teknologi yang memberikan pengaruh secara sinergis, dan bersifat dinamis, dapat berubah sesuai dengan kebutuhan. Hasil penelitian PTT pada lahan kering masam pada di Langkat (Sumatera Utara) dan Lampung Tengah (Lampung), serta lahan sawah setelah padi kedua di Ngawi adalah sebagai berikut.

#### ***Langkat (Sumatera Utara)***

Tanah lokasi penelitian mempunyai pH 5,3 dengan kandungan Al-dd sangat rendah. Teknologi produksi yang dievaluasi adalah:

1. Varietas unggul Kaba, Sinabung, Anjasmoro,
2. Benih berkualitas, dengan daya kecambah di atas 90%
3. Tanah diolah sempurna
4. Jarak tanam 40 cm x 15 cm, 2 tanaman/lubang
5. Saluran drainase dibuat berjarak antar saluran 5 m,
6. Ameliorasi dengan pengapuran 750 kg dolomit/ha,
7. Jenis dan takaran pupuk: 50 kg Urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha,

- Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (hama, penyakit dan gulma) dengan pemantauan populasi.

Pertanaman kedelai tersebut tumbuh baik dan mampu menghasilkan biji kering 1,92–2,03 t/ha (Tabel 18), hasil ini jauh lebih tinggi daripada rata-rata hasil kedelai di Sumatera Utara yakni 1,06 t/ha. Hasil analisis usahatani menunjukkan bahwa dengan tingkat harga kedelai Rp 3.500,-/kg. PTT kedelai dengan menanam ketiga varietas unggul tersebut mampu memberikan keuntungan Rp 3.399.000 – Rp 3.781.000.

### Lampung Tengah

Tanah lolasi penelitian mempunyai pH 4,8 dan Al-dd 1,85 me/100 g tanah dengan tingkat kejenuhan 29,9%; kandungan K-dd 0,10, Ca-dd 1,19, dan Mg-dd 0,52 me/100 g tanah. Teknologi yang dievaluasi adalah:

- Varietas unggul Kaba, Sinabung, Burangrang;
- Benih berkualitas dengan daya kecambah di atas 90%;
- Tanah diolah sempurna;
- Jarak tanam 40 cm x 15 cm, 2 tanaman/lubang;
- Saluran drainase dibuat berjarak antar saluran 5 m;
- Ameliorasi dengan pengapuran 1.500 kg dolomit/ha;
- Jenis dan takaran pupuk: 75 kg Urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha;
- Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (hama, penyakit dan gulma) dengan pemantauan populasi.

Pertanaman PTT kedelai tumbuh baik dan dapat menghasilkan 1,76 – 2,02 t/ha (Tabel 19). Hasil tersebut lebih tinggi daripada hasil rata-rata kedelai di Lampung yang hanya 1,10 t/ha. Hasil analisis usahatani menunjukkan bahwa dengan tingkat harga kedelai Rp 3.500,-/kg. pertanaman PTT dengan menggunakan tiga varietas unggul tersebut mampu memperoleh keuntungan Rp 2.153.240,- sampai dengan Rp 3.063.240,- per hektar.

Tabel 19. Analisis usahatani PTT kedelai pada lahan kering masam di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, MH 2005

Varietas	Hasil (t/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Pendapatan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)
Kaba	1,92	3.321.000,-	6.720.000,-	3.399.000,-
Sinabung	2,00	3.321.000,-	7.000.000,-	3.679.000,-
Anjasmoro	2,03	3.321.000,-	7.105.000,-	3.781.000,-

Sumber: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian ( 2006).

### Ngawi (Jawa Timur)

Teknologi yang dievaluasi adalah:

- Varietas unggul Kaba, Sinabung, dan Baluran



2. Benih berkualitas, dengan daya kecambah di atas 90%
3. Tanah tidak diolah, dibuat saluran drainase dengan jarak 5 m antar saluran
4. Populasi tanaman 500.000 tanaman/ha, jarak tanam 40 cm x 10 cm, 2 tanaman/lubang
5. Jenis dan takaran pupuk: 50 kg ZA + 50 kg SP36+ 100 kg KCl/ha
6. Pengendalian organisme pengganggu tanaman dengan pemantauan populasi.

Hasil biji yang mencapai 1,95–2,20 t/ha adalah lebih tinggi daripada rata-rata produksi kedelai di Ngawi (1,40 t/ha), dan dengan biaya produksi Rp 3.324.5000–Rp 3.358.000/ha dapat mendatangkan keuntungan bersih Rp 3.012.000–Rp 3.825.000/ha (Tabel 20).

### Teknologi Produksi Ubi kayu

Menurut Hafsah (2003), 75% produksi ubi kayu di Indonesia dimanfaatkan sebagai bahan pangan (langsung maupun melalui pengolahan), untuk industri non-pangan 13–14%, pakan 2% serta hilang tercecceh 9%. Produksi ubi kayu pada tahun 2004 adalah 19,26 juta ton ubi segar dengan laju peningkatan selama lima tahun terakhir (tahun 2000 s/d 2004) rata-rata 2,69%/tahun. Di sisi lain kebutuhan premium diperkirakan akan terus meningkat dari sekitar 18 juta Kl (kilo liter) pada tahun 2007 hingga 22,5 juta Kl pada tahun 2010 akan memerlukan substitusi etanol dari ubi kayu yang juga terus meningkat, sehingga diperlukan tambahan produksi sebesar 11,7 juta ton dari luas areal tanam sebesar lebih kurang 491 ribu hektar pada tahun 2010 (Tabel 21).

Tabel 20. Penampilan PTT kedelai pada lahan sawah setelah padi kedua di Ngawi. MK 2005/2006.

Varietas	Hasil (t/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Pendapatan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)
Kaba	2,20	3.325.000	7.150.000	3.825.000
Sinabung	2,18	3.358.000	7.085.000	3.727.000
Baluran	1,95	3.324.500	6.337.000	3.012.500

Sumber: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (2006).

Tabel 21. Rencana aksi pengembangan bioetanol dari bahan baku ubi kayu

Kegiatan	2007	2008	2009	2010
Kebutuhan premium (juta Kl)	18,37	19,66	21	22,51
Substitusi Gasohol (ribu Kl)	735	1.376	2.100	2.251
Pemenuhan ubi kayu 8%	588	1.100	1.680	1.800
Umbi segar (ribu ton)	3.822	7.150	10.920	11.700
Areal tanam (ribu ha)	160	300	459	491

Sumber: Ditjenbun 2005

Sentra produksi ubi kayu berdasarkan wilayah pulau atau regional adalah Jawa yang memberi kontribusi 55%, selanjutnya secara berurutan diikuti Sumatera (30%), Bali + Nusa Tenggara (6%), Sulawesi (5%), Kalimantan (3%), serta Maluku + Papua (1%) (BPS, 2005). Dua pulau penghasil utama ubi kayu adalah Jawa dan Sumatera, keduanya berkontribusi sebesar 83–85% dari total produksi Indonesia .

Produktivitas ubi kayu ini masih tergolong rendah apabila dibandingkan dengan potensi hasil teknologi maju atau hasil penelitian yang dapat mencapai 30–40 ton/ha (Suhartina 2005). Hal tersebut menunjukkan bahwa produksi kedelai dapat ditingkatkan melalui peningkatan mutu intensifikasi (PMI) dan perluasan areal tanam (PAT) dari 300.000 ha pada tahun 2008 hingga 491.000 ha pada tahun 2010 (Tabel 21) agar kebutuhan pangan dan bahan baku industri berpotensi dapat dicapai.

Perkembangan ubi kayu di pulau Sumatera lebih tinggi daripada pulau Jawa yakni masing-masing sebesar 9,69% dan 3,86%/tahun. Hal ini memberikan petunjuk bahwa ke depan wilayah penghasil ubi kayu akan bergerak tumbuh ke luar Jawa, khususnya Sumatera. besar.

### **1. Varietas unggul yang sesuai untuk pangan dan bioetanol**

Di antara komponen teknologi produksi, varietas unggul mempunyai peran penting serta strategis, mengingat varietas unggul terkait dengan potensi hasil per satuan luas, kualitas produk yang menentukan preferensi pengguna, serta potensial mudah diadopsi petani apabila bibitnya tersedia.

Jenis ubi kayu yang memiliki potensi hasil, kadar bahan kering dan kadar pati tinggi, dianggap paling sesuai untuk bahan baku bioetanol. Karakter tersebut juga sesuai untuk bahan pangan. Varietas Adira-4, MLG-6, UJ-3, UJ-5, MLG-6 yang telah banyak ditanam petani di propinsi Jawa Timur dan Lampung dan beberapa klon harapan ubi kayu mempunyai kandungan pati yang cukup tinggi (Tabel 22).

Kadar amilosa tertinggi diperoleh pada varietas UJ-5 dan terendah pada klon CMM 99023-12. Menurut Broto dan Richana (2006), pati dengan kadar amilosa tinggi lebih sesuai untuk pembentukan glukosa karena proporsi partikel pati tidak larut (*insoluble starch particles*), yakni amilopektin lebih rendah sehingga relatif lebih mudah dihidrolisis baik dengan asam maupun enzim.

Nisbah fermentasi umbi segar menjadi etanol berbeda nyata antara 12 klon ubi kayu yang diteliti (Tabel 23). Sebanyak tujuh klon menunjukkan nisbah fermentasi tertinggi, yakni antara 95–96%, sedang hasil terendah diperoleh pada klon CMM 99023-12 dan UJ-5 (86%). Perbedaan nisbah fermentasi ini dipengaruhi oleh kadar gula total masing-masing umbi dan kemudahannya untuk dihidrolisis oleh enzim menjadi glukosa dan difermentasi menjadi etanol oleh ragi (*yeast*).

Berdasarkan kadar gula total awal, rasio fermentasi dan efisiensi distilasi, dapat dihitung nilai konversi umbi segar menjadi etanol 96% (kg/l). Nilai konversi terendah diperoleh pada klon CMM 99008-3 dan tertinggi pada klon CMM 99023-12 (Tabel 23). Semakin rendah nilai konversi ini semakin

Tabel 22. Kadar bahan kering, gula total, pati dan amilosa empat varietas unggul, lokal dan klon harapan ubi kayu.

Klon Ubi kayu	Kadar air (%)	Kadar bahan kering (%)	Kadar gula total (% bb)	Kadar pati (% bk)	Kadar serat (% bk)	Kadar amilosa (% bk)
Adira-4	58,85 cd	39,51 ef	40,93 bcd	80,31 e	2,49 a	25,83 fg
CMM 99023-12	67,36 a	30,48 h	31,92 h	78,85 g	1,63 b	24,72 h
CMM 9906-12	61,21 bc	35,49 g	33,70 gh	80,41 d	1,60 b	25,59 g
CMM 9908-4	54,18 f	43,41 cd	42,38 b	80,48 d	1,28 bc	26,99 de
CMM 99023-4	61,99 b	38,90 f	36,59 ef	80,41 d	1,37 bc	27,11 de
CMM 99008-3	48,95 g	49,36 a	45,28 a	82,13 a	1,00 c	29,96 b
Malang-6	55,94 ef	43,07 d	39,12 cde	80,46 d	1,39 bc	26,58 de
Kaspro	53,77 f	45,49 bc	41,29 bc	80,93 c	1,63 b	27,16 d
UJ-3	57,35 de	41,34 de	36,22 fg	79,57 f	1,70 b	25,66 g
UJ-5	53,97 f	46,31 b	43,47 ab	80,24 e	1,32 bc	31,05 a
KK (%)	2,11	2,49	3,24	1,06	6,87	1,17
BNT 5 %	2,67	2,26	2,75	0,01	0,57	0,7

Angka selajur yang diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Sumber: Ginting *et al.* 2006.

Tabel 23. Nisbah fermentasi, angka konversi menjadi etanol 96% dan hasil panen 12 klon ubi kayu.

Klon ubikayu	Ratio Fermentasi (%) <sup>a</sup>	Konversi ubi segar menjadi etanol b (kg/liter)	Hasil panen (ton ubi segar/ha)
Gebang	90,85 b	4,68 c	22
Adira-4	89,76 b	4,45 d	17
Iding	95,93 a	5,01 b	13
CMM 99023-12	86,13 c	5,95 a	31,3
CMM 9906-12	96,01 a	5,05 b	24,8
CMM 9908-4	95,34 a	4,05 e	31,7
CMM 99023-4	95,58 a	4,68 c	25,3
CMM 99008-3	95,51 a	3,77 f	22,3
Malang-6	89,35 b	4,68 c	15,6
Kaspro	96,04 a	4,12 e	27
UJ-3	95,97 a	4,70 c	25
UJ-5	86,44 c	4,35 d	30
KK (%)	1,6	1,6	-
BNT 5 %	0,25	0,12	-

<sup>a</sup> Fermentasi ubi kayu segar menjadi etanol dengan kadar 7–11%; <sup>b</sup> Etanol dengan kadar 96% (effisiensi distilasi dianggap 95%).

Sumber: Ginting *et al.* 2006.

dikehendaki karena berarti semakin kecil jumlah/berat umbi segar yang diperlukan untuk menghasilkan 1 liter etanol. CMM 99008-3, Kaspro, CMM 9908-4 dan UJ-5 mempunyai nilai konversi <4 kg/1 (Tabel 23). Sementara delapan klon lainnya berkisar antara 4,5–6 kg. Angka ini masih di bawah angka konversi yang selama ini digunakan untuk ubi kayu (6,1 kg umbi segar menjadi 1 liter etanol 96% dengan kadar gula total 30%, ratio fermentasi 90% dan efisiensi distilasi 95%).

## **2. Teknologi Budidaya untuk menjamin pasok bahan baku yang merata sepanjang tahun**

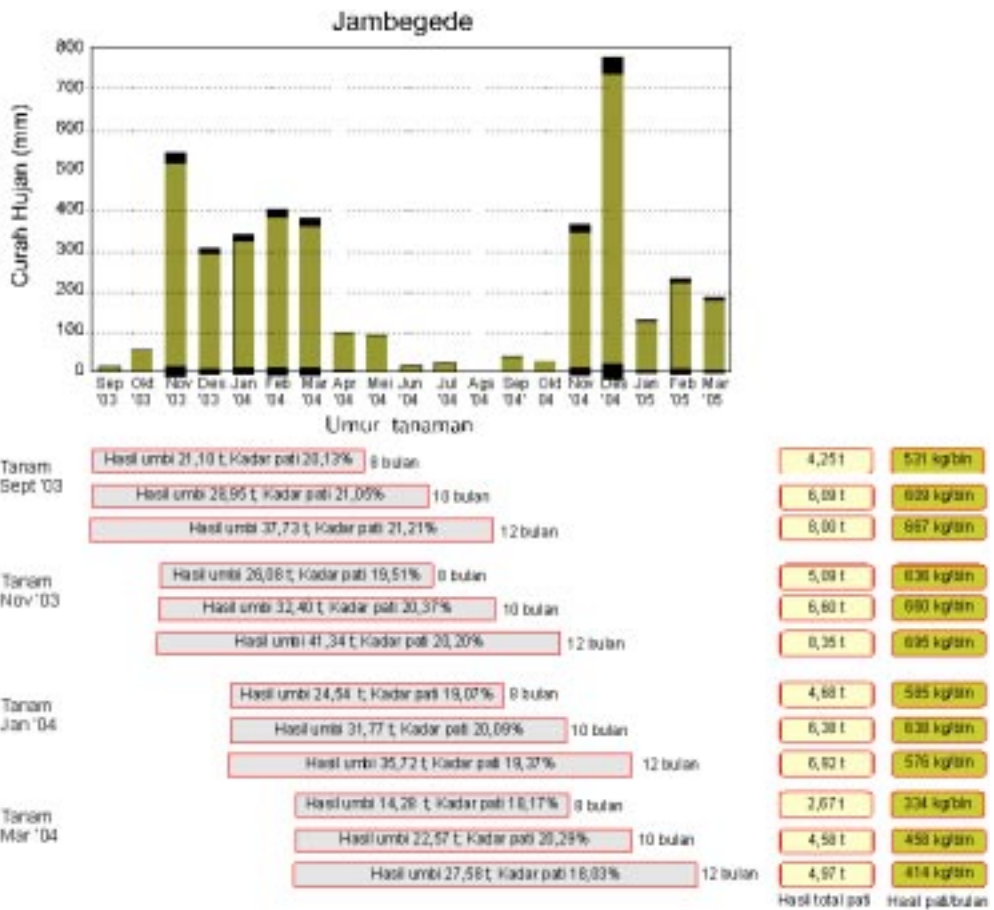
### **a. Pengaturan Waktu Tanam dan Panen**

Ubi kayu di lahan kering ditanam pada saat mulai musim penghujan pada periode yang relatif pendek sehingga mengakibatkan terjadinya periode panen dalam waktu yang pendek pula (panen raya) dan mengakibatkan harga merosot. Tapi di bulan lain ketersediaan umbi menjadi langka karena tidak ada panen. Pasokan produk ubi kayu yang tidak merata di antara bulan sepanjang tahun tersebut berdampak kepada industri pengolahan yang mengakibatkan mesin tidak dapat bekerja secara optimal (Saleh *et al.* 2000). Kondisi yang demikian harus diperbaiki, khususnya untuk menunjang industri pengolahan ubi kayu menjadi bioetanol yang ke depan akan semakin berkembang.

Sebagian upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah pengaturan saat tanam dan umur panen. Hasil penelitian di KP Jambegede (Malang) yang iklimnya termasuk tipe iklim C3 (Gambar 2) menunjukkan bahwa untuk mendukung pasokan ubi kayu yang lebih stabil dan lumintu dalam setahun, waktu tanam dapat dilakukan pada setiap saat dalam kurun waktu empat bulan pertama awal musim hujan (Akhir Oktober – Maret), dan panen dapat dilakukan sejak tanaman berumur 8 sampai 12 bulan (Munip dan Ispandi 2004). Bobot umbi pada umumnya meningkat dengan meningkatnya umur panen, tetapi kadar pati cenderung stabil pada umur panen 8–10 bulan. Di KP. Natar, Lampung Selatan yang beriklim basah (tipe iklim B), pengaturan waktu tanam pada bulan Februari, Juni dan Oktober dengan lima umur panen (8, 9, 10, 11, dan 12 bulan) dapat lebih meratakan panen ubi kayu (Saleh *et al.* 2006). Pengaturan tanam dan panen pada wilayah yang curah hujannya lebih banyak (tipe iklim B dan A) tentunya akan lebih leluasa, sehingga akan lebih dapat menjamin stabilitas dan kelumintuan pasokan produk ubi kayu sebagai bahan baku industri.

### **b. Pengaturan varietas ubi kayu dengan umur panen yang berbeda-beda**

Sentra produksi ubi kayu didominasi oleh lahan kering yang ketersediaan airnya bergantung pada hujan. Di daerah beriklim kering, air tersedia cukup (bulan basah) 3–5 bulan, sedangkan di daerah beriklim basah lebih dari lima bulan. Oleh karena pertumbuhan ubi kayu terhambat bila tanaman mengalami cekaman air selama 2–3 bulan pertama (Wargono 2001), maka peluang-



Gambar 2. Hasil ubi kayu (ton/ha), kadar pati (%), hasil total pati (ton/ha), dan hasil pati per bulan (kg/bulan) tanaman ubi kayu pada empat bulan tanam (September, November, Januari, dan Maret) dan tiga umur panen (8, 10, dan 12 bulan) di KP Jambede (Malang).

nya kecil untuk melakukan penanaman ubi kayu pada musim kemarau dengan hasil tinggi di daerah beriklim kering. Masalah tersebut dapat diatasi melalui pergeseran waktu tanam dari awal-akhir musim hujan dengan penggunaan varietas yang berbeda umur (genjah, sedang, dan dalam) agar dapat dipanen pada umur 7–12 bulan untuk mendukung ketersediaan bahan baku sepanjang tahun atau minimal selama 8 bulan/tahun. Di daerah yang tidak dapat melakukan cara tersebut karena pola tanamnya monokultur dapat dikembangkan industri pengolahan galek dan tepung skala rumah tangga dan kelompok untuk memenuhi permintaan yang tinggi, baik domestik maupun ekspor.

## c. Teknik budidaya yang produktif dan efisien

### 1. Penyiapan lahan

Pada lahan peka erosi, penerapan teknologi pengolahan tanah selain dapat eningkatkan hasil umbi, juga dapat menekan erosi sekitar 54% (Tabel 24). Peningkatan hasil umbi karena pengolahan tanah mampu memperbaiki struktur tanah untuk menjamin sirkulasi O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dan meningkatkan hasil 27–69% dan tingkat erosinya relatif rendah adalah dua kali bajak atau dibuat guludan setelah dibajak sekali (Suparno 1990; Tonglum 2001).

Tabel 24. Penyiapan lahan konservasi dan produktivitas ubi kayu.

Perlakuan	Hasil ubi segar (t/ha)*	Hasil Relatif** (%)	Tingkat erosi relatif** (%)
Olah tanah individual + herbisida	33,0	100	100
Bajak sapi 2 kali	36,2	217	124
Bajak traktor 7 disc 2 kali	33,8	221	133
Bajak traktor 7 disc 1 kali + redging	35,2	291	134

\* tekstur berat + ringan; \*\* tekstur ringan.

Sumber: Howeler 2001\*; dan Suparno 1990\*\*.

### 2. Perbanyak stek

Terbatasnya penyebaran dan adopsi Varietas Unggul Baru (VUB) sebagian disebabkan karena kelemahan dalam mendiseminasikan dan penyediaan bibitnya (Suryana 2006). Selama ini petani mendapatkan bibit ubi kayu dari pertanaman musim sebelumnya atau memperoleh dari tetangga (Suyanto dan Wargiono 2006). Dalam kaitannya dengan kualitas bibit, maka pada umumnya kondisi bibit ubi kayu sudah tidak optimal karena bibit tersebut diperoleh dari tanaman yang dipanen pada bulan Juli–September, sementara penanaman baru dilakukan pada bulan Oktober hingga Januari tahun berikutnya.

Dari aspek penyediaan bibit, ubi kayu yang diperbanyak dengan stek batang mempunyai tingkat perbanyakan (*multiplication rate*) yang rendah. Pada pembibitan secara tradisional dari satu batang ubi kayu (dengan dua cabang) hanya diperoleh 5–10 stek, sehingga pada kondisi pertumbuhan tanaman yang optimal dari satu hektar pertanaman pembibitan, diperkirakan akan diperoleh 50.000–100.000 bibit.

Oleh karena itu luas areal pembibitan minimal 20% luas areal yang akan ditanami. Penggunaan stek pendek dengan 2–3 mata tunas merupakan cara untuk menghasilkan stek secara lebih cepat (*rapid multiplication*). Dengan metode ini dari satu batang dapat diperoleh 5–10 kali lebih banyak dibanding cara tradisional (Wargiono *et al.* 2006). Namun untuk itu perlu stek perlu ditunaskan di dalam bak plastik atau polibag yang lembab, atau apabila langsung ditanam di lapang kelembaban tanah harus selalu dijaga.

### 3. Populasi dan jarak tanam

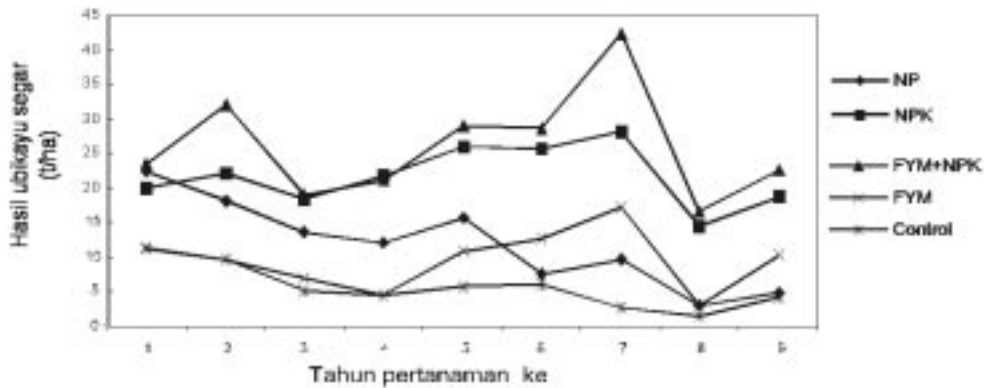
Ubi kayu ditanam baik secara monokultur maupun tumpangsari dengan tanaman lain. Untuk monokultur, penanaman dapat berjarak tanam 1,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 0,5 m; atau 1,8 m x 0,6 m. Pada pertanaman tumpangsari dengan jagung, garut, dan kacang tanah, ubi kayu dianjurkan ditanam dengan sistem baris ganda dengan jarak tanam 50 cm antar barisan yang dekat dan 200 cm antar barisan yang jauh, dengan jarak antar tanaman dalam barisan sejauh 100 cm (Ispandi dan Munip 2004; Munip dan Ispandi 2004; Ispandi *et al.* 2004). Dari pengamatan lapangan di Lampung, kini banyak petani yang menanam ubi kayu dengan jarak tanam rapat yaitu berjarak 60 cm antar baris tanaman dan 40 cm antar tanaman dalam barisan. Alasan pastinya belum jelas, nampaknya terkait dengan tujuan untuk memudahkan pencabutan saat panen. Dengan jarak tanam rapat pertumbuhan tanaman dan ukuran ubi akan lebih kecil dan sedikit per individu tanaman, sehingga mudah dicabut biarpun oleh ibu-ibu maupun anak-anak. Hal ini cukup beralasan mengingat pada saat panen raya ubi kayu, petani dan atau penebas sering dihadapkan pada permasalahan kekurangan tenaga kerja untuk memanen.

Populasi 10.000–15.000 tanaman/ha yang dapat meningkatkan hasil sekitar 19% dan penggunaan jarak tanam yang tepat dapat meningkatkan hasil 4–12% (Tonglum 2001) berpotensi untuk dikembangkan namun perlu penelitian lebih mendalam mengingat populasi tanaman dan jarak tanam dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah dan tipe varietas.

### 4. Pemupukan

Tanaman ubi kayu mempunyai toleransi terhadap cekaman kekeringan dan kemampuan adaptasi yang baik, sehingga tanaman ini dapat tumbuh dan menghasilkan meskipun diusahakan pada lahan sub optimal maupun marjinal. Ubi kayu menambang hara dari dalam tanah melalui panen sekitar 6,54 kg N, 2,24 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 9,32 kg K<sub>2</sub>O tiap ton hasil, atau setara dengan 290 kg urea, 128 kg SP36, dan 310 kg KCl untuk tiap 20 t hasil ubi segar. Tetapi produktivitasnya akan cepat menurun pada lahan sub optimal/marjinal dalam pengusahaan jangka panjang tanpa disertai dengan pemupukan. Oleh karena itu perlu pemupukan setiap musim tanam dengan takaran setara dengan hara yang terangkut melalui panen agar hasil yang tinggi dapat dipertahankan (Gambar 3).

Pada lahan kering bertanah Alfisol di Patuk (Gunung Kidul) pemberian pupuk ZA sebagai sumber hara N dan S pada takaran yang meningkat dari 50 sampai 100 kg/ha selalu diikuti oleh peningkatan hasil umbi secara signifikan (Tabel 25). Pada tanah Alfisol di Patuk (Gunung Kidul) dan Bantur (Malang) yang mengandung K-dd (K-dapat ditukar) 0,2 me/100 g dan 0,5 me/100 g, tanaman ubi kayu tanggap terhadap pemupukan K hingga takaran 100 kg KCl/ha (Tabel 26). Berdasarkan hasil penelitian pada lahan kering Alfisol di Malang, pupuk KCl dianjurkan diaplikasi dua kali yaitu pada saat tanam dan umur 60 hari setelah tanam (Tabel 27).



Gambar 3. Teknologi pemupukan dan stabilitas hasil ubi kayu.

Tabel 25. Pengaruh pemberian pupuk ZA terhadap hasil lima klon/varietas ubi kayu pada lahan kering Alfisol Gunung Kidul.

Pupuk ZA (kg/ha)	Hasil umbi segar (ton/ha)				
	KTKN	No. 13	No. 10	No. 12	Adira-1
0	23,7	22,56	24,78	24,11	18,89
50	27,33	18,11	29,22	27,33	23,53
100	36,56	33,	32,89	32,22	26,55

Pupuk dasar: 100 kg SP36 + 100 kg KCl per hektar

Sumber: Slamet *et al.* (2003).

Tabel 26. Hasil ubi kayu pada lahan kering Alfisol di Gunung Kidul dan Malang pada berbagai takaran pupuk KCl.

Takaran KCl (kg/ha)	Hasil umbi segar (ton/ha)	
	Gunung Kidul <sup>1)</sup>	Malang <sup>1)</sup>
0	18,89	33,00
50	21,56	36,33
100	24,45	44,56
150	23,12	44,33

Pada pemupukan dasar: 200 kg Urea + 100 kg SP36/ha.

<sup>1)</sup> Kandungan K-dd Alfisol Gunung Kidul 0,2 me/100 g dan Alfisol Malang 0,5 me/100g

Sumber: Ispandi *et al.* (2003).

Sekarang dan ke depan pertanaman ubi kayu telah dan akan semakin luas dibudidayakan pada lahan kering masam di Luar Jawa yang tanahnya didominasi Ultisol (Podsolik) yang banyak mengandung Al-dd dan miskin



unsur hara serta bahan organik. Dari segi keracunan Al, tanaman ubi kayu tergolong tahan, karena kadar kritis kejenuhan Al-dd bagi ubi kayu adalah sekitar 80%, padahal tingkat kejenuhan Al-dd tanah Ultisol di Indonesia umumnya jarang yang melampaui 75%. Walaupun demikian, pemberian kapur dengan takaran rendah yang ditujukan untuk memupuk Ca dan/atau Ca + Mg ternyata dapat meningkatkan hasil ubi kayu, dan takaran kapurnya cukup 300 kg/ha (Tabel 28).

Pada tanah Alfisol Bantur (Malang) yang kandungan bahan organiknya rendah (kadar C-organik 1,04%), pemberian pupuk kandang dengan takaran 3 dan 6 ton/ha dapat meningkatkan hasil ubi kayu (Tabel 29). Dalam praktik, penggunaan pupuk kandang sekarang banyak dilakukan oleh petani ubi kayu di Lampung, hal ini sebagian terkait dengan semakin sulit dan mahal untuk

Tabel 27. Hasil ubi kayu pada tanah Alfisol di Patuk (Gunung Kidul) dan Bantur (Malang) pada beberapa takaran dan frekuensi pemberian pupuk KCl.

Takaran KCl (kg/ha)	Hasil umbi segar (ton/ha)		
	1 kali aplikasi <sup>*)</sup>	2 kali aplikasi <sup>*)</sup>	3 kali aplikasi <sup>**)</sup>
Patuk (Gunung Kidul) <sup>*)</sup>			
50	20,98	32,45	27,73
100	30,93	37,57	25,75
150	29,71	32,56	26,98
Bantur (Malang) <sup>*)</sup>			
50	19,82	24,10	19,55
100	22,67	27,56	25,62
150	23,60	27,78	23,33

Pada pemupukan dasar: 100 kg Urea + 50 kg ZA + 100 kg SP36 per hektar

<sup>\*)</sup> Kdd Alfisol Patuk 0,16 me/100 g dan Alfisol Bantur 0,29 me/100 g

<sup>\*\*)</sup> 1 kali aplikasi pada saat tanam, 2 kali aplikasi pada saat tanam dan umur 60 hari, dan 3 kali aplikasi pada saat tanam, umur 60 hari, dan umur 120 hari setelah tanam.

Sumber: Ispandi dan Munip (2004).

Tabel 28. Pengaruh pemberian kapur pada takaran rendah terhadap hasil ubi kayu pada lahan kering masam di Metro dan Tulangbawang (Lampung).

Takaran kapur (kg/ha)	Hasil umbi segar (ton/ha) <sup>*)</sup>	
	Metro	Tulangbawang
0	32,84	26,64
300	39,56	32,06
600	39,44	28,40

<sup>\*)</sup> Dipanen umur 10 bulan.

Pupuk dasar: 200 kg Urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha.

Sumber: Munip dan Ispandi (2004).

Tabel 29. Pengaruh pupuk kandang terhadap hasil dua varietas ubi kayu pada tanah Alfisol di Bantur (Malang). MT 2004/2005.

Takaran pupuk kandang (ton/ha)	Hasil umbi segar (ton/ha)	
	UJ-5	Malang-6
0	15,00	15,06
3	18,80	19,47
6	22,00	22,20

Pupuk dasar: 150 kg Urea + 100 kg ZA + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha.

Sumber: Ispandi dan Munip (2005).

mendapatkan dan membeli pupuk anorganik. Sehubungan dengan ini maka usahatani integrasi ternak-tanaman akan semakin strategis untuk membantu petani dalam menyediakan pupuk organik.

### 5. Penanaman dengan sistem tumpangsari

Diperkirakan lebih dari 95% produk ubi kayu di Indonesia diusahakan petani yang umumnya berskala kecil. Di Lampung, sebagai propinsi penghasil ubi kayu nomor satu dan banyak terdapat industri pengolahan ubi kayu, sekitar 80% produksi ubi kayu berasal dari petani, dan selebihnya diproduksi oleh perusahaan atau industri pengolahan ubi kayu.

Untuk mencukupi kebutuhan hidupnya, dari lahan pertaniannya yang sempit petani ingin memperoleh hasil panen atau pendapatan yang relatif tinggi. Sehubungan dengan itu, petani berupaya untuk menanam komoditas lain di areal tanaman ubi kayu secara tumpangsari, seperti padi gogo, jagung, ataupun kacang-kacangan. Sistem pertanaman tumpangsari tersebut dapat meningkatkan pemanfaatan lahan, yakni dapat meningkatkan nisbah kesetaraan lahan (*Land Equivalent Ratio* = LER) (Gambar 3). Pada tumpangsari dengan kacang buncis (*common bean*), nilai LER berkisar antara 1,50 sampai 1,75 tergantung pada saat tanam kacang terhadap saat tanam ubi kayu. Nilai LER relatif lebih tinggi apabila kacang buncis ditanam bersamaan atau beberapa hari hingga dua minggu sebelum penanaman ubi kayu.

Hasil penelitian di lahan kering di Punggur, Lampung Tengah (Podsolik) menunjukkan bahwa pertanaman tumpangsari ubi kayu + jagung dan ubi kayu (jagung-kacang tanah) lebih menguntungkan daripada pertanaman ubi kayu monokultur dilihat dari hasil analisis usahataniannya seperti pada Tabel 30. Di samping keuntungan yang lebih tinggi, ada kelebihan lain yang diperoleh petani dengan menerapkan sistem tumpangsari, yaitu: jenis produk panen beragam, risiko kerugian akibat gagal panen satu macam komoditas tertentu berkurang, dan petani cepat memperoleh hasil dari jagung atau kacang tanah, sebab cepat dipanen jika dibandingkan dengan ubi kayu. Jagung dan kacang tanah dapat dipanen pada umur 3-3,5 bulan, sedang ubi kayu umumnya baru dipanen setelah berumur 8-10 bulan.

Tabel 30. Hasil panen dan keuntungan usahatani ubi kayu monokultur serta tumpangsari ubi kayu + jagung dan ubi kayu + jagung + kacang tanah pada lahan kering di Punggur, Lampung Tengah (Podsolik). MT 2005/2006.

Uraian	Ubi kayu Monokultur	Ubi kayu + Jagung	Ubi kayu + jagung + k. tanah
1. Hasil panen (ton/ha) <sup>*)</sup>			
- Ubi segar	35,475	42,458	39,475
- Biji kacang tanah	-	-	0,888
- Biji Jagung	-	1,963	2,255
2. Penerimaan (Rp/ha)	9.223.500	12.603.550	14.706.000
- Ubi segar	9.223.500	11.038.950	10.263.500
- Biji kacang tanah	-	-	2.662.500
- Biji Jagung	-	1.564.600	1.780.000
3. Biaya (Rp/ha)	2.934.000	5.101.345	6.895.500
4. Keuntungan (Rp/ha)	6.289.500	7.503.205	7.809.500

<sup>\*)</sup> Rata-rata pada empat klon ubi kayu.

Sumber: Prasetyaswati dan Munip (2006), data diolah.

Pola monokultur dan tumpangsari yang secara finansial layak dikembangkan berdasarkan indikator B/C rasio lebih besar dari 1 (Howeler 2001) perlu penelitian lebih mendalam pada berbagai kondisi dan jenis tanah. Pola tumpangsari yang secara finansial dan teknis layak dikembangkan berdasarkan indikator B/C rasio lebih besar dari 1 dapat menekan erosi 20–40% (Wargiono 2006).

## KESIMPULAN

1. Upaya serius pemerintah untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri menuju swasembada perlu didukung penyediaan teknologi.
2. Dengan teknologi yang tersedia, mampu meningkatkan produktivitas dari rata-rata sekitar 1,3 t/ha di tingkat petani menjadi sekitar 2,0 t/ha di tingkat penelitian.
3. Komponen/teknologi yang dimaksud di antaranya adalah: (1) Varietas unggul dengan beragam karakter baik dalam hal potensi hasil, umur panen (genjah sampai dalam), warna biji (kuning, kuning kehijauan, hitam), ukuran biji (kecil, sedang, besar), dan kesesuaiannya terhadap tipe lahan (sawah, lahan kering, lahan kering masam, lahan pasang-surut), (2) produksi benih, (3) penyiapan lahan pengolahan tanah, (4) penanaman, (5) pengelolaan hara dan pemupukan, (6) pengelolaan air/lengas tanah, (7) pengelolaan organisme pengganggu tanaman, serta (8) sistem tanam tumpangsari,
4. Proses produksi kedelai melalui pendekatan pengelolaan tanaman terpadu mampu meningkatkan produksi hingga 90%.

5. Pengembangan industri bioetanol dari bahan baku ubi kayu memerlukan peningkatan produksi ubi kayu secara signifikan.
6. Untuk pengembangan dan peningkatan produksi ubi kayu mendukung industri bioetanol telah tersedia beberapa teknologi meliputi varietas-varietas ubi kayu yang sesuai, teknologi produksi yang menjamin pasokan bahan baku ubi kayu secara lebih merata sepanjang tahaun, serta teknologi budidaya yang produktif dan efisien yang mampu menghasilkan 35–45 t/ha umbi.

## PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Mulyani, dan Irawan. 1997. Lahan dan Agroklimat untuk kedelai di Indonesia. Makalah pada Seminar Prospek dan Perwspetif Agribisnis Kedelai, 9 Desember 1997. Kerjasama Agribisnis Club, Bulog, Puslit Tanah dan Agroklimat, Ditjen Tanaman Pangan Hortikultura, dan Puslitbangtan. Jakarta.
- Adisarwanto, T. 1985. The influence of planting method and mulching on soybean seed yield. Proceeding of symposium Soybean in Tropical and Sub Tropical Cropping System. Tsukuba, 26 September– 1 October 1983.
- Adisarwanto, T. 1990. Dampak cara pengelolaan tanah pada padi terhadap hasil kedelai di lahan sawah. Laporan Tahunan Balitan Malang 1990. hal. 45–54.
- Adisarwanto, T., dan F. Floid. 1990. Hasil sigi permasalahan budidaya kedelai di Jawa Timur. Balitan Malang.
- Adisarwanto, T., H. Kuntastyuti, dan Suhartina. 1996. Paket teknologi nusahatani kedelai setelah padi di lahan sawah. P. 27–44. *Dalam: Heriyanto et al.* (Ed.). Pemantapan teknologi usahatani palawija untuk mendukung sistem usahatani berbasis padi dengan wawasan agribisnis (SUTPA). Edisi Khusus Balitkabi No. 8–1996. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Arya, L. M. 1990. Properties and process in upland acid soil in Sumatera and their management for crop production. Sukarami Res. Inst. for Food Crops. 109 p.
- Arsyad, D.M. dan M. Syam. 1998. Kedelai. Sumber pertumbuhan produksi dan teknik budidaya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 30 p.
- Anonim, 2004. Bioethanol - a source of renewable energy. [www.vogelbush.com/technology/bioethanol.htm](http://www.vogelbush.com/technology/bioethanol.htm) (accessed on July 6, 2005).
- Anonim. 2005a. Analisa kenaikan BBM, minyak dunia: Seharusnya seberapa besar kenaikan BBM? [www.sukiman.com/peristiwa/analisiskenaikanbbm.php](http://www.sukiman.com/peristiwa/analisiskenaikanbbm.php) (diakses 5 Januari 2005).
- Anonim. 2005b. Electronic Journals: International Relations Studies. [www.geocities.com/intjournal/BBM](http://www.geocities.com/intjournal/BBM) (accessed on July 6, 2005).
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2006. Hasil utama penelitian kacang-kacangan dan umbi-umbian. 24 p.
- Balittan Malang. 1988. Laporan Tahunan Balittan Malang, April 1986 – Maret 1987. Balittan Malang.
- BPS. 2005. Statistik Indonesia. 2004. Biro Pusat Statistik, Jakarta. 604 p.
- BIOTEC. 2003. Physically modified cassava starch and its potential application in food and non-food industry. [www.me.//A.\BIOTEC.htm](http://www.me.//A.\BIOTEC.htm) (accessed on February 18, 2003).
- BPS. 2005. Statistik Indonesia. 2004. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 604 p.
- Broto, W. dan N. Richana. 2006. Inovasi teknologi proses industri bioethanol dari

- ubi kayu skala pedesaan. Makalah disampaikan pada Lokakarya Pengembangan Ubi kayu dan Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian. Malang 7-8 September 2006. Balitkabi Malang. 13 hal.
- Dartanto, T. 2005. BBM, Kebijakan energi, subsidi, dan kemiskinan di Indonesia. Inovasi Online - Vol.5/XVII/November 2005 (diakses 5 Januari 2006).
- Ditjen Perkebunan. 2005. Laporan Kemajuan Program Energi Alternatif: Penyediaan Bahan Baku Biofuel. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta. 7 hlm.
- Direktorat Budidaya Kacang-kacangan dan Umbi-umbian). 2006. Pedoman umum pemantapan roadmap kedelai. DITJENTAN, DEPTAN. 42 p.
- Ginting, E., K. Noerwijati dan Suprpto. 2005. Identifikasi plasma nutfah ubi kayu untuk kadar pati tinggi. Laporan Teknis Penelitian Balitkabi No. G.1.2.d/APBN/2004. Balitkabi Malang. 12 hlm.
- Ginting, E., K.Hartojo, N. Saleh, Y. Widodo dan Suprpto. 2006. Identifikasi kesesuaian klon-klon ubi kayu untuk bahan baku pembuatan bioetanol. Laporan Teknis tahun 2006. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan umbi-umbian Malang. 20 hlm (*belum dipublikasi*).
- Hidayat, J.R., S.A.S. Wityanara, K. Pirngadi, S. Kartaatmadja, dan A. M. Fagi. 1991. Teknik Budidaya Kedelai di Lahan Sawah Irigasi. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi. 63 p.
- Hillman, Y. 2005. Teknologi produksi kedelai di lahan kering masam, p. 78-86. Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai di Lahan Sub-Optimal. Malang, 26-27 Juli 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
- Hafsah, M.J.2003. Bisnis ubi kayu Indonesia.Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 263 hlm.
- Ispandi, A, L.J. Santoso, dan Mayar. 2003. Pemupukan dan dinamika kalium dalam tanah dan tanaman ubi kayu di lahan kering Alfisol, p.190-201. *Dalam*: Koes Hartojo *et al.* (ed.). Pemberdayaan ubi kayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Ispandi, A dan A. Munip. 2004. Efektivitas pemupukan N, K, dan frekuensi pemberian pupuk K pada tanaman ubi kayu di lahan kering Alfisol, p. 368-383. *Dalam*: A. K. Makarim *et al.* (ed.). Kinerja penelitian mendukung agribisnis kacang-kacangan dan umbi-umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Ispandi, A dan A. Munip. 2005. Pengaruh pupuk organik dan pupuk K terhadap peningkatan serapan hara dan produksi umbi beberapa klon ubi kayu di lahan kering Alfisol. Makalah bahan seminar hasil penelitian tanaman pangan di Balitkabi, Malang (*belum dipublikasi*).
- JICA.1983. Technical information for 8 Kl/day ethanol production from cassava at the BERDC (Biomass Energy Research and Development Centre) in Indonesia. JICA (Japan International Cooperation Agency). 259 pp.
- Kamprath, E.J. 1970. Echangeable aluminium as a creteria for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34:252-254.
- Karama, S. 2003. Potensi, tantangan dan kendala ubi kayu dalam mendukung ketahanan pangan, p.1-14. *Dalam*: Koes Hartojo *et al.* (ed.). Pemberdayaan ubi kayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Kartika, B., A.D. Guritno, D. Purwadi dan D. Ismoyowati. 1992. Petunjuk evaluasi produk industri hasil pertanian. PAU Pangan dan Gizi UGM Yogyakarta.
- Kustiyastuti, H dan Adisarwanto. 1995. Tanggap kedelai terhadap perbedaan waktu tanam di lahan sawah, p . 343-357. Prosiding Simposium Meteriologi pertanian IV. Yogyakarta, 26-28 Januari 1995.
- Marwoto. 1989. Pengelolaan hama kedelai dengan insektisida berdasarkan pemantauan. Makalah Balittan Malang No. 89-18.
- Marwoto, E. Wahyuni, dan K.E. Neering. 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian hama kedelai secara terpadu. Monograf Balittan Malang, No 7, 38 p.
- Marwoto, Suharsono, dan Supriyatin. 1999. Hama kedelai dan komponen pengendalian hama terpadu. Monograf Balitkabi. No. 4-1999. 50 p.
- Munip, A dan A. Ispandi. 2004. Pengaruh pengapuran terhadap serapan hara, hasil umbi dan kadar pati beberapa klon ubi kayu di lahan kering tanah masam. Laporan Teknis. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (belum dipublikasi).
- Pasaribu, D dan Suprpto S. 1985. Pemupukan NPK pada kedelai, p. 159 - 169. *Dalam: Sadikin Somaatmadja et al.* (Ed.). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Prasetyaswati, N dan A. Munip. 2006. Kelayakan paket teknologi usahatani dengan pola tumpangsari ubi kayu di kabupaten Lampung Tengah. Laporan Hasil Penelitian Balitkabi (belum dipublikasi).
- Richana, N., P. Lestari, N. Chilmijati dan S. Widowati. 2000. Karakterisasi bahan berpati (tapioka, garut dan sagu) dan pemanfaatannya menjadi glukosa cair. *Dalam L. Nuraida, R. Dewanti, Hariyadi dan S. Budijanto* (ed). Prosiding Seminar Nasional Industri Pangan Volume I. Surabaya, 10-11 Oktober 2000. PATPI. hlm. 396-406.
- Shutsrirung, A., P. Sutigoalabud, C. Santasup, K. Seno, S. Tajima, M. Hisamatu, and A. Bhromsiri. 2002. Sybiotic efficiency and compatibility of native rhizobia in Nothern Thailand with different soybean cultivars. *Soil Sci. Plant Nutr.* 48: 491-499.
- Soedarjo, M., Suryantini, dan D. Sucahyono. 2006. Pengelolaan pupuk N, pestisida, herbisida, dan air untuk meningkatkan nodulasi dan fungsi rhizobium pada tanaman kedelai di lahan sawah. Laporan Tahunan Balitkabi (*belum dipublikasi*).
- Subandi, M. Rachmat, L.J. Santoso 2006. Hasil evaluasi tumpangsari ubi kayu + kedelai (*belum dipublikasi*).
- Sudarman, S. 1987. Kajian pengaruh pemberian kapur pada tanah Ultisol atas kelakuan kalium dan agihan aluminium. Tesis S3, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 305 p.
- Suhartina. 2005. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 154 p.
- Sumarno, F. Dauphin, A. Rachim, N. Sunarlin, B. Santoso, H. Kuntiyastuti dan Harnoto. . 1989. Analisis kesenjangan hasil kedelai di Jawa. ESCAP- CPGRT. Bogor. 71 hlm.
- Sumarno, D.M. Arsyad, dan I. Manwan. 1990. Teknologi usahatani kedelai. Lokakarya Pengembangan Kedelai. Bogor, 13 Desember 1990. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 48 p.
- Suwono, Suliyanto dan G. Kustino. 2000. Residu pupuk P dan K pada tanaman padi dan pengaruhnya terhadap tanaman kedelai di tanah vertisol, p. 144-154. *Dalam:A.A. Rahmianna et al.* (Ed.) Pengelolaan Sumberdaya lahan dan Hayati

- pada tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Saleh, N., K. Hartojo and Suyamto. 2000. Present situation and future potential of cassava in Indonesia. Cassava Potential in Asia in 21 st Century. Proc. 6th Regional Cassava Workshop. Ho Chi Minh city, Vietnam. p: 47–60.
- Saleh, N., B. Santoso, A. Munip, Y. Widodo, N. Prasetyaswati dan K. Hartojo. 2006. Pengaturan waktu tanam dan waktu panen ubi kayu di lahan kering Lampung. Laporan Teknis tahun 2006. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan umbi-umbian Malang. 20 hlm (*belum dipublikasi*).
- Slamet, P; L.J. Santoso, dan A. Ispandi. 2003. Pengaruh dosis pemupukan ZA terhadap hasil umbi lima klon/varietas ubi kayu di lahan kering tanah Alfisol Gunung Kidul Yogyakarta. p. 202–213. *Dalam*: Koes Hartojo *et al.* (ed.). Pemberdayaan ubi kayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suhartina. 2005. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 154 p.
- Supriyanto. 2006. Prospek pengembangan industri bioetanol dari ubi kayu. Prospek strategi dsan teknologi Pengembangan ubi kayu untuk agroindustri dan ketahanan pangan. Puslitbang Tanaman Pangan Bogor hlm:88–95.
- Suryana, A. 2006. Kebijakan Penelitian dan Pengembangan ubi kayu untuk agroindustri dan ketahanan pangan. Prospek, strategi dan teknologi pengembangan ubi kayu untuk Agroindustri dan Ketahanan Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor hlm. 1–19.
- Suyamto, H dan J. Wargiono. 2006. Potensi, hambatan, dan peluang pengembangan ubi kayu untuk industri bioetanol. Prospek, strategi dan teknologi pengembangan ubi kayu untuk Agroindustri dan Ketahanan Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor hlm. 39–59.
- Taufiq, A., H. Kuntastuti, dan A.G. Manshuri. 2004. Pemupukan dan ameliorasi lahan kering masam untuk peningkatan produktivitas kedelai. p. 21–40. *Dalam*: Lokakarya Pengembangan Kedelai melalui pendekatan PTT di Lahan Masam Lampung, 30 September 2004. Balitkabi Malang.
- Tengkano,W., Budi Santoso, R. Dyah, dan Purwantoro. 2007. Evaluasi komponen pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) kedelai di lahan kering masam. Laporan Tahunan Balitkabi 2006, Buku II Hal. I. 81–101.
- Tisdale, S. And W. Nelson. 1975. Soil fertility and fertilizer. McMillan, New York. 694 p.
- Waluyo, S.H., T. A. Lie, and L. Mannelje. 2000<sup>a</sup>. Effects of pelleting the seed with phosphate and lime on the growth and nodulation of soybean in acid soils in west Sumatra, Indonesia, p. 39–56. *Dalam*: S.H. Waluyo (ed.). Biological nitrogen fixation of soybean in acid soils of Sumatra, Indonesia. Wageningen, Netherland.
- Waluyo, S.H., T. A. Lie, and L. Mannelje. 2000<sup>b</sup>. Effect of phosphat on nodule primordia of soybean (*Glycine max* Merrill) in acid soils in rhizotron experiments, p. 57–75. *Dalam*: S.H. Waluyo (ed.). Biological nitrogen fixation of soybean in acid soils of Sumatra, Indonesia. Wageningen, Netherland.
- Wargiono, J. 2001. Strategi Pengembangan ubi kayu dalam sistem pangan global 2020. Seminar Puslitbangtan Bogor. 11 April 2001.
- Wargiono, J., A. Hasaanuddin dan Suyamto. 2006. Teknologi produksi ubi kayu mendukung industri bioethanol. Puslitbang Tanaman Pangan- Bogor.42 hlm.

Lampiran 1. Ambang kendali dan alternatif pengendalian hama utama pada tanaman kedelai.

Jenis hama	Ambang kendali	Alternatif pengendalian
<b>1. Lalat kacang</b>		
<i>Ophiomyia phaseoli</i> Tryon <i>Melanagromyza sojae</i> Zehntn <i>M. dolichostigma</i> de Meij	1 imago/5 m baris atau 1 imago/50 rumpun tanaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanam serempak, selisih waktu tanam tidak lebih dari 10 hari</li> <li>- Rotasi tanaman bukan inang lalat kacang</li> <li>- Varietas toleran (Galunggung, Kerinci, Tidar)</li> <li>- Pemberian mulsa (5-10 t/ha) untuk bertanam kedelai setelah padi sawah</li> <li>- Daerah endemis perlu perlakuan benih dengan insektisida Carbosulfan</li> <li>- Populasi mencapai ambang kendali pada 7-10 HST disemprot insektisida untuk lalat bibit</li> <li>- Populasi lalat kacang mencapai ambang kendali pada umur 10-50 HST disemprot insektisida (jenisnya pada Lampiran 1)</li> </ul>
<b>2. Ulat pemakan daun</b>		
<i>Spodoptera litura</i> L. <i>Chrysodeixis chalsites</i> Esper. <i>Lamprosema indicata</i> Fabricus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensitas kerusakan baru sebesar 12,5% pada umur 20 HST dan lebih dari 20% pada tanaman umur lebih 20 HST</li> <li>- Pada fase pembungaan : 13 ekor instar 3/10 rumpun tanaman</li> <li>- Pada fase pembentukan polong : 13 ekor instar 3/10 rumpun tanaman</li> <li>- Pada fase pengisian polong: 26 ekor instar 3/10 tanaman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanam serempak dengan selisih kurang dari 10 hari</li> <li>- Pada fase vegetatif, 10 ekor instar 3/10 rumpun tanaman</li> <li>- Pemantauan lahan secara rutin dan pemusnahan kelompok telur dan ulat</li> <li>- Penyemprotan insektisida setelah mencapai ambang kendali (jenis insektisida pada Lampiran 1)</li> <li>- Penyemprotan NPV (dari 25 ulat yang sakit dilarutkan dalam 500 l air untuk satu hektar)</li> <li>- Untuk ulat grayak dapat dipakai feromonoid seks 6 perangkap per hektar</li> <li>- Serbuk biji Mimba 10/gr/l</li> </ul>
<b>3. Pengisap daun</b>		
<i>Thrips</i> <i>Aphis</i> sp <i>Bemisia</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gejala daun keriting pada kacang hijau</li> <li>- Ada populasi kutu Aphis, Bemisia dan Thrip cukup tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanam serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari.</li> <li>- Pemantauan lahan secara rutin</li> <li>- Semprot insektisida (jenis insektisida terlampir).</li> </ul>



## Lanjutan lampiran 1.

Jenis hama	Ambang kendali	Alternatif pengendalian
<b>4. Kumbang kedelai</b>		
<i>Phaedonia inclusa</i> Stall.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensitas kerusakan daun lebih dari 12,5%</li> <li>- 2 ekor/8 tanaman atau 1 ekor/4 tanaman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanam serempak</li> <li>- Pemantauan secara rutin dan pungut bila menemukan hama</li> <li>- Penyemprotan insektisida dilakukan setelah ambang kendali tercapai. (jenis insektisida terlampir)</li> </ul>
<b>5. Penggerek polong</b>		
<i>Helicoverpa armigera</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensitas kerusakan daun mencapai lebih dari 2%</li> <li>- 2 ekor ulat/rumpun pada umur lebih dari 45 HST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanam serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari</li> <li>- Pergiliran tanam</li> <li>- Semprot dengan insektisida bila populasi mencapai ambang kendali (Jenis insektisida terlampir)</li> <li>- Penyemprotan NPV (dari 25 ulat yang sakit dilarutkan dalam 500 l air untuk satu hektar).</li> <li>- Tanaman perangkap jagung 3 jenis umur: genjah, sedang dan panjang</li> <li>- Pelepasan parasitoid <i>Trichogramma</i> spp.</li> </ul>
<i>Etiella</i> sp <i>Maruca</i> spp	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensitas kerusakan 2 ekor ulat/rumpun pada umur lebih dari 45 HST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanam serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari</li> <li>- Pergiliran tanam</li> <li>- Semprot dengan insektisida bila populasi mencapai ambang kendali (jenis insektisida terlampir)</li> <li>- Pelepasan parasitoid <i>Trichogramma</i> spp.</li> </ul>
<b>6. Pengisap polong</b>		
<i>Riptortus linearis</i> L <i>Nezara viridula</i> L. <i>Piezodorus</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemantauan dilakukan umur 42-70-HST</li> <li>- Intensitas kerusakan &gt;2%</li> <li>- 1 pasang imago/20 rumpun tanaman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanam serempak dengan selisih waktu kurang dari 10 hari</li> <li>- Pergiliran tanam</li> <li>- Semprot dengan insektisida bila populasi mencapai ambang kendali (jenis insektisida terlampir)</li> <li>- Penanaman tanaman perangkap <i>Sesbania rostrata</i></li> </ul>

Lampiran 2. Insektisida Rekomendasi KOMPES (2004) untuk mengendalikan hama kedelai.

Hama sasaran	Nama insektisida	Bahan aktif
Lalat bibit kacang	Basban 200 EC	Ofunak 40 EC
Lalat batang kacang	Curater 3 G	Orthene 75 SP
Lalat bibit pucuk	Cypermex 100 EC Decis 2,5 EC	Petroban 200 EC
Kutu kebul	Mitac 200 EC	
Kutu Aphis	Nissuron 50 EC	
Tungau	Kelthene 200 EC Omite	
Ulat grayak	Ambush 2 EC Decis 2,5 EC Trebun 95 EC Cymbush 50 EC Cascade 50 EC Atabron 50 EC Buldok 25 EC Matador 25 EC	permetrin dekametrin etofenproks sipermetrin flufenoksuron klorfluazuron betasiflutrin sihalotrin
Ulat jengkal	Ambush 2 EC Atabron 50 EC Cascade 50 EC Cymbush 50 EC Decis 2,5 EC Matador 25 EC	permetrin klorfluazuron flufenoksuron sipermetrin dekametrin sihalotrin
Kumbang kedelai	Ambush 2 EC Bayrusil 250 EC Buldok 25 EC Corsair 100 EC Cymbush 50 EC Decis 2,5 EC Karpfos 25 EC Kiltop 500 EC Matador 25 EC	permetrin kuinalfos betasiflutrin permetrin sipermetrin dekametrin isoksation BPMC sihalotrin
Ulat penggulung daun	Ambush 2 EC Corsair 100 EC Cymbush 50 EC Decis 2,5 EC Fastac 15 EC	permetrin permetrin sipermetrin dekametrin alfametrin
Ulat Heliothis	Ambush 2 EC Corsair 100 Cymbush 50 EC Decis 2,5 EC Fastac 15 EC	permetrin permetrin sipermetrin dekametrin alfametrin

Lanjutan lampiran 2.

Hama sasaran	Nama insektisida	Bahan aktif
Kepik coklat	Atabron 50 EC	klorfluazuron
	Ambush 2 EC	permetrin
	Bassa 500 EC	BPMC
	Corsair 100 C	permetrin
	Decis 2,5 EC	dekametrin
	Kiltop 500 EC	BPMC
	Larvin 75 WP	thiodicarb
Kepik hijau	Atabron 50 EC	klorfluazuron
	Ambush 2 EC	permetrin
	Bassa 500 EC	BPMC
	Decis 2,5 EC	dekametrin
	Larvin 75 WP	thiodicarb
	Matador 25 EC	sihalotrin
Ulat penggerek polong	Atabron 50 EC	klorfluazuron
	Buldok 25 EC	betasiflutrin
	Cymbush 50 EC	sipermetrin
	Fastac 15 EC	alfametrin
	Marshal 200 EC	carbosulfan
	Matador 25 EC	sihalotrin
	Ripcord 5 EC	sipermetrin
Uret/lundi ( <i>Holotrichia</i> sp)	Furadan 3 G	carbofuran
Rayap ( <i>Odontotermes</i> spp)	Dharmafor 3 G	carbofuran
	Petrofor 3 G	carbofuran
Ulat tanah ( <i>Agrotis</i> sp)	Furadan 3 G	carbofuran
	Dharmafor 3 G	carbofuran
	Petrofur 3 G	carbofuran