

# Teknologi Produksi Kedelai

**T. Adisarwanto, Subandi, dan Sudaryono**

*Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang*

## PENDAHULUAN

Di antara tanaman pangan semusim, kedelai merupakan tanaman yang mungkin paling sukar dirumuskan teknologi bakunya. Hal ini disebabkan oleh beragamnya karakteristik agroekologi untuk bertanam kedelai di Indonesia. Di samping itu, petani pada agroekologi yang sama di wilayah yang berbeda, menerapkan cara budi daya yang berbeda-beda. Alokasi periode waktu yang sangat singkat (antara 80-90 hari) untuk tanaman kedelai dan besarnya pengaruh terlambat tanam terhadap keberhasilan usaha produksi kedelai, semakin membatasi komponen budi daya yang dinilai optimal bagi peningkatan produktivitas.

Paling kurang terdapat enam jenis agroekologi utama untuk bertanam kedelai (Sudaryono *et al.* 2007), belum termasuk musim tanam antara: awal penghujan, awal kemarau, dan tanam musim kemarau. Oleh karena itu, teknik budi daya kedelai modern yang bersifat baku (standard), seperti yang dijelaskan oleh Scott dan Aldrich (1970) yang berlaku di Amerika Serikat, Brazil, Argentina, Australia dan negara maju lain, tidak dapat berlaku secara operasional di Indonesia. Teknologi budi daya kedelai ala Taiwan dan Cina (Ming-Lii 1990) yang ditujukan bagi petani skala kecil, ternyata juga tidak dapat berkembang di Indonesia. Literatur kedelai internasional, khusus untuk negara tropis antara lain adalah *soybean for the tropics* yang disunting oleh Singh *et al.* (1987), dapat dijadikan acuan budi daya kedelai Indonesia.

Di Indonesia, sudah banyak ditulis buku tentang teknik budi daya kedelai, antara lain: Sumarno dan Harnoto (1983), Manwan *et al.* (1990), Syam dan Musaddad (1991), Sumarlin *et al.* (1999), Arsyad dan Syam (1998), Makarim *et al.* (2005). Di samping itu, buku tentang teknik budi daya kedelai yang ditulis oleh Direktorat Jenderal Produksi Tanaman Pangan, BPTP, Dinas Pertanian Propinsi, dan Institusi Penyuluhan. Buku-buku tersebut secara praktis dapat dijadikan acuan.

Berbagai literatur yang tersedia menyebutkan bahwa produktivitas kedelai di Indonesia dapat mencapai 2,0-2,5 t/ha. Namun kemungkinan, teknologi yang dijelaskan pada buku-buku tersebut tidak dapat dengan mudah diadopsi oleh petani sehingga produktivitas kedelai di Indonesia masih sekitar 1,0-1,5 t/ha, dengan rata-rata 1,25 t/ha.

Kedelai termasuk tanaman yang unik dalam perkembangan budi daya tanaman pangan di Indonesia. Walaupun merupakan tanaman kuno yang telah ditanam di Jawa sejak abad ke XVI, kemajuan dalam hal teknologi, produktivitas, luas areal, dan total produksi termasuk sangat lambat. Hal ini terutama terkait dengan status tanaman kedelai yang hanya diposisikan sebagai tanaman penyelang atau pengisi dalam pola rotasi tanaman setahun. Di semua wilayah produksi kedelai di Indonesia, hampir tidak ada petani produsen yang menempatkan kedelai sebagai tanaman utama, seperti halnya petani di Amerika Serikat, Brazil atau Argentina.

Kedelai sebenarnya merupakan tanaman pangan yang sangat penting bagi penduduk karena fungsinya yang strategis sebagai sumber protein nabati, bahan pakan, dan bahan baku olahan industri. Di dalam 100 gram biji kedelai mengandung 40% protein, 18% lemak, 6% abu, dan 25% karbohidrat (Antarlina *et al.* 1999). Berkembangnya berbagai produk olahan kedelai berpengaruh terhadap permintaan konsumen perkapita/tahun, yaitu meningkat dari 8,8 kg pada tahun 1986 menjadi 12,0 kg pada tahun 1993 (Damarjati *et al.* 1996). Suharno dan Mulyana (1996) menyatakan bahwa kebutuhan bahan baku untuk industri tahu dan tempe mengalami peningkatan sebesar 5% dan 4% per-tahun. Kebutuhan bungkil kedelai juga meningkat dengan meningkatnya pertumbuhan industri pakan (Tahlim *et al.* 2000).

Kenaikan permintaan biji kedelai sebesar 10% per tahun ternyata tidak dapat diimbangi oleh kenaikan produksi di dalam negeri. Luas pertanaman dan produksi kedelai mengalami penurunan yang cukup besar selama 10 tahun terakhir, dari 1,8 juta ton pada tahun 1992 menjadi hanya 800.000 ton pada tahun 2005 (BPS 2006) sehingga mendorong adanya peningkatan impor yang cukup besar. Pada tahun 1992 kebutuhan impor hanya sekitar 27%, meningkat menjadi 60% pada tahun 2005.

Penyediaan teknologi produksi kedelai sering terkendala oleh faktor nonteknis, termasuk skala usaha yang kecil, cara kerja secara manual dengan asupan modal sangat rendah, dan alokasi tenaga kerja yang minimal. Hal-hal tersebut selain menyulitkan pemilihan jenis teknologi maju yang sesuai, juga menjadi penghambat adopsi teknologi yang telah disediakan. Jenis teknologi yang terkait dengan penggunaan alat mesin pertanian seperti yang diterapkan di negara maju, menjadi tidak relevan penerapannya dengan sistem budi daya kedelai di Indonesia.

Makalah ini membahas teknologi produksi kedelai untuk agroekologi spesifik, dengan konteks cara tanam manual serta modal dan asupan tenaga kerja minimal.

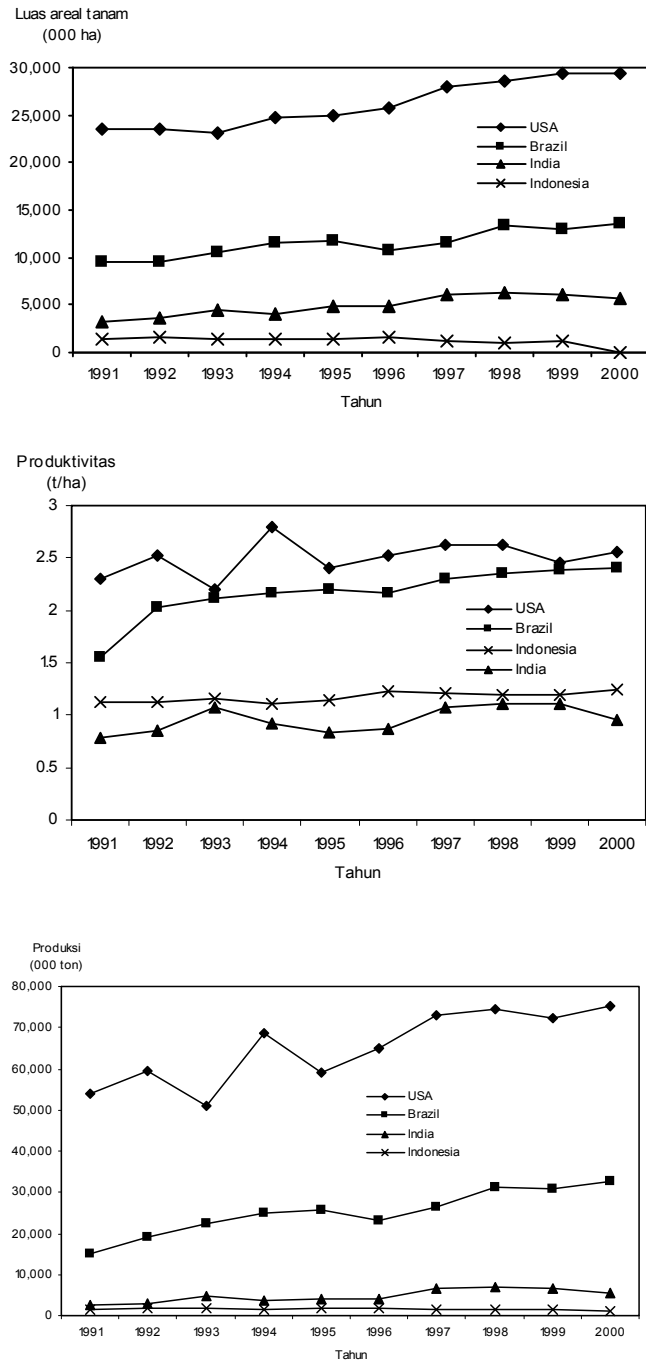
## PENGEMBANGAN, ADOPSI, DAN KENDALA PRODUKSI KEDELAI

### **Perkembangan Areal, Produktivitas, dan Produksi Kedelai**

Selama 10 tahun terakhir luas panen kedelai di Indonesia menurun, dan sebaliknya terjadi peningkatan sangat besar di Amerika Serikat (AS), Brazil, dan India. Luas panen kedelai di Indonesia bertahan sekitar 0,7-0,8 juta hektar. Dari aspek produktivitas negara penghasil kedelai di Asia, Indonesia dan India masih pada posisi sekitar 1,0 t/ha, sedangkan AS dan Brazil di atas 2,5 t/ha. Di India, penambahan luas areal panennya mencapai 22% per tahun, dari sekitar 1 juta hektar pada tahun 1991 menjadi 10 juta hektar pada tahun 2000, sehingga India mampu menjadi salah satu negara eksportir kedelai di dunia. Peningkatan luas areal panen berasal dari 60% di lahan baru dan 40% mengganti tanaman lain, merupakan pilar utama untuk peningkatan produksi, sedangkan produktivitas tidak terjadi peningkatan yang cukup tinggi. Untuk meningkatkan produksi kedelai di Indonesia, semestinya pendekatan penambahan luas areal panen tersebut segera dilaksanakan. Peluang penambahan luas areal panen dapat dilakukan di luar Jawa pada areal tanam baru, menggantikan tanaman pangan lain yang kurang ekonomis seperti tanaman perkebunan yang telah tua atau tanaman ubi kayu. Upaya peningkatan produktivitas dapat dilakukan melalui penerapan paket teknologi produksi baru yang sesuai dengan agroekologi setempat.

Konsep sistem produksi kedelai mencapai swasembada perlu diupayakan dengan penambahan luas areal panen pada wilayah baru yang dapat memposisikan kedelai sebagai tanaman utama, atau tanaman komersial. Sistem produksi kedelai yang berkelanjutan di Indonesia memerlukan tersedianya wilayah produksi kedelai permanen, pada agroekologi yang sesuai untuk tanaman kedelai. Walaupun keputusan untuk menanam atau tidak menanam kedelai tetap sepenuhnya di tangan petani, namun penunjukan “wilayah produksi kedelai” dengan berbagai prasarana yang diperlukan, perlu difasilitasi. Indonesia akan tetap menjadi negara konsumen kedelai dengan tendensi kebutuhan yang terus meningkat disebabkan oleh: (1) kedelai menjadi bagian integral dari bahan pangan masyarakat sehari-hari sepanjang tahun, (2) tidak terdapat produk substitusi untuk bahan pangan olahan berbahan baku kedelai (tahu, terigu, kecap), (3) kebutuhan akan bungkil kedelai sebagai pakan ternak semakin meningkat, (4) adanya kemungkinan kurang sesuainya kedelai dari negara maju untuk bahan baku industri pangan, karena berasal dari tanaman transgenik.

Kebutuhan kedelai pada tahun 2020 yang mencapai sekitar 2,5 juta ton ditambah kebutuhan bungkil kedelai 1,5 juta ton, atau total 4 juta ton, bernilai



Gambar 1. Perkembangan luas areal, produktivitas dan produksi negara penghasil kedelai di dunia (FAO 2001).

Tabel 1. Laju perkembangan kedelai di berbagai wilayah Indonesia selama 5 tahun (1995-1999).

| Wilayah                | Laju perkembangan (%) |               |          |
|------------------------|-----------------------|---------------|----------|
|                        | Areal panen           | Produktivitas | Produksi |
| Sumatera               | - 30,80               | + 1,44        | - 29,52  |
| Jawa                   | - 4,56                | + 3,37        | - 1,19   |
| Bali dan Nusa Tenggara | - 7,78                | - 0,76        | - 8,55   |
| Kalimantan             | + 3,69                | + 1,50        | + 5,20   |
| Sulawesi               | - 31,60               | + 1,47        | - 30,30  |
| Maluku dan Irian Jaya  | - 2,27                | - 3,13        | - 5,40   |

Sumber: BPS (1999).

ekonomi sekitar Rp 12 triliun. Jumlah ini merupakan kesempatan ekonomi dan peluang pasar yang sangat besar bagi masyarakat pedesaan untuk dimanfaatkan.

Perkembangan produksi kedelai di Jawa dan Bali selama 5 tahun terakhir yang dicerminkan oleh perkembangan luas panen dan produksi menunjukkan trend menurun (Tabel 1). Peluang perkembangan komoditas kedelai dimasa mendatang di Jawa dan Bali diperkirakan akan semakin sulit, karena semakin tingginya persaingan antara komoditas yang menjadi pilihan petani (kedelai vs padi, sayuran atau palawija lain). Ditambah lagi oleh semakin mahalnya upah tenaga kerja serta semakin menciutnya lahan pertanian produktif di Jawa dan Bali mengalami konversi penggunaan lahan ke sektor nonpertanian (industri, perumahan), menginsyaratkan pentingnya upaya perluasan areal kedelai ke luar Jawa, Bali.

Areal panen selama lima tahun untuk Jawa menurun 4,56% sedangkan produktivitas hanya naik 3,37% dan produksi menurun 1,19%. Kondisi pertanaman kedelai di luar Jawa juga menunjukkan trend penurunan yang cukup besar, khususnya areal panen dan produksi yaitu  $\pm 30\%$  untuk Sulawesi dan Sumatera. Penambahan areal panen, produksi, dan produktivitas hanya terjadi di Kalimantan, yaitu berkisar antara 1,50-5,20%. Tampaknya upaya peningkatan produksi kedelai tidak dapat dilepaskan dari perlunya insentif ekonomi bagi petani.

### Adopsi Teknologi Produksi

Upaya peningkatan produksi kedelai selain ditentukan oleh ketersediaan lahan, juga ditentukan oleh teknologi produksi yang tersedia dan dapat diterapkan dengan benar oleh petani. Pengalaman penelitian pengembangan

teknologi produksi kedelai bekerjasama dengan kelompok tani di daerah sentra produksi di Jawa Timur, Bali, dan NTB menunjukkan bahwa tingkat dan kecepatan teknologi yang dianjurkan untuk dapat diadopsi oleh petani sangat ditentukan oleh kualitas/strata kelompok tani (organisasi, pengetahuan, dan modal). Hal ini akan terkait dengan macam komponen teknologi yang akan diterapkan oleh petani. Sebenarnya dalam mengadopsi teknologi produksi tersebut harus merupakan kesatuan kegiatan yang utuh, dalam arti tidak hanya satu atau dua komponen teknologi saja yang dilaksanakan. Apabila hal itu dilakukan akibatnya produktivitas yang dicapai menjadi tidak optimal. Penerapan paket teknologi produksi harus dibarengi oleh kegiatan penyediaan benih bermutu tinggi, penyiapan lahan, pemeliharaan, dan proteksi tanaman serta pascapanen yang tepat dan benar. Identifikasi potensi, kendala dan pengenalan wilayah pengembangan produksi kedelai secara teliti dan rinci sebelum pelaksanaan akan lebih memudahkan untuk mengatasi permasalahan yang mungkin terjadi.

Ada beberapa faktor yang mungkin menjadi penyebab lambannya adopsi teknologi oleh petani, yaitu:

1. Petani masih meragukan tingkat keberhasilan teknologi yang dianjurkan
2. Petani belum mampu menerapkan komponen teknologi karena keterbatasan modal dan tenaga kerja
3. Petani masih ada yang menjual kedelai dengan sistem tebasan, sehingga nilai tambah dari teknologi tidak dapat dirasakan manfaatnya
4. Teknologi produksi kedelai yang benar-benar spesifik lokasi belum tersedia
5. Kegiatan penyuluhan tentang kehandalan paket teknologi belum optimal
6. Kenaikan nilai tambah produksi dan keuntungan dari penerapan teknologi tersebut kurang mencolok dibanding tanaman lain.

Adopsi teknologi yang paling mudah bagi petani adalah dari komponen varietas unggul yang produktivitasnya lebih tinggi. Namun adopsi varietas pun sering dihambat oleh ketidaktersediaan benihnya, karena belum berkembangnya industri perbenihan kedelai. Demikian pula adopsi penggunaan biopestisida sering terhambat belum tersedianya produk yang bersangkutan di tingkat pedesaan. Komponen pupuk juga kurang jelas pengaruhnya terhadap produksi pada lahan sawah yang sudah sering dipupuk NPK. Teknologi terkait dengan kelengasan tanah optimal untuk pertumbuhan tanaman, pada musim kemarau sering sukar diterapkan karena tidak tersedianya air irigasi bagi tanaman kedelai. Begitu pula pengendalian gulma, kadang-kadang terkendala oleh tingginya biaya tenaga kerja penyiang.

Banyaknya faktor yang menjadi penghambat masalah adopsi teknologi budi daya kedelai tersebut bukan untuk menunjukkan rasa pesimisme, tetapi dapat memberikan keterangan lambatnya adopsi teknologi dalam budi daya kedelai. Untuk keberhasilan upaya peningkatan produksi kedelai, hambatan dan masalah tersebut perlu dihilangkan.

## **Permasalahan Produksi**

Di Indonesia, produktivitas kedelai yang dicapai masih sekitar 50% dari potensi hasil genetik varietas yang dianjurkan. Di samping masih rendah, produktivitas tersebut juga masih beragam di tiap lokasi pertanian, hal ini karena beragamnya waktu tanam, tingkat pemeliharaan, fasilitas air irigasi, dan kesuburan lahan.

Faktor-faktor penyebab rendahnya produktivitas kedelai di lahan petani secara global dapat digolongkan ke dalam tiga kelompok besar, yaitu (1) alam, (2) biotik, dan (3) sosial ekonomi.

### **Faktor Alam**

#### *Iklm*

Tanaman kedelai tumbuh dan berproduksi optimal apabila ditanam pada dua bulan terakhir musim hujan, pada kondisi lengas tanah tersedia optimal untuk pertumbuhan vegetatif dan generatif, diikuti kondisi kering pada stadia pematangan dan panen. Musim kemarau juga sesuai untuk tanaman kedelai, apabila tersedia air irigasi secara mencukupi.

Namun secara umum ada beberapa kondisi lingkungan di daerah tropik yang kurang mendukung sehingga pertumbuhan kedelai tidak sebaik bila dibandingkan keragaan tanaman kedelai di daerah subtropik, yaitu:

1. Di lahan sawah tadah hujan atau setengah irigasi teknis, tanaman kedelai sering mengalami kekeringan pada fase kritis, yaitu periode pembentukan bunga dan polong.
2. Di lahan kering, bila tanaman kedelai ditanam pada awal musim hujan, curah hujan seringkali terlalu banyak pada fase berbunga sehingga dapat mengurangi jumlah polong yang terbentuk dan akibatnya pertumbuhan menjadi tidak normal.
3. Di daerah tropis, panjang hari (*photoperiodisitas efektif*) rata-rata sekitar 11-12 jam, sedangkan di daerah subtropis dapat mencapai 14-16 jam. Karena kedelai termasuk tanaman yang peka terhadap *photoperiode*, maka di Indonesia umur kedelai menjadi pendek, cepat berbunga, dan produktivitas rendah.
4. Intensitas radiasi matahari rendah selama musim hujan karena sering terjadi mendung.

## *Tanah*

Kondisi fisik tanah yang dikehendaki tanaman kedelai adalah tanah gembur dengan pH 5,5-7,0, lengas tanah antara 70-85% kapasitas lapang, lapisan olah dalam dengan tingkat kesuburan tanah sedang-cukup. Kondisi tanah yang ideal tersebut biasanya tidak tersedia cukup luas untuk kedelai, karena kondisi tersebut juga cocok untuk tanaman lain. Untuk itu, seringkali kedelai terpaksa ditanam pada tanah yang kurang sesuai, antara lain tanah masam, tanah berpasir, dan tanah-tanah yang sering kekurangan air. Penanaman kedelai yang dipaksakan pada kondisi tersebut dapat menjadi penyebab produktivitas tanaman menjadi kurang optimal.

## *Hamparan Pertanaman Kedelai*

Tanaman kedelai umumnya masih ditanam tidak dalam satu hamparan yang luas (> 500 ha), tetapi menyebar pada areal yang sempit diantara tanaman pangan yang lain, hortikultura atau tebu. Di beberapa sentra produksi malah belum ditunjang dengan kondisi infrastruktur yang memadai sehingga sulit untuk penyediaan sarana produksi, sehingga hal ini seringkali menjadi penghambat upaya pembinaan kepada petani.

## **Faktor Biotik**

### *Tanaman Kedelai*

Produktivitas tanaman kedelai di daerah tropis sulit untuk mengimbangi produktivitas kedelai di negara subtropis. Misalnya di AS rata-rata 2,25 t/ha dicapai dengan umur 140 hari atau sekitar 16 kg/ha/hari, sedangkan di Indonesia apabila rata-rata 1,2 t/ha maka dengan umur 85 hari diperoleh produksi sebanyak 14 kg/ha/hari. Adaptasi varietas sulit dilaksanakan karena kedelai sangat dipengaruhi oleh panjang hari, sehingga varietas unggul di luar negeri tidak selalu sesuai untuk ditanam di Indonesia. Potensi hasil varietas unggul yang dilepas 2,0 t/ha, sedangkan di lahan petani masih jauh di bawah potensi tersebut.

### *Hama*

Jenis serangga hama yang menyerang tanaman kedelai di Indonesia jumlahnya sangat banyak, yaitu sekitar 20 jenis sedangkan di daerah subtropis hanya ada 1-2 jenis hama. Jumlah yang banyak tersebut memberi gambaran betapa sulit pengendaliannya apalagi serangan hama kedelai umumnya bersifat *polipage*, dalam arti mampu memakan banyak jenis tanaman, sehingga memungkinkan hama untuk berkembang sepanjang tahun.

### *Penyakit*

Ada dua penyakit utama yang dominan pada tanaman kedelai, yaitu karat daun dan virus. Penurunan hasil oleh serangan karat daun dapat mencapai 30-60% dan terjadi pula penurunan kualitas biji. Upaya untuk pengendaliannya adalah memakai fungisida dan penanaman varietas toleran, antara lain Kerinci, Merbabu, dan Dempo. Penyakit virus lebih sulit upaya pengendaliannya. Pada tingkat kerusakan tanaman karena virus, dapat dilakukan upaya pencegahan dengan rotasi tanam, pembakaran tanaman inang, memberantas serangga vektor, penggunaan benih sehat, dan pembuangan tanaman sakit.

### *Gulma*

Kedelai sangat peka terhadap kompetisi dengan gulma. Penurunan hasil akibat gulma berkisar antara 20-80%. Jenis gulma yang sering dijumpai antara lain *Amaranthus*, *Cyperus*, *Imperata*, *Paspalum*, *Digitaria*, dan *Toton*. Pada pertanaman kedelai petani di lahan sawah jarang dilakukan penyiangan, sehingga pengendalian gulma dengan menggunakan mulsa jerami padi sebanyak 5 t/ha dapat dianjurkan karena mampu menekan pertumbuhan gulma sekitar 55-65%. Penyiangan secara manual memakai sabit, cangkul dan penyemprotan memakai herbisida dapat pula dilaksanakan, baik pra maupun paska tumbuh.

### **Faktor Sosial Ekonomi**

Permasalahan sosial ekonomi usahatani kedelai sangat beragam dan berbeda antara daerah satu dengan daerah lain. Untuk daerah-daerah yang terbiasa menanam kedelai sebagai tanaman utama yang diandalkan misalnya Banyuwangi, Pasuruan, Jombang, dan Lombok Barat, petani umumnya tidak menghadapi masalah untuk melaksanakan intensifikasi kedelai dengan teknologi maju. Namun di daerah lain terlihat bahwa banyak kendala untuk menerapkan intensifikasi kedelai.

Faktor sosial ekonomi yang sering menjadi hambatan dalam upaya peningkatan produksi terdiri dari: pemilikan lahan, status tanaman, modal, resiko, tenaga kerja, dan pemeliharaan.

### *Pemilikan Lahan*

Luas lahan garapan petani untuk ditanami kedelai sebagian besar kurang dari 1,0 hektar dan seringkali lahan tersebut ditanami lebih dari satu jenis tanaman. Oleh karena itu, tanaman kedelai jarang ditemukan pada hamparan yang luas (> 500 ha) sehingga menyulitkan pembinaan.

### *Status Tanaman Kedelai*

Sebagian besar petani masih menganggap bahwa kedelai hanya sebagai tanaman sambilan/sampingan dan bukan tanaman komersial, sehingga tidak memerlukan penyediaan modal dan tenaga yang besar. Masih ada petani yang hanya menyebar benih kemudian ditinggal dan datang lagi untuk panen.

### *Modal*

Petani kedelai umumnya masih dalam kondisi pra sejahtera, sehingga dalam mengusahakan tanaman di lahannya tidak mampu untuk memikirkan adanya tambahan modal guna meningkatkan produksi dengan membeli benih bermutu, pupuk dan insektisida. Tidak mengherankan apabila petani masih menanam secara menyebar benih, tanpa penyiangan dan tanpa pengendalian hama. Di beberapa daerah sudah terdapat swadaya kelompok tani untuk mendukung usaha tani kedelai ini.

### *Risiko*

Di antara tanaman pangan, tanaman kedelai memiliki resiko kegagalan yang lebih tinggi dibanding padi karena lebih peka terhadap perubahan kondisi lingkungan tumbuh terutama disebabkan oleh iklim dan hama. Resiko kegagalan petani kedelai di daerah tropis jauh lebih besar dibanding negara penghasil kedelai di daerah subtropis AS atau Brazil, terutama dalam hal gangguan hama.

### *Tenaga Kerja*

Kebutuhan tenaga kerja untuk bertanam kedelai secara manual (tradisional) antara 70-100 HOK/ha. Sebagai pembandingan di AS dengan mekanisasi hanya memerlukan 0,5-1,0 HOK/ha. Hal ini menunjukkan bahwa petani Amerika lebih efisien dan produktif dibanding petani Indonesia. Budi daya kedelai dengan teknologi maju memerlukan sekitar 140-160 HOK, dengan jumlah tenaga kerja tersebut maka diperlukan biaya tunai untuk membayar upah. Hal ini merupakan salah satu penyebab program intensifikasi kedelai sangat lambat diadopsi petani.

### *Pemeliharaan Tanaman*

Untuk memperoleh tingkat produksi yang tinggi, tanaman kedelai memerlukan dukungan kegiatan pemeliharaan yang intensif dimulai dari penyiapan lahan, tanam sampai panen. Sering dijumpai di lapang, bahwa petani menanam kedelai dengan cara menyebar benih lalu dibiarkan tumbuh tanpa pemeliharaan yang memadai. Pemeliharaan yang masih kurang umumnya pada kegiatan pengendalian gulma dan hama-penyakit.

## TEKNOLOGI PRODUKSI

### **Penanaman Varietas Unggul dan Penggunaan Benih**

Pemilihan varietas unggul yang adaptif dan diikuti penggunaan benih bermutu tinggi merupakan penunjang pokok keberhasilan bertanam dan memperoleh hasil biji yang tinggi dalam usahatani kedelai. Varietas kedelai unggul yang telah dilepas mempunyai jangkauan daya adaptasi yang baik pada seluruh tipe lahan dan sentra pertanaman kedelai, karena selama pertumbuhan kedelai tidak ada perbedaan panjang hari maupun suhu yang mencolok diantara wilayah pertanaman kedelai. Di samping itu, waktu tanam antara musim kemarau dengan musim penghujan antar sentra pertanaman kedelai tidak berbeda jauh sehingga boleh dikatakan hampir serempak diseluruh sentra pertanaman. Namun demikian, ada beberapa varietas unggul menunjukkan daya adaptasi yang lebih baik dengan potensi hasil yang tinggi ( $> 2,00$  ton/ha) pada lahan sawah. Untuk penanaman di lahan sawah pada MK I dalam pola tanam padi-kedelai-kedelai dianjurkan menanam varietas kedelai berumur sedang (80-90 hari), sedangkan pada MK II dianjurkan menanam varietas berumur genjah ( $< 80$  hari). Hal ini untuk mencegah terjadinya cekaman kekurangan air pada saat periode pengisian polong karena akan berpengaruh terhadap kuantitas maupun kualitas biji yang dihasilkan.

Penggunaan benih bermutu tinggi merupakan syarat mutlak dalam budi daya tanaman kedelai, untuk mencapai populasi tanaman yang optimal (400.000-500.000 tanaman/ha) dan pertumbuhan yang seragam. Syarat utama benih bermutu adalah murni, sehat, bebas penyakit, bersih dan daya tumbuh  $> 90\%$ . Jumlah benih yang diperlukan tergantung dari daya tumbuh dan ukuran biji. Keperluan benih untuk kedelai berbiji ukuran kecil sekitar 40-50 kg/ha, sedangkan untuk ukuran biji sedang-besar diperlukan sebanyak 55-60 kg/ha.

### **KERAGAAN DAN ADOPSI TEKNOLOGI PRODUKSI**

Keragaan teknologi produksi kedelai di lapang tercermin dari tingkat produktivitas yang dicapai oleh petani. Saat ini produktivitas kedelai dilahan petani masih beragam dari 0,50-2,50 t/ha. Adanya keragaman tersebut mencerminkan bahwa teknik budi daya kedelai yang baku untuk masing-masing daerah pertanaman kedelai belum dikuasai dan diterapkan dengan tepat oleh petani. Untuk mencapai tingkat produktivitas yang seragam disetiap daerah sentra produksi kedelai seperti halnya yang telah dicapai pada tanaman padi, maka ketersediaan teknologi produksi yang baku untuk masing-masing agroekologi mutlak diperlukan. Upaya swasembada kedelai

dapat dicapai apabila petani sudah menerapkan teknologi produksi spesifik secara tepat dan benar, sehingga keragaman produktivitas antar-pertanaman kedelai dapat ditekan. Adisarwanto (2004) melaporkan bahwa teknologi produksi kedelai yang telah ada dalam kurun waktu 30 tahun (1974-2003) banyak mengalami perubahan/penambahan komponen teknologi yang dianjurkan walaupun begitu varietas unggul kedelai masih merupakan komponen utama. Potensi produktivitas varietas unggul kedelai dalam dasawarsa terakhir telah bisa mencapai > 2,50 t/ha. Di sisi lain, potensi produktivitas yang tinggi tersebut dapat tercapai apabila didukung komponen teknologi anjuran yang lain yaitu cara tanam, penyiapan lahan, pemupukan, pengendalian hama, dll. Sampai saat ini tingkat adopsi atau penerapan paket teknologi produksi kedelai oleh petani masih rendah dan walaupun sudah ada itupun tidak menerapkan semua komponen teknologi, akan tetapi hanya satu-dua komponen yang dianggap paling penting oleh petani. Banyak faktor-faktor atau alasan petani kenapa penerapan teknologi tersebut masih rendah, oleh karena itu perlu dukungan pendekatan kebijakan baik yang bersifat teknis maupun non teknis agar penerapan teknologi dapat meningkat sehingga menekan besarnya kesenjangan hasil di tingkat petani. Besarnya senjang hasil tersebut sebenarnya lebih banyak disebabkan oleh faktor biofisik dan sosial ekonomi dalam proses alih teknologi. Sebagai contoh di Nusa Tenggara Barat perkembangan penerapan teknologi oleh petani berjalan sangat lambat terlihat dari persentase tingkat penerapan yang masih kecil walaupun pada jangka waktu anjuran sudah cukup lama yaitu sekitar 10 tahun (Tabel 2). Yang paling menonjol dari komponen yang telah diterapkan petani adalah cara tanam dari sebar menjadi tanam tugal. Pada lokasi penelitian menunjukkan penerapan komponen tersebut telah mengalami kenaikan yang cukup besar dari masing-masing komponen.

Dari aspek produktivitas, penerapan teknologi produksi masih beragam walaupun pada jumlah petani yang terbatas. Pada Gambar 1 terlihat bahwa keragaman terjadi tidak hanya pada individu petani tetapi juga pada varietas yang ditanam yaitu Kaba 1,50-2,6 t/ha, Sinabung 1,65-2,40 t/ha, dan

Tabel 2. Penerapan komponen teknologi produksi kedelai oleh petani di NTB.

| Komponen teknologi       | Tingkat penerapan(%)<br>(Andri Nurwati 1990) | Tingkat penerapan (%)<br>(Muji Rahayu 2000) |
|--------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Pembuatan saluran        | 72                                           | 48 ( 27*)                                   |
| Tanam tugal              | 16                                           | 61 (21*)                                    |
| Pemupukan                | 61                                           | 57 (10*)                                    |
| Penggunaan benih bermutu |                                              | 63 (10*)                                    |

\* persentase penerapan sebelum penelitian dilakukan

Anjasmoro 1,70-2,45 t/ha. Perbedaan yang ada antara lain disebabkan perbedaan tingkat pendidikan, status pemilikan tanah, dan modal.

## Benih

Pada langkah awal penerapan teknologi prapanen secara optimal untuk mencapai produktivitas tinggi, penggunaan benih bermutu tinggi memegang peranan yang sangat penting. Karena dengan benih bermutu tinggi akan menjamin pertumbuhan tanaman menjadi homogen dengan populasi tanaman setiap hektar optimal. Secara umum benih kedelai dikatakan bermutu tinggi apabila:

- Murni sesuai dengan deskripsi varietasnya
- Berdaya tumbuh tinggi (> 90% atau lebih)
- Mempunyai vigor yang baik dan serempak
- Sehat
- Bersih, tidak keriput dan tidak ada bekas gigitan hama
- Memiliki kadar air 9-11%.

Kebutuhan benih kedelai mutu tinggi setiap hektar hanya diperlukan sekitar 45-50 kg dan akan bertambah dengan makin menurunnya kualitas benih. Dengan daya tumbuh  $\pm$  80% diperlukan 55-60 kg benih/ha.

Untuk memperoleh benih kedelai yang bermutu tinggi menurut Harnowo *et al.* (1993) hasil biji pertanaman musim kemarau umumnya lebih baik daripada musim penghujan, baik dalam hal kuantitas maupun kualitas (Tabel 3). Walaupun persentase perolehan benih hampir sama

Tabel 3. Hasil biji, benih dan daya tumbuh kedelai varietas Wilis. Pasuruan dan NTB, MT 1992/1993.

| Tolok ukur         | Pasuruan    |                | NTB         |                |
|--------------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
|                    | Cara petani | Teknik anjuran | Cara petani | Teknik anjuran |
| MK 1992            |             |                |             |                |
| Hasil biji (t/ha)  | 1,68        | 1,93           | 1,18        | 1,78           |
| Hasil benih (t/ha) | 1,44        | 1,75           | 0,93        | 1,61           |
| Hasil benih (%)    | 86          | 91             | 81          | 92             |
| Daya tumbuh (%)    | 87          | 88             | 93          | 94             |
| MH 1992/1993       |             |                |             |                |
| Hasil biji (t/ha)  | 0,63        | 1,07           | 0,54        | 0,76           |
| Hasil benih (t/ha) | 0,54        | 0,98           | 0,37        | 0,68           |
| Hasil benih (%)    | 85          | 92             | 69          | 90             |
| Daya tumbuh (%)    | 83          | 84             | 76          | 86             |

Sumber: Harnowo *et al.* (1993)

antara produksi hasil panen musim penghujan dan musim kemarau, namun hasil benih pada musim kemarau lebih banyak. Selain itu, daya tumbuh benih asal panen musim penghujan kurang tahan disimpan lama.

## **Bercocok Tanam**

### *Pola Tanam*

Penetapan suatu jenis tanaman yang akan ditanam dalam suatu pola tanam pada suatu hamparan lahan tertentu dipengaruhi oleh faktor musim, jaminan harga, ketersediaan air irigasi dan lain-lain. Pola tanam ini memegang peranan yang sangat penting dengan semakin sempitnya lahan pertanian yang tersedia. Di beberapa daerah, petani hanya mengenal dua musim tanam yaitu musim penghujan dan kemarau, sedangkan dengan kemajuan teknologi dan perkembangan pembentukan varietas unggul, maka musim tanam dalam suatu pola tanam dapat diubah menjadi tiga musim tanam.

Di lahan sawah irigasi teknis, pola tanam yang paling dominan dilaksanakan adalah padi-padi-kedelai, di lahan sawah semi teknis adalah padi-kedelai-palawija lain, padi-kedelai-kedelai, sedangkan untuk sawah tadah hujan adalah padi-kedelai-bera.

### *Penyiapan Lahan (Pengolahan Tanah dan Drainase)*

Pengolahan tanah harus dilakukan untuk pertanaman lahan kering di awal musim hujan, karena permukaan tanah sudah mengeras akibat diberakan selama > 2 bulan. Pembuatan saluran drainase untuk mempercepat pembuangan kelebihan air harus mempertimbangkan kemungkinan peningkatan erosi tanah akibat pengolahan tanah. Oleh karena itu, keberadaan tanaman atau bangunan penahan laju aliran air harus tetap dipertahankan.

Di lahan sawah, tidak diperlukan pengolahan tanah untuk tanaman kedelai sesudah padi karena sulit dilakukan, tidak efisien dan tidak meningkatkan hasil (Tabel 4). Akan tetapi keberadaan saluran drainase mutlak diperlukan (Tabel 5), terutama untuk kedelai musim kemarau I (MK I: April-Juni). Pada MK I saluran drainase berfungsi sebagai saluran pematas atau pembuang kelebihan air, sedangkan pada MK II berfungsi dalam pembagian/pemerataan air pengairan. Pemanfaatan jerami padi sebagai mulsa juga berpeluang meningkatkan hasil (Tabel 6). Mulsa jerami berfungsi menekan pertumbuhan gulma dan serangan lalat batang, selain itu dapat mengurangi evapotranspirasi.

Tabel 4. Pengaruh cara pengolahan tanah sawah untuk padi dan pengolahan tanah untuk kedelai terhadap hasil kedelai setelah padi. Jambegede, 1991.

| Pengolahan tanah pada padi       | Hasil biji (t/ha) |        |
|----------------------------------|-------------------|--------|
|                                  | Tidak diolah      | Diolah |
| 1x bajak, 1x garu                | 1,80              | 2,07   |
| 2x bajak, 1x garu                | 1,77              | 2,09   |
| 2x bajak, 2x garu                | 1,80              | 2,07   |
| 1x bajak, 2x garu                | 1,91              | 2,04   |
| 2x bajak, 2x garu dengan traktor | 2,00              | 2,11   |
| Rata-rata                        | 1,86              | 2,08   |

Sumber: Adisarwanto (1990)

Tabel 5. Pengaruh penggunaan drainase terhadap hasil kedelai. Pasuruan, MK 1987.

| Drainase       | Hasil biji (t/ha) |        |
|----------------|-------------------|--------|
|                | MK I              | MK II  |
| Setiap 1 m     | 2,62 c            |        |
| Setiap 2 m     | 2,25 b            |        |
| Setiap 3 m     | 2,28 b            | 2,00 a |
| Setiap 4 m     | 2,00 b            |        |
| Tanpa drainase | 1,10 a            | 1,90 a |

Sumber: Sumarno *et al.* (1989)

Tabel 6. Pengaruh pengolahan tanah dan mulsa pada kedelai setelah padi sawah. Malang, MK 1985.

| 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, dengan mulsa       | 1,97              |

Sumber: Adisarwanto (1985)

### *Saat dan Cara Tanam*

Para peneliti melaporkan terjadinya penurunan hasil kedelai apabila ditanam di luar waktu tanam optimal. Penurunan hasil tersebut berkaitan dengan kondisi kelembaban tanah atau curah hujan, suhu dan panjang hari. Di daerah tropis faktor lingkungan yang dominan berpengaruh terhadap fluktuasi hasil kedelai adalah jumlah dan sebaran curah hujan.

Untuk mencapai tingkat perkecambahan benih yang optimal di lahan sawah memerlukan kelembaban tanah 70-90% kapasitas lapang. Keadaan ini dicapai sekitar 4-6 hari setelah padi dipanen apabila jerami dibersihkan saat panen atau 6-9 hari setelah padi dipanen apabila jerami dibiarkan berada di petakan sawah (Karama 1979). Waktu tanam optimal kedelai adalah dua hari setelah panen padi (HSPP) (Tabel 7). Kelebihan air dan keterbatasan waktu dan tenaga kerja pada musim tanam kedelai MK I menjadi penyebab petani menanam dengan cara disebar. Peningkatan jumlah benih dua kali lipat dengan cara disebar memberikan hasil sama dengan cara tanam ditugal (Tabel 8).

Tabel 7. Pengaruh penundaan saat tanam terhadap produktivitas kedelai. Genteng, MK I dan II, 1989.

| Waktu tanam (HSPP) | Hasil biji (t/ha) |        |
|--------------------|-------------------|--------|
|                    | MK I              | MK II  |
| 2 HSPP             | 2,00 a            | 1,52 a |
| 7 HSPP             | 1,31 b            | 1,50 a |
| 12 HSPP            | 0,83 c            | 1,27 b |
| 17 HSPP            |                   | 1,15 b |

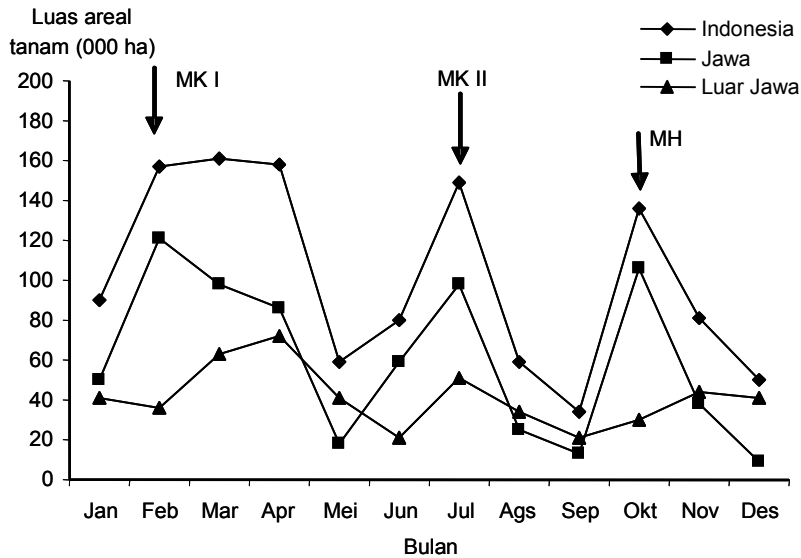
HSPP= hari setelah panen padi

Sumber: Kuntastyuti dan Adisarwanto (1995)

Tabel 8. Pengaruh cara tanam terhadap produktivitas kedelai. Pasuruan, MK 1987.

| Cara tanam            | Hasil biji (t/ha) |
|-----------------------|-------------------|
| Disebar               | 1,40 a            |
| Ditugal               | 1,76 b            |
| Di permukaan          | 1,43 a            |
| Disebar (populasi 2x) | 1,68 b            |

Sumber: Sumarno *et al.* (1989)



Gambar 2. Perkembangan luas areal tanam kedelai per bulan tahun 1996 di Indonesia, Jawa, dan Luar Jawa (BPS 1999).

Pada Gambar 2 terlihat bahwa pola waktu tanam yang terbanyak di Jawa pada bulan Februari (MK I), bulan Juli (MK II) dan bulan Oktober (MH), sedangkan untuk luar Jawa MK I bergeser pada bulan April, hal ini dikarenakan penanaman dilakukan di lahan kering setelah tanam jagung. Untuk awal musim hujan juga bergeser ke bulan November.

## Pemupukan

Tanah sebagai media tumbuh tanaman mempunyai daya dukung terbatas baik sebagai sumber unsur hara maupun kelembaban. Pengelolaan sumber daya tanah dan pupuk harus dilakukan secara efisien dan efektif untuk memperoleh nilai manfaat yang berkelanjutan tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan. Selama ini program pemupukan lebih ditekankan pada aspek produktivitas daripada aspek total serapan oleh tanaman atau aspek ekonomis. Tanaman kedelai diketahui sering tidak selalu respon terhadap pemupukan, tergantung pada ketersediaan unsur hara tanah, kompetisi dengan gulma, dan ketersediaan unsur hara dalam tanah (Tabel 9 dan 10).

## Pengairan

Untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan optimal, tanaman kedelai memerlukan sekitar 300-450 mm air. Waktu pengairan dan ukuran air yang

Tabel 9. Pengaruh pupuk K terhadap hasil kedelai di Ponorogo.

| Takaran K (kg K <sub>2</sub> O/ha) | Hasil biji (t/ha) |
|------------------------------------|-------------------|
| 45                                 | 0,83 a            |
| 90                                 | 1,13 b            |
| 135                                | 1,48 c            |
| 180                                | 1,50 c            |

Sumber: Suwono (1989).

Tabel 10. Pengaruh pupuk NPK terhadap hasil kedelai di tanah Vertisol. Ngawi, MK 1989.

| Takaran Pupuk NPK* (kg/ha) | Daun menguning/klorosis (%) | Hasil biji (t/ha) |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 0                          | 50-60                       | 0,57 a            |
| 50-50-50                   | 10-15                       | 1,08 b            |
| 50-75-75                   | 0                           | 1,85 c            |

\* Dalam bentuk urea-TSP-KCl.

Sumber: Suwono *et al.* (1987).

diperlukan sangat tergantung pada kondisi tanah, akan tetapi ada 4 (empat) tahap pertumbuhan kedelai yang kritis apabila tidak ada air, yaitu pertumbuhan awal  $V_0$ - $V_{1-2}$ , saat berbunga ( $R_1$ - $R_2$ ), pembentukan polong ( $R_3$ ) dan pengisian biji ( $R_4$ - $R_5$ ). Kelembaban tanah yang cukup tinggi (70-80% kapasitas lapang) adalah kondisi optimal untuk menunjang dan mempercepat perkecambahan, sedangkan fase pemasakan polong sangat sedikit memerlukan air irigasi. Anjuran secara umum adalah pengairan minimal 3-4 kali, tergantung pada kondisi tanah. Cara pengairan dapat melalui saluran irigasi atau secara luapan/genangan. Tanaman kedelai memiliki derajat toleran kondisi kering asalkan lapisan olah tanahnya dalam. Pada kondisi tanah 12,5-25% di bawah kapasitas lapang, tanaman kedelai masih dapat bertahan dan mampu berproduksi normal di jenis tanah Vertisol dan Entisol, dengan pupuk P dan K pada takaran rendah atau tinggi. (Rahmianna *et al.* 1999).

### *Pengendalian Gulma*

Untuk pertanaman kedelai di lahan sawah sesudah tanaman padi, penggunaan jerami sekitar 5 t/ha sebagai mulsa dapat menekan perkembangan gulma sampai 65%. Apabila ditambah dengan satu kali penyiangan secara mekanis (memakai sabit/cangkul) maka akan menekan sampai 90%. Penyiangan dua kali sebelum masa berbunga sudah cukup menekan gulma

pada tanaman kedelai. Penggunaan herbisida pratumbuh baru digunakan apabila populasi gulma sudah mencapai > 30% dan kondisi ini umumnya sering dijumpai pada pertanaman kedelai MK II.

## **Pengendalian Hama Terpadu Ramah Lingkungan**

### **Pengendalian secara Kultur Teknis**

Pengendalian secara bercocok tanam merupakan usaha pengendalian yang bersifat preventif yang dilakukan sebelum serangan terjadi dengan harapan agar populasi hama tidak meningkat sampai melebihi ambang pengendaliannya. Untuk mengembangkan teknik pengendalian hama secara bercocok tanam, perlu diketahui sifat agroekosistem setempat, khususnya tentang ekologi dan perilaku hama, terutama tentang bagaimana serangga hama memperoleh berbagai persyaratan untuk hidupnya (makanan, pasangan hidup dan perlindungan dari iklim dan musuh alami

### **Pengendalian secara Hayati (Biologis)**

Pengendalian hayati pada dasarnya adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan populasi hama tanaman yang merugikan. Musuh alami yang terdiri dari parasitoid, predator, dan patogen merupakan pengendali alami utama hama yang bekerjanya secara *density dependent* sehingga tidak dapat dilepaskan dari kehidupan dan perkembangbiakan hama.

## **PANEN**

### **Saat/Umur Panen**

Saat atau waktu panen selain ditentukan oleh umur sesuai deskripsi varietas yang ditanam, juga ditentukan oleh adanya warna polong dari kehijauan menjadi coklat kuning atau kuning jerami. Panen dilakukan apabila > 95% polong tersebut sudah berubah warna dan jumlah daun yang masih ada pada tanaman sekitar 5-10%. Untuk varietas Wilis pada kondisi udara yang kering (Oktober) masih dapat dipanen walaupun daun sudah rontok semua, karena polong tidak mudah pecah di lapang. Untuk varietas unggul yang lain disesuaikan umur dalam deskripsi varietas tersebut. Untuk itu, penentuan saat panen yang tepat akan menghasilkan mutu benih kedelai yang baik (Tabel 11). Panen yang dilakukan sebelum masak fisiologis akan mempengaruhi mutu benih karena banyak butir hijau, pipih kurang bernaas dan vigor belum maksimum. Umur panen 1-2 hari lebih lama dari deskripsi

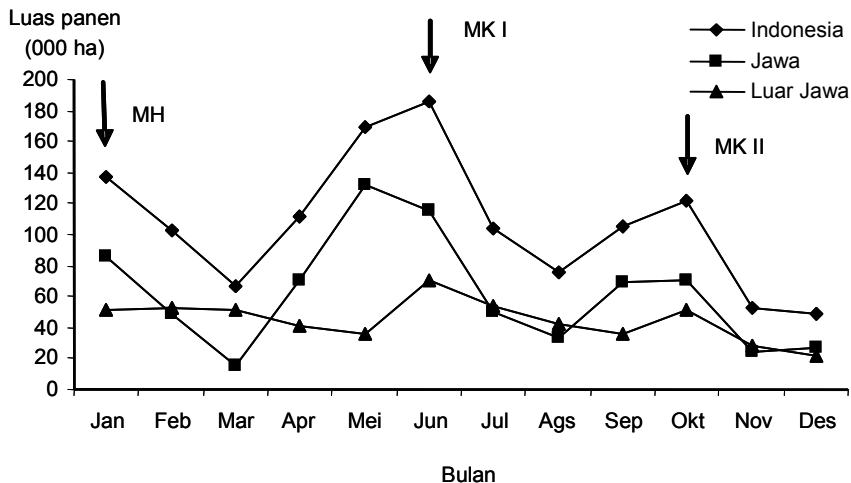
varietas menunjukkan tingkat kadar air yang rendah dan mempunyai vigor > 95%. Selain umur panen, kondisi cuaca saat panen juga banyak berpengaruh terhadap kuantitas dan mutu benih. Panen musim kemarau memperlihatkan mutu benih (daya tumbuh) yang lebih besar dibanding benih panen musim hujan.

Perkembangan luas panen kedelai pada Gambar 3 menunjukkan bahwa perbedaan masa panen MH I (bulan Januari) dengan waktu tanam MK I dan masa panen MK I dan tanam MK II hanya terpaut satu bulan sehingga proses penyediaan benih juga menjadi sangat pendek.

Tabel 11. Hasil biji, jumlah benih dan mutu benih di tingkat petani pada musim kemarau dan musim hujan.

| Lokasi dan tolok ukur | MK II 1992 | MH 1992/1993 |
|-----------------------|------------|--------------|
| Pasuruan (Jatim)      |            |              |
| - hasil biji (t/ha)   | 1,68       | 0,63         |
| - jumlah benih (t/ha) | 1,44       | 0,54         |
| - daya tumbuh (%)     | 87,00      | 83,00        |
| Lombok Barat (NTB)    |            |              |
| - hasil biji (t/ha)   | 1,16       | 0,54         |
| - jumlah benih (t/ha) | 0,93       | 0,37         |
| - daya tumbuh (%)     | 93,00      | 76,00        |

Sumber: Harnowo *et al.* (1993)



Gambar 3. Perkembangan luas panen kedelai per bulan tahun 1996 di Indonesia, Jawa dan Luar Jawa (BPS 1999).

## Cara Panen

Cara panen yang umum adalah dengan cara memotong batang tanaman kedelai sedekat mungkin dengan permukaan tanah. Sangat dianjurkan agar selalu menggunakan sabit atau gerigi yang tajam. Apabila sabit yang dipakai kurang tajam dikhawatirkan akan menyebabkan terjadinya susut hasil yang cukup banyak dan mengurangi kecepatan/kapasitas waktu panen. Ada beberapa keuntungan yang diperoleh apabila cara panen dengan memakai sabit yaitu mudah pelaksanaannya di lapang, mempermudah proses perontokan dan pembersihan karena brangkasan umumnya bersih dari tanah dan disamping itu bintil akar yang mengandung bakteri *Rhizobium* masih berada atau tersisa di dalam tanah. Brangkasan hasil panen sangat dianjurkan untuk segera dijemur agar memperoleh kualitas biji yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 1985. The influence of planting method and mulching on soybean seed yield. Proceeding of A Symposium Soybean in Tropical and Sub Tropical Cropping System. Tsukaba, September 26-October 1 1983.
- Adisarwanto, T. 1990. Dampak cara pengolahan tanah pada padi terhadap hasil kedelai di lahan sawah. Laporan Tahunan Balittan Malang. p. 45-54.
- Adisarwanto, T. dan Suhartina. 2000. Penetapan anjuran pupuk P berdasarkan uji tanah di jenis tanah Entisol. Laporan Tahunan Balitkabi 1999/2000. 23 p.
- Antarlina, S.S., E. Ginting, dan J. S. Utomo. 1999. Perbaikan mutu tepung kedelai. hasil penelitian komponen teknologi tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian tahun 1997/1998. Buku 3. Bidang Pascapanen. Balitkabi. Malang. p. 1-26.
- Arsyad, D.M. dan M. Syam. 1998. Kedelai, sumber pertumbuhan produksi dan teknik budi daya. Puslitbangtan. Bogor.
- Artuti, A.M., Firdaus, J.P.T. Afdhak. 1993. Pengaruh beberapa cara perontokan terhadap mutu benih kedelai. Risalah Seminar Balittan Sukarami. Vol II. p. 67-71.
- BPS. 1999. Statistik Indonesia. Jakarta.
- Budiharjo, S., T. Okada dan J. Soejitno. 1992. Pengaruh varietas pada tanaman kedelai terhadap populasi nimfa dan pupa *Bemisia tabaci* Gennodius. *Dalam: Hama-hama Kedelai*. Balittan Bogor. Edisi Khusus No. 4. 24 p.

- Damardjati, D.S., S. Widowati, and H. Taslim. 1996. Soybean processing and utilization in Indonesia. Indonesian Agricultural Research & Development Journal. AARD XVIII (1): 13-25. Jakarta.
- Djuarso, T., J. Soejitno, dan T. Okada. 1992. Ketahanan varietas kedelai terhadap lalat kacang *Ophiomyia phaseoli*. Hama-hama Kedelai. Balittan Bogor. Edisi Khusus No. 4. p. 40-57.
- FAO. 2001. Food agriculture statistic (Internet).
- Harnowo, D. 1993. Paket teknologi produksi benih kedelai guna mendukung pengadaan benih bermutu melalui sistem Jabalsim. 17 p.
- Harnowo, D., N. Saleh, Marwoto, A. Harsono, dan Purwanto. 1993. Perakitan teknologi sistem produksi benih kedelai di lahan sawah dan lahan tegal. Laporan Hasil Penelitian Dana ARM 1992/1993. Balittan Malang. p. 1-7.
- Hsen, Ming-Li and Chien-Ching Chia. 1992. Studies on the sex-pheromone of *Spodoptera litura* on soybean. Report January-December 1992. ATM-ROC Surabaya. p. 5-10.
- Inkopti. 2000. Kemampuan daya serap kopti dan mutu serta permasalahan pengadaan kedelai. Seminar Pengembangan Kedelai di Indonesia. 14 Februari 2000. Jakarta. p. 9.
- Karama, A.S. 1979. Establishment and performance of rainfed corn (*Zea mays* L) and soybean (*Glicine max* (L) Merrill) in the dry season after puddled flooded rice. University of The Philipines at Los Banos.
- Kuntyastuti, H. dan T. Adisarwanto. 1995. Tanggap kedelai terhadap perbedaan waktu tanam di lahan sawah. Disampaikan pada Simposium PERHIMPI III tanggal 26-28 Januari 1995 di Yogyakarta. 25 p.
- Lo, Chi-Chu., Jenn-Shen Hwang, Shin-Chwan Lee and Fu-Cheng Yen. 1989. Evaluation of sex pheromones formulation and development of pheromon based trapping system for control of some important insect in Taiwan. Institute of Botani Academica Sinica Monograph. Series Taipe No.9.
- Makarim, A.K., Suharsono, D.M. Arsyad, T. Adisarwanto, Marwoto, dan N. Saleh. 2005. Pengembangan kedelai di lahan suboptimal. Prosiding Lokakarya. Puslitbangtan. Bogor.
- Mahagyosuko, H 1993. Mempelajari karakteristik penjemuran brangkasan dan benih kedelai. Tesis S2 IPB Bogor (tidak dipublikasi).
- Manurung, R.M.H. 2002. Tantangan dan peluang pengembangan tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. p.19-40. Prosiding Seminar Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan. Balitkabi.

- Marwoto. 1983. Pengaruh waktu tanam dan penggunaan jerami sebagai penutup tanah terhadap tingkat serangan lalat bibit *Ophiomyia phaseoli* Tryon. pada Tanaman Kedelai. Tesis S2. Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 98 p.
- Marwoto. 1994. Efektivitas penggunaan feromonoid seks terhadap penggunaan insektisida untuk mengendalikan ulat daun kedelai. Laporan Tahunan Balittan. Malang. 1994/1995. 12 p.
- Marwoto. 1996. Efikasi insektisida Regent 50 SC dengan metode perlakuan benih terhadap lalat bibit kacang (*Ophiomyia phaseoli*) pada tanaman kedelai. Laporan Penelitian Balitkabi. Malang. 12 p.
- Marwoto. 1996. Pengendalian hama kedelai dengan feromonoid seks. Penelitian Pertanian 15(1): 26-29.
- Marwoto. 1997. Pengendalian hama penggerek polong kedelai dengan parasitoid telur *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 1997. Balitkabi, Malang. 8 p.
- Ming-Lii, Hsen. 1990. Budi daya kedelai secara intensif. Agr. Tech. Miss. ROC-Dinas Pertanian Prop. Jawa Timur. Surabaya.
- Rahmianna, A.A., Suyamto dan L. Sunaryo. 1999. Peningkatan efisiensi penggunaan air dan pemupukan P dan K di tanah Entisol dan Vertisol. p. 59-67. Laporan Teknis Balitkabi 1998/1999.
- Scott, W.O. and S.R. Aldrich. 1970. Modern soybean production. S & A Publications. Champaign. Illionis, USA.
- Singh, S.R., K.O. Rochie, and K.E. Dashiell. 1987. Soybean for the tropics. John Wiley & Sons LTD. New York, Singapore.
- Sudaryono dan A. Setyono. 1993. Pengaruh tingkat kematangan dan cara perawatan kedelai brangkasan terhadap mutu. Seminar Hasil Penelitian 1992/1993. Balittan Sukamandi.
- Sudaryono, A. Taufiq, and A. Wijanarko. 2007. Peluang peningkatan produksi kedelai di Indonesia. *Dalam: Kedelai*, Bab:
- Suharsono. 1996. Ketahanan beberapa genotipe kedelai terhadap hama pengisap polong. Preferensi dan Biologi Kepik Coklat *R. linearis* pada Beberapa Genotipe Kedelai. Laporan Tahunan Balitkabi 1995/1996. 171 p.
- Suharsono. 1997. Identifikasi senyawa kimia dan karakteristik morfologi yang berperan dalam ketahanan kedelai terhadap hama pengisap polong kedelai *R. linearis*. Laporan Tahunan Balitkabi Malang Tahun 1996/1997. 174 p.

- Sumarno dan Harnoto. 1983. Kedelai dan teknik budidayanya. Buletin Teknik No. 16. Puslitbangtan. Bogor.
- Sumarno dan Widiati. 1985. Produksi dan teknologi benih. *Dalam: S. Somaatmadja et al. (Eds).* Buku Kedelai. Puslitbangtan. Bogor. p. 407-428.
- Sumarno, F. Dauphin, A. Rachim, N. Sunarlim, B. Santoso, H. Kuntastuti dan Harnoto. 1989. Analisis kesenjangan hasil kedelai di Jawa. ESCAP-CPGRT. Bogor. 71 p.
- Sunarlim, N., D. Pasaribu, dan Sunihardi. 1999. Strategi pengembangan produksi kedelai. prosiding Lokakarya Pengembangan Produksi Kedelai nasional. Puslitbangtan. Bogor.
- Supriyatin dan Marwoto. 1997. Pengendalian hama penggerek polong kedelai *Etiella* spp. dengan parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*. Kongres Entomologi V Bandung. 24-26 Juni 1997.
- Suwono, Marwoto dan A.G. Manshuri. 1987. Pengaruh unsur hara makro dan mikro terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lokasi gejala kering di ponorogo. Penelitian Palawija 2(2):61-67. Lampiran 1. Alternatif Ambang Kendala dan Pengendalian Hama Utama Kedelai.
- Suwono. 1989. Pengaruh pemupukan kalium terhadap hasil dan pertumbuhan kedelai di lokasi gejala kuning di Ponorogo. Penelitian Palawija. 4(2): 142-148.
- Syam, M. dan A. Musaddad. 1991. Pengembangan kedelai: potensi, kendala, dan peluang. Puslitbangtan. Bogor.
- Tahlim, S., I.W. Rusastra, B. Sayaka, dan Saptana. 2000. Perspektif pengembangan ekonomi kedelai di Indonesia. Seminar Pengembangan Kedelai di Indonesia. 14 Februari 2000. Jakarta. 28 p.