

ISSN 0215 - 1650

Monograf Balittan Malang No. 9

MILIK PERPUSTAKAAN

Kacang Hijau

(Edisi Kedua)

PERPUSTAKAAN
BALITK/RI - MALANG

No. Induk :

Tanggal :

Call Number:

Penyunting :

T. Adisarwanto

Sugiono

Sunardi

dan

Achmad Winarto



Departemen Pertanian

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

BALAI PENELITIAN TANAMAN PANGAN MALANG

1993

DAFTAR ISI

	Hal
Prakata	
I. Arti ekonomis dan kegunaan kacang hijau	
<i>Sumarno</i>	1
II. Biologi tanaman kacang hijau	
<i>Trustinab</i>	12
III. Perbaikan genetik kacang hijau untuk stabilitas hasil	
<i>Astanto Kasno dan Tateng Sutarman</i>	25
IV. Budidaya tanaman kacang hijau di lahan sawah	
<i>Budhi Santoso Radjit dan T. Adisarwanto</i>	50
V. Hama-hama penting pada kacang hijau	
<i>Subarsono dan Era wahyuni</i>	65
VI. Pengendalian hama kacang hijau	
<i>Marwoto</i>	86
VII. Penyakit kacang hijau dan penanggulangannya	
<i>Sri Hardaningsih, Yuliantoro Baliadi dan Nasir Saleb</i>	97
VIII. Pengendalian gulma pada kacang hijau	
<i>Joko Purnomo dan A.A. Rabmianna</i>	116

Prakata

Tanaman kacang hijau memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan di Indonesia, terutama di lahan sawah pada musim kemarau. Tanaman ini lebih tahan kering dibandingkan tanaman kacang-kacangan lain, dan juga lebih toleran terhadap hama-penyakit. Di daerah lahan tidur (*sleeping-land*) kacang hijau memiliki potensi untuk dikembangkan, untuk membiasakan petani memanfaatkan lahannya pada musim kemarau. Mengingat kegunaan dan permintaan terhadap kacang hijau yang tinggi dan selalu meningkat, tampaknya pemasaran hasil tidak akan mengalami kesulitan.

Publikasi tentang kacang hijau dirasakan masih sangat terbatas dan tidak lengkap. Dalam buku ini merangkum segala informasi yang tersedia saat ini, dimaksudkan untuk bahan informasi bagi Penyuluh dan Pembina Pertanian tanaman pangan, mahasiswa Fakultas Pertanian, siswa Sekolah Pertanian dan masyarakat tani serta siapa saja yang berminat terhadap komoditas ini.

Kepada para penulis dan penyunting kami sampaikan terima kasih atas kesediaannya untuk mempersiapkan dan memperbaiki naskah sehingga menjadi buku ini.

Semoga buku ini ada manfaatnya bagi pembangunan pertanian di Indonesia.

Malang, Mei 1991

Kepala Balai ,

Dr. Sumarno

NIP 080 019 783

ARTI EKONOMIS DAN KEGUNAAN KACANG HIJAU

*Sumarno*¹⁾

Kacang hijau termasuk tanaman pangan yang sudah lama dibudidayakan di Indonesia. Diperkirakan kacang hijau di Indonesia berasal dari India, diintroduksi pada awal abad ke tujuh, berbarengan dengan adanya hubungan dagang dan keagamaan antara Indonesia dan India. Di India, kacang hijau sudah dibudidayakan sejak beberapa abad sebelum masehi (Paroda dan Thomas, 1988). Perkembangan luas tanaman kacang hijau di Indonesia sangat lambat dibandingkan dengan luasan tanaman kedelai atau kacang tanah (Tabel 1a dan 1b). Hingga awal 1960 data tanaman kacang hijau tidak dimasukkan ke dalam statistik pertanian, dan baru mulai awal tahun 1970-an, setelah ditemukan varietas unggul yang umurnya genjah dapat dipanen serempak dan hasilnya tinggi, luas areal tanaman kacang hijau meningkat secara cepat.

Tabel 1a. Luas tanaman kacang hijau di Indonesia pada tahun 1989.

Propinsi	Luas panen per tahun (ha)	Produktivitas (t/ha)
Jawa Timur	65.000	0,71
Jawa Tengah	60.000	0,69
Jawa Barat	19.000	0,89
Sumatra Utara	5.000	1,00
Sulawesi Selatan	33.000	0,91
NTB	30.000	0,42
Indonesia	333.000	0,73

Dari segi luasan, Indonesia sebenarnya termasuk negara penghasil utama kacang hijau di dunia, walaupun masih jauh di bawah India (Tabel 2). Sejak tahun 1979 Indonesia mengimpor kacang hijau, antara 1.000 hingga 20.000 ton/tahun.

Dibandingkan tanaman kacang-kacangan lain, kacang hijau memiliki kelebihan ditinjau dari segi agronomis maupun ekonomis, seperti: (1) lebih tahan kekeringan, (2) hama dan penyakit yang menyerang kacang hijau relatif sedikit, (3) dapat dipanen pada umur 55 - 60 hari, (4) dapat ditanam pada tanah yang kurang subur dan cara budidayanya mudah, (5) risiko kegagalan panen secara total adalah kecil,

¹⁾ Ahli Peneliti Utama/Kepala Balittan Malang

kecil, (6) harga jual tinggi dan stabil, (7) dapat dikonsumsi langsung oleh petani dengan cara pengolahan yang mudah. Oleh karena itu petani yang secara tradisional telah menanam kacang hijau, seperti di Jawa Timur, NTT dan Sulawesi Selatan, enggan mengganti kacang hijau dengan tanaman kedelai, walaupun kampanye bertanam kedelai lebih gencar.

Tabel 1b. Luas area, dan produktivitas kacang hijau di Indonesia tahun 1970 - 1988, serta perkiraan tahun 2000.

Tahun	Luas panen/tahun (ha)	Produktivitas (t/ha)
1970	80.000	0,50
1971	100.000	0,51
1972	125.000	0,51
1973	151.000	0,46
1974	151.000	0,46
1975	138.000	0,46
1976	145.000	0,47
1977	174.000	0,48
1978	190.000	0,51
1979	193.000	0,53
1980	245.000	0,56
1981	268.000	0,55
1982	220.000	0,59
1983	284.000	0,60
1984	290.000	0,63
1985	281.000	0,68
1986	295.000	0,72
1987	276.000	0,75
1988	342.000	0,80
2000 (perkiraan)	499.000	1,25

Sumber: Puslitbangtan, 1988.

Walaupun permintaan pasar terhadap kacang hijau belum mencapai titik jenuh, namun perkembangan luas areal kacang hijau relatif lamban. Hal ini disebabkan oleh sifat tradisional petani, yang pada umumnya merasa enggan untuk mencoba mengusahakan tanaman baru. Perkembangan awal kacang hijau yang cukup berarti pada lima tahun terakhir terdapat di jalur "Pantura" (pantai utara) Jawa, pada musim kemarau sesudah tanaman padi kedua. Peluang pengembangan kacang hijau masih sangat besar terutama di Lampung, Sulawesi Selatan, NTB dan NTT, walaupun usaha ini harus berkompetisi dengan usaha perluasan kedelai.

Tabel 2. Luas area dan produktivitas kacang hijau di beberapa negara produsen, tahun 1988/1989.

Negara	Luas panen (000 ha)	Produktivitas (t/ha)
1. India	2.849	0,40
2. Thailand	548	0,60
3. R.R.Cina	530	0,60
4. Indonesia	333	0,78
5. Myanmar	240	0,67
6. Pakistan	115	0,50
7. Filipina	38	0,69
8. Vietnam	50	0,60
9. Srilanka	29	0,88
10. Bangladesh	16	0,63
11. Korea	8	0,89
12. Nepal	7	tad
13. Taiwan	2	0,60
14. Kenya	39	0,30
15. Somalia	29	0,63
16. Australia	20	0,53
17. Amerika Serikat	50	0,63

tad: = tidak ada data;

Sumber: AVRDC, 1988.

Status tanaman kacang hijau dalam sistem usahatani pada umumnya masih dianggap sebagai tanaman tambahan, sehingga penanamannya dilakukan pada musim tanam kedua atau ketiga, pada saat hujan tidak mencukupi untuk usahatani tanaman lain. Rotasi tanaman pada lahan tegal terdapat beberapa alternatif:

- a) Padi gogo - kacang hijau
- b) Jagung - kacang hijau
- c) Padi gogo - kedelai - kacang hijau
- d) Kedelai - kedelai - kacang hijau
- e) Kacang tanah - kacang hijau.

Rotasi tanaman pada sawah tadah hujan mengikuti pola:

- a) Kedelai - padi - kacang hijau
- b) Padi gogorancah - kacang hijau
- c) Kacang hijau - padi - jagung.

Sedang pada lahan sawah beririgasi rotasi tanaman yang sering dilakukan adalah padi - padi - kacang hijau. Beberapa petani di Jawa Timur menanam kacang hijau dicampurkan pada tanaman kedelai di lahan sawah, mengikuti pola padi - (kedelai + kacang hijau) - (kedelai + kacang hijau). Pada tanah tegalan kacang hijau sering ditanam tumpangsari dengan jagung atau dengan ubikayu.

Penggunaan masukan (input) untuk kacang hijau pada umumnya sangat minimal, karena petani menanam kacang hijau dengan cara yang masih sederhana: tanpa pengolahan tanah, benih disebar, penyiangan minimal dan sedikit/tanpa pengendalian hama. Dengan cara tanam tersebut berapa pun hasil kacang hijau yang diperoleh akan selalu memberikan keuntungan bagi petani. Hasil rata-rata kacang hijau secara nasional sebanyak 0,78 t/ha, kelihatannya terlalu tinggi bagi sebagian besar petani kacang hijau di Indonesia. Data dari percobaan plot dapat mencapai 2 t/ha (Balittan Malang, 1991).

Penggunaan kacang hijau oleh petani produsen belum banyak diteliti secara formal. Namun diperkirakan tidak jauh berbeda dengan cara penggunaan komoditas kedelai, yakni lebih dari 90% hasil yang diperoleh langsung dijual. Cara pemasaran kacang hijau tidak berbeda dengan komoditas kedelai, yakni melewati jalur petani produsen - pedagang pengumpul - pedagang besar - pedagang pengecer - pengrajin dengan bahan dasar kacang hijau (tauge, bubur kacang hijau, kue, tahu) (Diagram 1). Hingga saat ini belum ada studi yang mempelajari porsi penggunaan kacang hijau untuk bermacam-macam produk bahan tersebut. Namun melihat ketersediaan produk "hasil olahan" di pasar, porsi terbesar penggunaan kacang hijau kemungkinan adalah sebagai taugé (kecambah), diikuti bubur, makanan bayi, industri minuman, kue dan tahu. Penggunaan kacang hijau sebagai campuran soun dan tepung hongkue, mungkin porsinya masih kecil.

Di Thailand yang tujuan produksi kacang hijaunya diarahkan untuk ekspor, jalur dan porsi penggunaan komoditas ini telah jelas, seperti pada Diagram 2. Pada tahun 1987, Thailand memproduksi 325.000 ton kacang hijau, dan sekitar 210.000 ton diekspor, menghasilkan devisa 59 juta dolar. Negara pengimpor kacang hijau antara lain adalah Singapura, Jepang, Taiwan, Indonesia dan negara Eropa.

Penggunaan kacang hijau sangat beragam, dari olahan sederhana hingga produk olahan teknologi canggih. Di Indonesia saat ini penggunaan kacang hijau masih terbatas sebagai: sayuran, soup, kecambah (tauge), bubur, minuman, makanan bayi, kue dan biskuit, soun dan tahu. Melihat jumlah penduduk Indonesia yang telah mencapai 185 juta orang dan hampir semuanya menggemari produk olahan asal kacang hijau, maka potensi permintaan pasar terhadap kacang hijau sungguh sangat besar.

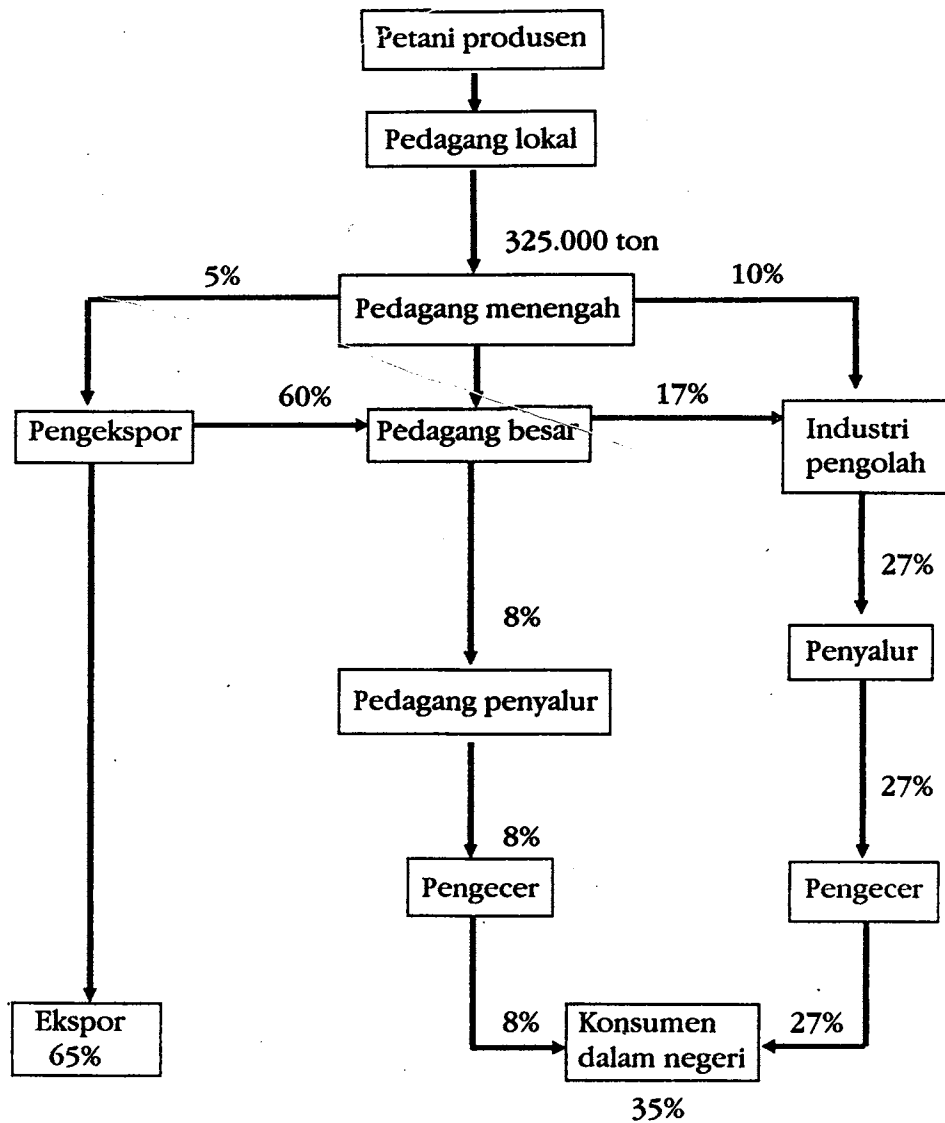


Diagram 2. Jalur pemasaran kacang hijau di Thailand
(Titiwatnakum, 1988)

POTENSI PERMINTAAN KACANG HIJAU

Potensi permintaan terhadap kacang hijau belum pernah diteliti, namun terlihat cukup besar dan terus bertambah. Hasil olahan kacang hijau merupakan kebutuhan semua lapisan masyarakat dan golongan umur. Andaikan konsumsi rata-rata per kapita sebesar 2,5 kg per tahun, seperti halnya di India atau di Thailand, maka akan diperlukan sebanyak 462.000 ton kacang hijau per tahun. Dengan produksi nasional sebanyak 261.000 ton per tahun, maka terdapat potensi tambahan permintaan sebesar 201.000 ton per tahun. Pada saat ini Indonesia masih mengimpor sekitar 20.000 ton kacang hijau per tahun.

Permintaan terhadap komoditas kacang hijau termasuk stabil, karena penggunaannya kontinyu setiap hari, sepanjang tahun. Jenis hasil olahan kacang hijau menurut urutan banyaknya pemakaian bahan diperkirakan sebagai berikut:

- 1) Kecambah kacang hijau
- 2) Bubur kacang hijau
- 3) Makanan bayi
- 4) Kue dan penganan tradisional
- 5) Minuman kacang hijau
- 6) Tahu
- 7) Soun
- 8) Tepung honkue
- 9) Sayuran dan sup.

Melihat bahwa proses pengolahan kacang hijau relatif sederhana, dan ditambah adanya pengertian bahwa kacang hijau merupakan bahan makanan bergizi tinggi, maka konsumsi kacang hijau mudah ditingkatkan.

Kandungan gizi biji kacang hijau bagus, seperti tertera pada Tabel 3a dan Tabel 3b.

Besarnya konsumsi kacang hijau negara-negara Asia berkisar antara 0,1 kg hingga 2,6 kg per kapita per tahun (Tabel 4). Tampak adanya kesejajaran antara produksi kacang hijau nasional dengan konsumsinya per kapita per tahun, kecuali di Taiwan. Konsumsi kacang hijau di Indonesia diperkirakan mencapai 2,5 kg/kapita/tahun.

Konsumsi kacang hijau dalam bentuk tradisional (tauge, bubur, kue) sudah banyak dikenal masyarakat. Kacang hijau bentuk campuran, seperti halnya soun, spageti, bihun belum banyak dipraktekkan di Indonesia. Padahal proses pembuatan produk tersebut relatif sederhana (Diagram 3).

Tabel 3a. Kandungan gizi kacang hijau per 100 gram biji.

Komponen gizi	Kandungan	
	Kacang hijau	Kedelai
Kadar air (g)	10,4	8
Protein (g)	24,0	38
Lemak (g)	1,3	18
Mineral (g)	3,5	-
Serat (g)	4,1	-
Karbohidrat (g)	56,7	32
Calcium (mg)	124,0	227
Fosfor (mg)	326,0	585
Besi (mg)	7,3	80
Karotin (mg)	94,0	110
Thiamin (mg)	0,47	1,07
Riboflovin (mg)	0,39	-
Niacin (mg)	2,10	-

Sumber: Thirumaran and Seralathan, 1988.

Tabel 3b. Kandungan asam amino dari N-protein kacang hijau.

Asam amino	g/g N protein
Total N (%)	3,84
Arginin	0,50
Histidin	0,17
Lisin	0,46
Triptofan	0,06
Fenilalanin	0,35
Tirosin	0,10
Methionin	0,08
Cistin	0,06
Threonin	0,20
Leusin	0,51
Isoleusin	0,35
Valine	0,32

Sumber: Thirumaran and Seralathan, 1988.

Tabel 4. Konsumsi kacang hijau per kapita per tahun dan persentase terhadap konsumsi total kacang-kacangan, tahun 1985.

Negara	Konsumsi (kg/kapita/tahun)		% Kacang hijau ¹⁾ pada kacang-kacangan
	Total kacang-kacangan	Kacang hijau	
Bangladesh	5,8	0,1	2
India	15,8	2,6	16
Pakistan	10,9	0,6	6
Srilanka	6,1	1,5	25
Filipina	5,7	0,5	8
Thailand	7,3	2,3	31
Korea	8,8	0,1	1
Taiwan	38,6	1,6	4

¹⁾ Persentase kacang hijau terhadap konsumsi total kacang-kacangan.

Sumber: Babu and Hallam, 1988.

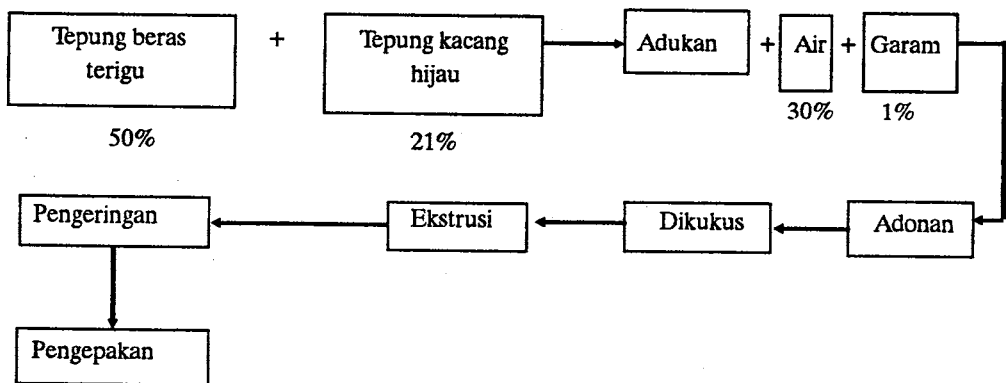


Diagram 3. Proses pembuatan soun atau bihun dengan campuran kacang hijau.

Campuran tepung kacang hijau sebesar 20 hingga 30% terhadap tepung menghasilkan soun/bihun yang kualitasnya sangat bagus, dan nilai gizinya lebih tinggi dibanding soun/bihun tanpa kacang hijau (Tabel 5).

Konsumsi beras dapat diperkaya gizinya dengan pencampuran beras dengan kacang hijau. Protein beras miskin lisin, sedang kacang hijau cukup kaya lisin. Sebaliknya beras kaya asam amino yang mengandung sulfur, yang tidak banyak terdapat pada asam amino kacang hijau. Kombinasi beras dan kacang hijau akan saling melengkapi (Tabel 6).

Campuran tepung kacang hijau dan tepung beras dalam perbandingan 40% : 60% atau 50% : 50% dinilai sangat baik untuk makanan anak balita (umur kurang dari 5 tahun) karena kandungan lisin dan asam amino-S yang serasi.

Tabel 5. Nilai gizi soun menggunakan campuran tepung kacang hijau.

Bahan (%)			Kalori (Kcal)	Protein (g%)	Lemak (g%)	Ca (mg%)	P (mg%)	Fe (mg%)
Air	Tepung terigu	Tepung kacang hijau						
20	79	-	306	9,7	0,80	20	107	2,2
30	49	20	303	13,0	0,86	33	176	3,7
30	44	25	303	13,8	0,88	36	195	4,1
30	39	30	303	14,7	0,90	40	213	4,4

Sumber: Thirumaran dan Scralathan, 1988.

Tabel 6. Kandungan protein dan asam amino campuran beras dan kacang hijau.

Campuran (%)		Protein (%)	Lisin (mg/g protein)	(%) ¹⁾	S-A.A. ²⁾ (mg/g protein)	(%) ¹⁾
K.hijau	Beras					
0	100	7,5	36	62	37	148
10	90	9,3	41	71	35	141
20	80	11,0	46	79	34	134
30	70	12,8	51	88	32	128
40	60	14,5	56	97	30	121
50	50	16,3	61	105	29	114
100	0	25	85	147	20	81

Sumber: Chen dkk. 1988.

¹⁾ Kandungan S dalam asam amino

²⁾ Persentase kecukupan, menurut standar FAO.

Melihat kandungan gizinya yang tinggi dan rasanya yang enak, serta kegunaannya yang beragam, kacang hijau memiliki prospek yang sangat cerah. Produksi nasional perlu ditingkatkan, baik untuk peningkatan penyediaan dalam negeri ataupun untuk ekspor. Peluang untuk peningkatan produksi kacang hijau di Indonesia cukup besar.

PUSTAKA

1. AVRDC. 1988. Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC, Shanhua, Tainan, Taiwan.
2. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. 1991. Komponen Teknologi Budidaya Tanaman Pangan. Makalah Balittan Malang No.91-38. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Malang.
3. Babu, S.C. and A. Hallam. 1988. Economics of mungbean production, utilization and trade. hal. 440-449. *Dalam* Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC, Taiwan.
4. Chen, C.Y., dkk. 1988. Utilization patterns of mungbean in the Chinese diet. hal. 498-507. *Dalam*: Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC, Taiwan.
5. Paroda, R.S. and T.A. Thomas. 1988. Genetic resources of mungbean in India. hal. 19-28. *Dalam*: Mungbean. Proc. Int. Symp. AVRDC, Taiwan.
6. Sumarno and I. Manwan. 1990. Grain Legumes. National Coordinated Research Program. Central Res. Inst. for Agric. (CRIFC). Bogor.
7. Thirumaran A.S. and M.A. Seralathan. 1988. Utilization of mungbean. hal. 470-483. *Dalam*: Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC, Taiwan.
8. Titapiwanatakun, B. 1988. The private sector in the development of mungbean and black gram in Thailand. hal. 450-462. *Dalam*: Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC, Taiwan.

II

BIOLOGI TANAMAN KACANG HIJAU

Trustinah¹⁾

TAKSONOMI TANAMAN KACANG HIJAU

Genus *Vigna* terdiri dari beberapa spesies, di antaranya: (1) *Vigna aconitifolia* (Jacq.) atau *Phaseolus aconitifolius* Jacq.; (2) *Vigna angularis* (Willd.) atau *Phaseolus angularis* (Willd.); (3) *Vigna trilobata* (L.) Verdc. atau *Phaseolus trilobatus* (L.) Schreb.; (4) *Vigna umbellata* (Thunb.) atau *Phaseolus calcaratus* Roxb.; (5) *Vigna radiata* (L.) Wilczek atau *Phaseolus radiatus* L. atau *Phaseolus aureus* Roxb. yang dikenal dengan nama (*green gram*, *golden gram*, atau *mungbean*), dan (6) *Vigna mungo* (L.) Hepper atau *Phaseolus mungo* L. dengan nama lain (*black gram*, *urd mash*, atau *mungo beans*) (Lawn dan Ahn, 1985; Purseglove, 1977).

Tanaman kacang hijau telah lama dibudidayakan di India, dan kini telah tersebar luas ke beberapa negara seperti Thailand, Burma, Srilanka, Indonesia, Filipina, serta beberapa bagian Afrika, Amerika maupun Australia dan diperkirakan jumlahnya saat ini mencapai lebih dari 2000 jenis (Kay, 1979; Lawn dan Ahn, 1985; Purseglove, 1977). Dilaporkan oleh Baudoin dan Marechal (1988) bahwa jenis-jenis liar dari *Vigna radiata* tersebar luas di daerah tropika, Asia Tenggara, Asia Timur, dan Australia. Salah satu di antaranya adalah varietas *sublobata* (Roxb.) Verdc yang oleh beberapa penulis dimasukkan spesies *Phaseolus sublobatus* (Roxb.) Verdc. yang merupakan nenek moyang *Vigna radiata* dan *Vigna mungo*. *V. radiata* var. *sublobata* banyak terdapat di sekitar pantai India, kemudian tersebar ke pantai barat Afrika Timur dan sampai ke Madagaskar yang dikenal dengan nama *V. perrieriana* R. Viguier. Jenis liar lainnya adalah *V. radiata* var. *setulosa* (Dalz.) yang tersebar lebih terbatas di bagian timur Asia tropik, mulai dari India, Indonesia sampai ke selatan Cina.

Taksonomi tanaman kacang hijau adalah sebagai berikut.

Kingdom.....	Plant Kingdom
Divisio.....	Spermatophyta
Subdivisio.....	Angiospermae
Class.....	Dicotyledoneae
Ordo.....	Polypetalae
Famili.....	Papilionidae
SubFamili.....	Leguminosae
Genus.....	<i>Vigna</i>
Spesies.....	<i>Vigna radiata</i>

¹⁾ Staf Peneliti Pemuliaan Kacang-kacangan Balittan Malang

MORFOLOGI TANAMAN KACANG HIJAU

Tipe pertumbuhan; Tipe pertumbuhan kacang hijau umumnya dapat dibedakan menjadi tipe determinit dan semi determinit dengan sifat pertumbuhan yang tegak, agak tegak atau menyebar. Tipe determinit adalah tipe tanaman yang ujung batangnya tidak melilit, pembungaannya singkat, serempak, dan pertumbuhan vegetatifnya berhenti setelah tanaman berbunga, seperti pada varietas Merak dan Walet. Sedangkan tipe indeterminit ditandai dengan ujung batang yang melilit, pembungaan berangsur-angsur dari pangkal ke bagian pucuk, dan pertumbuhan vegetatifnya terus berlanjut setelah berbunga, contohnya varietas Arta Ijo dan Siwalik (Hutami, 1989). Tanaman ini berupa herba semusim dengan tinggi 30 sampai 130 cm.

Perakaran; Akar kacang hijau bersifat akar tunggang, di mana akar-akar lateralnya tegak lurus pada akar tunggang. Kay (1979) membedakan sistem perakaran kacang hijau menjadi dua macam, yaitu *mesophytes* dan *xerophytes*. *Mesophytes* mempunyai banyak akar cabang pada permukaan tanah, dan biasanya tipe pertumbuhannya menyebar (*spreading*). Sedangkan pada *xerophytes* akar cabangnya lebih sedikit dan memanjang ke arah bawah serta akar tunggangnya lebih panjang.

Batang; Batang kacang hijau berbentuk bulat dan berbuku-buku, dan tiap buku menghasilkan satu tangkai daun, kecuali pada daun pertama berupa sepasang daun yang berhadapan dan masing-masing daun berupa daun tunggal serta tidak bertangkai dan biasa disebut sebagai epikotil. Pada batang utama terdapat beberapa cabang yang biasanya muncul dari buku bagian bawah. Batang dan cabang tersebut berwarna hijau muda, hijau tua, ungu muda maupun ungu tua. Bunga terdapat pada batang utama ataupun pada cabang, dengan jumlah buku subur pada setiap tanaman dapat mencapai 5 sampai 8 buku subur, dan buku subur pertama biasanya terdapat pada buku yang kelima atau keenam (Hutami, 1989).

Daun; Daun kacang hijau letaknya berseling (*alternate*) dan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu daun pertama (*primary leaves*) yang merupakan dua daun tunggal yang letaknya berhadapan pada batang utama. Daun pertama ini berbentuk oval (*ovate*) atau agak lancip (*lanceolate*). Panjang daun pertama dapat dibedakan menjadi tiga ukuran yaitu: pendek (1,8 - 2,0 cm), sedang (2,4 - 2,6 cm), dan panjang (3,0 - 3,3 cm), sedangkan lebarnya dapat dibedakan menjadi: sempit (0,3 - 0,4 cm), sedang (0,7 - 0,8 cm), dan lebar (1,1 - 1,2 cm). Daun-daun yang tumbuh di atas daun pertama tadi disebut daun terminal. Semua daun-daun terminal terdiri dari tiga helaian daun (*trifoliate*) tetapi ada pula yang memiliki lima

helaian daun (*pentafoliate*) (Lawn dan Ahn, 1985), dengan bentuk oval, agak lancip ataupun seperti hati (Gambar 1). Panjang daun trifoliate yang diukur pada buku ke-4 dapat dibedakan menjadi: pendek (9,0 - 9,9 cm), sedang (11,0 - 11,9 cm), dan panjang (13,0 - 13,9 cm), sedangkan lebarnya dapat dibedakan menjadi: sempit (1,6 - 2,5 cm), sedang (3,6 - 4,5 cm), dan lebar (5,6 - 6,6 cm). Tangkai daun (*petiole*) lebih panjang dari pada daunnya sendiri, dan memiliki daun penumpu (*stipula*) yang berbentuk ovate. Warna daun kacang hijau ada yang hijau muda, hijau maupun hijau tua. Berdasarkan adanya bulu/rambut daun (*pubescent*) permukaan daunnya dapat dibedakan menjadi: 1) tidak berbulu (*glabrous*), 2) berbulu sangat sedikit (*very sparsely pubescent*), 3) berbulu sedikit, 4) berbulu cukup (*moderately pubescent*, dan 5) berbulu banyak (*densely pubescent*). Tangkai daun kacang hijau dapat berwarna hijau, hijau dengan bintik ungu, ungu kehijauan, ungu atau ungu tua. Tangkai daun pada buku keempat dapat dibedakan menjadi: 1) pendek (10,0 - 11,9 cm), 2) sedang (14,0 - 15,9 cm), dan 3) panjang (18,0 - 19,9 cm).

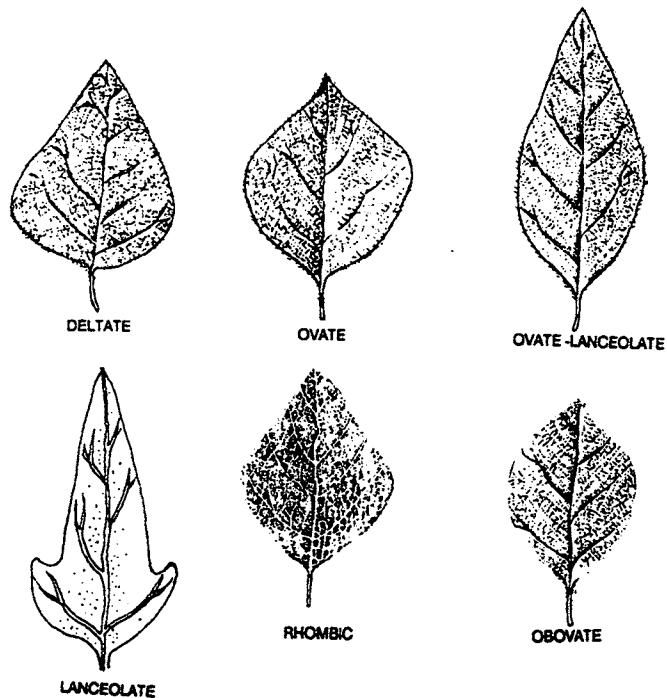
Bunga; Bunga merupakan bagian yang sangat penting, karena di dalamnya terjadi proses penyerbukan dan pembuahan yang dapat menghasilkan biji. Tanaman kacang hijau termasuk tanaman yang menyerbuk sendiri (*self pollination*) dan mulai menghasilkan bunga pada minggu keenam atau kedelapan setelah tanam. Bunganya tersusun dalam bentuk tandan (*raceme*) pada bagian atas dari tangkai bunga, dan masing-masing tandan mengandung 1 sampai 20 bunga. Bunganya bersifat *cleistogamy*, yaitu bunga mekar setelah terjadinya penyerbukan. Bunga tersebut terdiri dari: 1) kelopak (*calyx*) yang berwarna hijau, hijau keunguan, atau ungu kehijauan, dan berbentuk ovate, 2) tajuk atau mahkota bunga (*corolla*) berwarna kuning, kuning kehijauan atau hijau kekuningan, 3) benangsari (*stamen*), dan putik (*pistillum*). Periode pembungaan kacang hijau dapat dibedakan menjadi: 1) *ansynchronous* (pembungaan tidak serempak, dengan lama pembungaan 21 - 35 hari), 2) *intermediate* (lama pembungaan 21 - 25 hari), dan *synchronous* (pembungaan serempak, dengan lama pembungaan 11 - 25 hari). Penyerbukan pada kacang hijau terjadi malam hari, di mana kepala sari (*anthera*) mulai pecah sekitar pukul 21 malam dan terbuka sempurna pukul 24 tengah malam. Bunga kacang hijau akan mekar pagi keesokan harinya dan layu siang harinya. Jangka waktu antara penyerbukan dan mekarnya bunga minimal 4 jam (Bhandari, 1979), sehingga memungkinkan terjadinya pembuahan sebelum mekarnya bunga.

Buah (polong); Buah/polong kacang hijau berbentuk bulat silindris atau pipih dengan ujung runcing atau tumpul. Panjang tangkai buah yang diukur pada tangkai buah terpanjang, ketika polong pertama berubah warna dibedakan menjadi: pendek (12,0 - 13,5 cm), sedang (15,2 - 16,8 cm), dan panjang (18,5 - 20,0 cm). Polong muda berwarna hijau kelam dan hijau tua, dan setelah tua polong tersebut berwar-

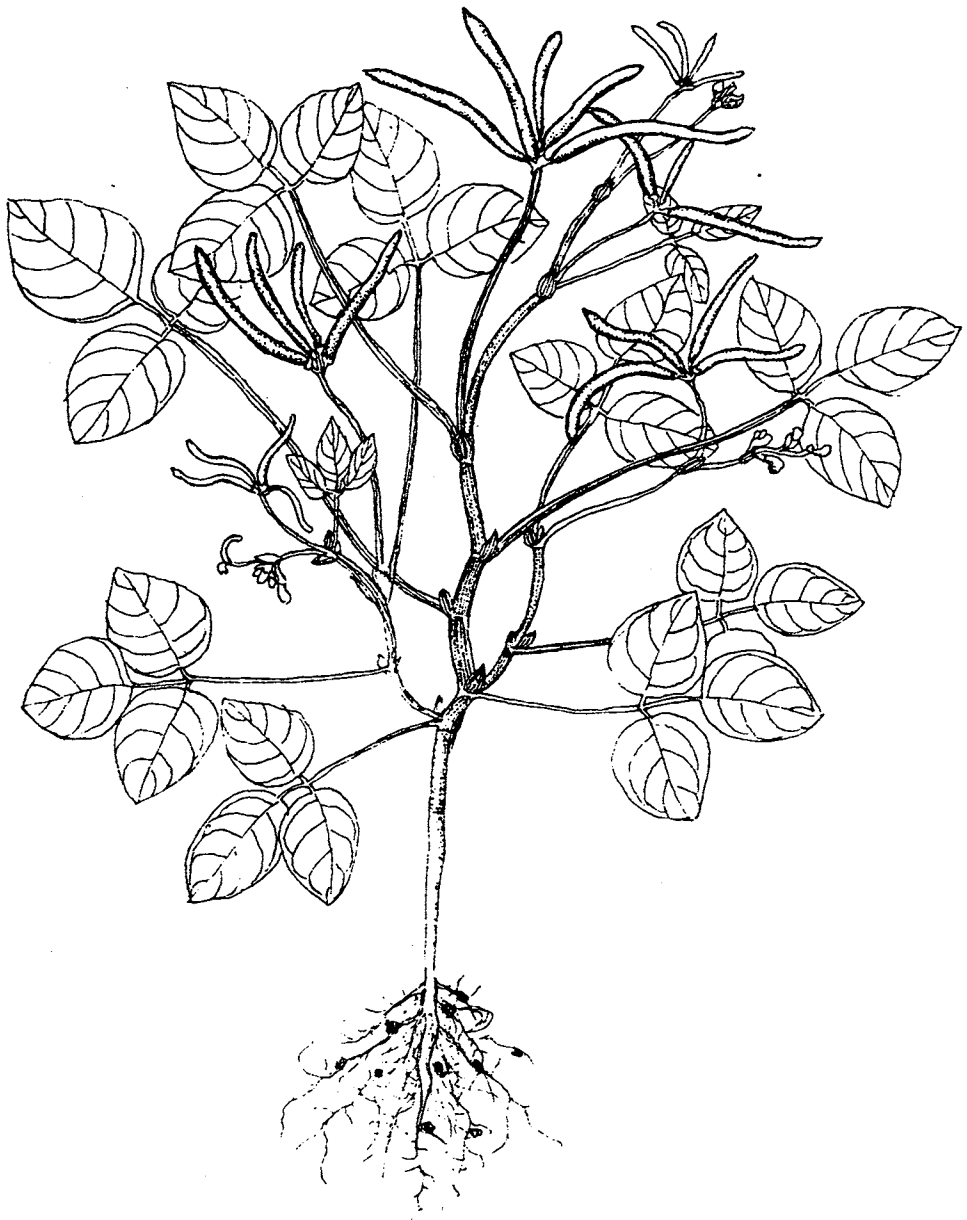
na hitam atau coklat jerami dengan panjang antara 6 sampai 15 cm. Polong-polong tersebut memiliki rambut-rambut yang pendek, dan berisi 10 sampai 15 biji (Kay, 1979; Purseglove, 1977).

Biji; Biji kacang hijau berbentuk bulat dan umumnya lebih kecil dibandingkan dengan biji kacang-kacangan lain, berwarna hijau, coklat, kuning atau hitam, sedangkan hilumnya ada yang cekung atau tidak cekung. Purseglove (1977), dan Kay (1979) membedakan kacang hijau berdasarkan warna kulit bijinya menjadi 4 tipe, yaitu: 1) *aureus* (*yellow gram* atau *golden gram*) yang memiliki kulit biji berwarna kuning, dan biasanya rendah produktivitasnya serta digunakan sebagai hijauan ternak, 2) *typica* (*green gram*) dengan kulit biji berwarna hijau tua atau hijau cerah. Jenis ini lebih banyak dibudidayakan, karena produktivitasnya lebih tinggi dan masakannya hampir serempak, 3) *grandis* yang memiliki biji berwarna hitam, dan 4) *bruneus* dengan biji berwarna coklat. Jenis nomor 3 dan 4 di atas tidak banyak dibudidayakan.

Morfologi tanaman kacang hijau secara keseluruhan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Beberapa macam bentuk daun kacang hijau
Sumber : Anonim, 1985



Gambar 2. Bentuk tanaman, daun dan polong kacang hijau

SITOGENETIKA

Vigna radiata atau green gram dan *Vigna mungo* atau black gram adalah jenis yang biasa dibudidayakan. Kedua jenis ini mempunyai morfologi yang hampir sama (Watt dan Marechal, 1977) sehingga beberapa persilangan telah dilakukan di antara keduanya. Meskipun demikian terdapat pula beberapa perbedaan morfologi, tak-sokimia, dan susunan kromosomnya yang menyebabkan hasil persilangan tersebut bervariasi tingkat fertilitas dan morfologinya. Beberapa perbedaan kedua spesies tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa sifat *Vigna radiata* dan *Vigna mungo*.

Sifat	<i>Vigna radiata</i>	<i>Vigna mungo</i>
Jumlah kromosom somatik (2n)	22	22,24
Bentuk biji	kecil, bulat	lebih besar, persegi
Warna biji	hijau, kuning sampai kehitaman	hijau, hitam, atau coklat tua
Hilum	tidak cekung	cekung
Kotiledon	kuning kusam	putih
Warna batang	hijau	hijau,
Warna daun	hijau terang	hijau tua
Bentuk daun	oval (<i>ovate</i>)	memanjang agak lancip (<i>lanceolate</i>)
Daun penumpu (stipula)	lebar	sempit
Rambut pada batang dan polong	pendek dan sedikit	lebih panjang dan banyak
Polong	panjang dan menyamping	pendek dan tegak ke atas
Jumlah biji/polong	8 sampai 20	8 atau kurang
Dipeptida bebas	glutamyl-s-methylcysteine	glutamyl-methylcysteine

Berdasarkan analisis biji dengan elektroforesis terhadap *V. radiata*, dan *V. mungo* didapatkan bahwa rangkaian polipeptida pada empat varietas *V. radiata* yang diuji adalah sama, sedangkan dari tiga varietas *V. mungo* hasilnya bervariasi, dan satu di antaranya memiliki rangkaian polipeptida yang hampir sama dengan *V. radiata*. Selanjutnya penilaian terhadap morfologi (panjang polong) dan secara elektroforesis terhadap tiga jenis *V. sublobata* menunjukkan bahwa sebagian memiliki kesamaan morfologi dan rangkaian polipeptida dengan *V. radiata*, sebagian lagi memiliki kemiripan dengan *V. mungo* (Thakare *et al*, 1988).

Sree Rangasamy *et al.* (1988) mendapatkan adanya satu arah kesesuaian dalam persilangan (*one way cross compatibility*) antara *V. radiata*, *V. mungo*, dan *V. sublobata*, di mana persilangan akan lebih berhasil apabila sebagai induk betina digunakan *V. radiata* dan *V. mungo* sebagai induk jantan. Sebaliknya bila *V. mungo* digunakan sebagai induk betina maka keberhasilan persilangan lebih rendah bahkan dapat gagal. Hal ini disebabkan oleh adanya komposisi cairan pada putik dari *V. mungo* yang berinteraksi dengan substansi yang berasal dari serbuk sari *V. radiata* yang dapat menghambat proses pembuahan.

FASE TUMBUH KACANG HIJAU

Dalam pertumbuhannya tanaman kacang hijau melalui proses-proses pertumbuhan mulai dari embrio, remaja, dewasa, dan akhirnya mati. Selama tahap pertumbuhan dan perkembangannya akan terjadi perubahan-perubahan morfologi yang diikuti pula oleh perubahan-perubahan fisiologi. Kriteria utama bahwa suatu tanaman berada dalam fase remaja adalah ketidakmampuannya untuk membentuk bunga dan buah, meskipun kondisi lingkungan memungkinkan untuk pembungaan (Hartman *et al.*, 1981). Dengan kata lain awal pembungaan merupakan petunjuk akhir dari fase remaja.

Fase pertumbuhan kacang hijau terdiri dari fase vegetatif (V) dan fase reproduktif (R). Pembagian fase tumbuh tanaman kedelai dan kacang tanah seperti yang dilaporkan (Boote, 1992; Fehr dan Caviness, 1977; Trustinah *et al.*, 1987) didasarkan pada pertumbuhan jumlah buku dan perkembangan bunga hingga menjadi polong masak, dan buku-buku pada batang utama yang telah mempunyai daun yang telah berkembang penuh itulah yang digunakan dalam menghitung fase tumbuh. Pembagian fase tumbuh kacang hijau disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa fase vegetatif kacang hijau terjadi pada umur 0 - 35 hari setelah tanam, dan selebihnya adalah fase reproduktif. Selama fase ini tanaman telah mengalami beberapa perkembangan mulai dari perkecambahan, pertambahan jumlah daun, peningkatan tinggi tanaman yang diikuti dengan pertambahan jumlah buku, dan peningkatan berat tanaman. Pada masa vegetatif tersebut tanaman belum menghasilkan bunga. Pembungaan pada kacang hijau dimulai sekitar hari ke 34 setelah tanam. Jumlah bunga yang dihasilkan pada awal pembungaan meningkat dengan lambat, kemudian jumlahnya akan meningkat cepat sampai mencapai laju maksimum, dan menurun serta mengakhiri masa pembungaannya (Gambar 4). Tidak seluruh dari bunga yang dihasilkan tersebut akan menjadi polong, yakni hanya sekitar 23 sampai 25% dari seluruh bunga yang dihasilkan saja yang menjadi polong sedangkan sisanya gugur (Kumari dan Varma,

1983; Matsunaga, *et al*, 1988; Savitri *et al*, 1978). Lamanya periode berbunga dan jumlah bunga yang dihasilkan juga tidak sama untuk setiap varietas.

Tabel 2. Penandaan fase tumbuh kacang hijau varietas Merak dan Bhakti. Kendalpayak, Januari - Maret 1990.

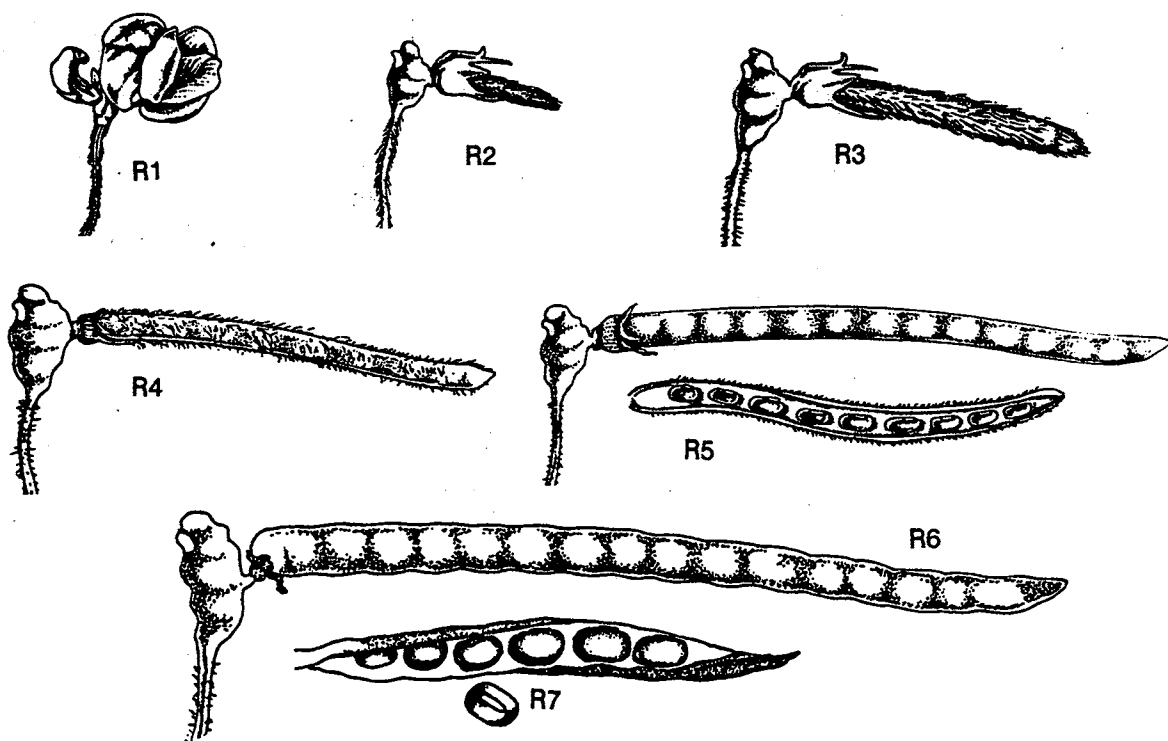
Simbol	Stadia tumbuh	Waktu (HST)	
		Merak	Bhakti
VE	Biji berkecambah sampai fase kotiledon	5	5
VK	Kotiledon terbuka	6	6
V1	Daun trifoliolate pertama	11	11
V2	Daun trifoliolate kedua	17	19
V3 - V4	Daun trifoliolate ketiga dan keempat	23	23
V5 - V6	Daun trifoliolate kelima dan keenam	35	35
R1	Tanaman mulai berbunga	35	41
R2	Pada lebih dari 3 buku terdapat bunga	37	43
R3	Mulai pembentukan polong	37	43
R4	Berpolong penuh	39	45
R5	Pengisian biji	43	51
R6	Biji telah memenuhi rongga polong	46	58
R7	Pemasakan polong	52	60
R8	Panen (95% polong telah berwarna hitam)	60	65

HST = Hari setelah tanam

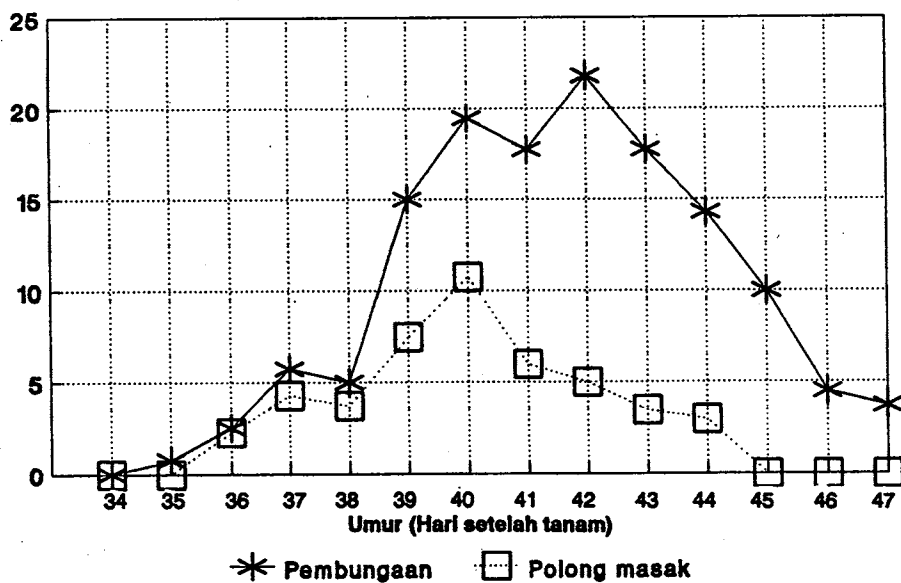
Dari Tabel 2 terlihat bahwa periode pembentukan dan pengisian polong terjadi antara hari ke-41 sampai hari ke-49, dan antara hari ke-50 sampai ke-60 adalah periode pemasakan polong, sehingga pemanenan dapat dilakukan pada umur 60 sampai 65 hari. Meskipun demikian tidak semua jenis dapat dipanen pada umur 60 - 65 hari, karena ada pula jenis varietas yang berumur dalam, yakni dapat dipanen pada umur 150 hari.

LINGKUNGAN TUMBUH KACANG HIJAU

Wujud luar atau fenotipe suatu individu merupakan hasil kerja sama antara faktor genetik dan faktor lingkungan yang saling berinteraksi dalam menentukan penampilan suatu individu. Beberapa faktor yang mempengaruhinya antara lain: varietas, suhu, curah hujan, lama penyinaran, tinggi tempat, keadaan tanah maupun cara budidayanya.



Gambar 3. Pertumbuhan polong kacang hijau



Gambar 4. Distribusi pembungaan dan polong masak kacang hijau
 Sumber: Matsunaga et al, 1987.

Suhu

Sebagai tanaman tropis kacang hijau memerlukan iklim panas selama sebagian siklus hidupnya, yaitu pada suhu sekitar 28 - 30°C yang merupakan suhu optimum (Lawn dan Ahn, 1985). Laju pertumbuhan vegetatif dan akumulasi bahan kering pada biji juga bervariasi untuk setiap varietas. Diduga sensitivitas pertumbuhan vegetatif setiap varietas terhadap suhu berhubungan dengan latitude tempat asal suatu varietas, di mana varietas yang berasal dari daerah tropik biasanya lebih sensitif dibandingkan dengan yang berasal dari daerah subtropik yang ditunjukkan dengan perbedaan respons terhadap suhu. Pembungaan pada kacang hijau juga dipengaruhi oleh suhu yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah bunga dan polong kacang hijau pada dua musim tanam.

Sifat	Musim tanam	
	Oktober 1986	Maret 1987
Suhu maksimum	26,8	34,0
Suhu minimum	16,7	25,8
Curah hujan (mm)	0,0	395,8
Jumlah bunga	42,8 ± 8,5	81,8 ± 20,3
Jumlah bunga/tandan	2,9 ± 0,8	6,4 ± 1,3
Jumlah polong masak	36,0 ± 8,7	24,0 ± 3,0
Jumlah polong/tandan	2,5 ± 0,7	1,9 ± 0,2
Jumlah tandan/tanaman	14,4 ± 2,8	12,8 ± 3,3
Jumlah buku/tanaman	31,8 ± 4,2	28,4 ± 5,3
Persentase buku subur	45,3 ± 3,8	45,1 ± 8,2
Persentase polong masak	84,9 ± 6,0	29,9 ± 4,9

Sumber : Matsunaga *et al.*, 1987.

Curah hujan.

Penyebaran curah hujan yang baik untuk tanaman kacang hijau adalah 700 s/d 900 mm/tahun (Kay, 1979), meskipun demikian pada curah hujan yang lebih rendah dari itu tanaman ini masih dapat tumbuh, yaitu dengan memanfaatkan kelembaban tanah dan air tanaman sebelumnya. Selain itu tanaman kacang hijau dikenal cukup toleran terhadap kekeringan.

Keadaan tanah

Kacang hijau dapat tumbuh pada setiap jenis tanah, terutama pada tanah-tanah yang gembur, memiliki drainase yang baik, mempunyai kapasitas menahan air yang tinggi, dan memiliki pH sekitar 5,5 sampai 6,5. Meskipun demikian kacang hijau masih dapat tumbuh pada tanah yang agak masam dan berstruktur lempung (Hutami, 1989), dan cukup toleran pada keadaan alkalin maupun salin (Kay, 1979).

Tinggi tempat

Tanaman kacang hijau dapat tumbuh pada dataran rendah sampai ketinggian 1800 m di atas permukaan laut.

NITROGEN

Nodulasi pada kacang hijau dimulai sekitar satu minggu setelah berkecambah dan aktivitas reduksi acetylene baru dapat diukur sekitar minggu ketiga setelah tanam. Jumlah dan berat nodula akan meningkat selama pertumbuhan vegetatif, dan mencapai maksimum pada saat pembungaan atau pada awal pengisian polong, selanjutnya akan menurun. Nodulanya berbentuk bulat, halus, dan biasanya memiliki diameter sebesar 1 - 4 mm (Lawn dan Ahn, 1985).

Aktivitas *Rhizobium* dalam pembentukan nodula ini dipengaruhi beberapa faktor seperti pH tanah, jenis *Rhizobia*, suhu dan keadaan tanah, pada pH di bawah 5 pembentukan nodula mulai terganggu (Lawn dan Ahn, 1985). Banyaknya nitrogen yang dapat difiksasi berkisar antara 58 - 107 kg N/ha per jenis tanaman (Miller dan Fernandes, 1988).

HAMA DAN PENYAKIT

Hama dan penyakit merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman, sehingga dapat menyebabkan kehilangan hasil yang besar. Penyerangannya dapat terjadi pada setiap fase tumbuh dan bagian dari tanaman, misalnya saja sejak perkecambahan, stadia pembungaan, pengisian polong maupun saat penyimpanan, dengan kerusakan pada akar, batang, daun, bunga, polong, atau biji. Beberapa hama yang biasa menyerang tanaman kacang hijau di antaranya adalah: *Heliothis* spp. dan *Etiella* spp. *Maruca testulalis* (penggerek polong), *Nezara viridula* (pengisap polong), dan *Ophiomyia phaseoli*. Sedangkan

penyakit yang disebabkan oleh jamur antara lain adalah bercak daun (*Cercospora* spp.), embun tepung (*Erysiphe polygoni*), rebah kecambah (*Rhizoctonia* spp. dan *Phytium* spp.), layu (*Fusarium* spp.), karat (*Uromyces* spp.), kudis (*Elinsoe iwatae*), dan antraknose (*Colletotrichum lindemuthianum*), dan bakteri penyebab penyakit di antaranya adalah *Xanthomonas phaseoli* dan *Pseudomonas phaseolicola* serta beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus seperti *yellow mosaic virus*, *mosaic mottle virus*, dan *mungbean mosaic virus* (Lawn dan Ahn, 1985).

PUSTAKA

1. Anonim. 1985. International Board for Plant Genetic Resources Descriptors for *Vigna Mungo* and *V. Radiata* (Revised). IBPGR Secretariat - Rome. 23p.
2. Baudoin, J.P. and R. Marechal. 1988. Taxonomy and evolution of the genus *Vigna*, pp. 1 - 12. *In* Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC. Thailand.
3. Bhandari, M.M. 1979. Practicals in Plant Breeding. Oxford and IBH Pub. Co. New Delhi
4. Boote, K.J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Sci. 9:35 - 39.
5. Fehr, W.R., and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report no. 80. Cooperative Extension Service Agric. and Home Econ. Exp. St. Iowa State Univ. of Sci. and Tech. Ames. Iowa, USA.
6. Hartman, H.T., W.J. Flocker, and A.M. Kofranek. 1981. Plant Science Growth, Development, and Utilization of Cultivar Plant. Prentice - Hall. Inc. New Jersey, USA.
7. Kay, D.E. 1979. Food Legumes. TPI Crop and Product Digest No. 3. London.
8. Kumari, P., and S. K. Varma. 1983. Genotypic differences in flower reduction/shading and yield in mungbean (*Vigna radiata*). Indian J. Plant Physiol. 4:402 - 405.
9. Lawn, R.J., and C.S. Ahn. 1985. Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek/*Vigna mungo* (L.) Hepper), pp. 584 - 623. *In* Summerfield, R.J. and E.H. Roberts, (eds). Grain Legume Crops. Collins, London.
10. Lawn, R. J., R. W. Williams, and B. C. Imrie. 1988. Potential of wild germplasm as a source of tolerance to environmental stresses in mungbean, pp. 136 - 145. *In* Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC. Thailand.
11. Matsunaga, R., A. Hamid, and A. Hashem. 1988. Seasonal distribution of flowering and pod set of mungbean in different seasons in Bangladesh. pp.239 - 243. *In* Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC. Thailand.
12. Miller, J.C.Jr., and G.C.J. Fernandez. 1988. Selecting and breeding for enhanced N₂ fixation in mungbean, pp.111 - 123. *In* Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC. Thailand.

13. Purseglove, J.W. 1977. Tropical Crop Dicotyledons, Vol 1 and 2 (combined). Longman, Group LTD. London.
14. Savitri, K.S., P.S. Ganapathy, and S.K. Sinha. 1978. Fruit and seed development in mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.). J. Agric. Sci. 90:551 - 556.
15. Sri Hutami. 1989. Botani kacang hijau. Makalah disampaikan pada Latihan field inspection and maintenance of varieties of food legumes, 6 Juni - 4 Agustus 1989 di Bogor. Bogor.
16. Sree Rangasamy, S.R., V. Muralidharan, and R. Rathnasamy. 1988. Breeding behavior of *Vigna radiata* - *V. mungo* hybrid progenies for crop improvement, pp.187 - 199. In Mungbean. Pro. of the Second Int. Symp. AVRDC. Thailand.
17. Thakare, R.G., J.D. Gadgil, and R. Mitra. 1988. Origin and evolution of seed protein genes in *Vigna mungo* and *Vigna radiata*. pp.47 - 55. In Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. AVRDC. Thailand.
18. Trustinah, E. Guhardja, dan W. Gunarso. 1987. Identifikasi fase tumbuh kacang tanah (*Arachis hypogaea* (L.) Merr.). Penelitian Palawija 1(2).
19. Watt, E.E. and Marechal. 1977. The difference between mung-and-urd beans. Trop. Grain Leg. Bull. 7:31 - 33.
20. IBPGR. 1980. Descriptors for Mungbean. Rome.

III

PERBAIKAN GENETIK KACANG HIJAU UNTUK STABILITAS HASIL

*Astanto Kasno*¹⁾ dan *Tateng Sutarman*²⁾

LATAR BELAKANG

Pentingnya peranan kacang hijau sebagai penyangga pangan di Indonesia tercermin dari laju peningkatan produksi yang pesat pada dua dasawarsa terakhir ini. Pada awal tahun tujuh puluhan, produksi nasional baru mencapai 50.000 ton, tahun 1980 menjadi 180.000 ton dan tahun 1987 mencapai 213.000 ton. Peningkatan produksi tersebut lebih disebabkan oleh peningkatan luas panen dari 100.000 ha pada tahun 1970, 240.000 ha pada tahun 1980, dan 300.000 ha pada tahun 1987, dengan hasil rata-rata masing-masing adalah 0,55 t/ha, 0,69 t/ha dan 0,70 t/ha. Daerah produksi utama kacang hijau di Indonesia adalah Jawa Timur (30% dari produksi nasional), Sulawesi Selatan (20%), Jawa Tengah (15%) dan Nusa Tenggara Barat (10%) (Brotonegoro *et al.*, 1986; Siemonsma dan Anwari 1988). Hasil kacang hijau diramalkan akan meningkat dengan laju yang sedikit lebih besar dari laju peningkatan luas panen. Luas panen kacang hijau diramalkan akan meningkat dengan 2,9%/tahun sampai tahun 1990, 1,7%/tahun sampai tahun 1995, dan 1,3%/tahun dari tahun 1996 - 2000. Hasil rata-rata diharapkan naik dari 0,7 t/ha pada tahun 1987 menjadi 0,9 t/ha untuk tahun 2000. Produksi total kacang hijau diramalkan naik dari 213.000 ton di tahun 1987 menjadi 333.000 ton di tahun 2000. Sementara itu permintaan kacang hijau juga akan meningkat dari 200.000 ton pada tahun 1987 menjadi 300.000 ton di tahun 2000 (Tabor *et al.*, 1987). Hal ini merupakan tantangan bagi pemulia kacang hijau untuk menghasilkan varietas yang hasilnya tinggi dan stabil di berbagai lingkungan produksi. Varietas yang ideal ialah varietas yang memiliki potensi hasil maksimum di lingkungan paling produktif dan memiliki stabilitas maksimum (Finlay dan Wilkinson, 1963).

POTENSI KACANG HIJAU

Kacang hijau merupakan tanaman kacang-kacangan yang tenggang terhadap kekeringan dan berumur genjah (55 - 60 hari). Oleh karenanya sangat cocok dikembangkan di lahan kering dengan iklim kering. Pengembangan kacang hijau di daerah baru dengan agroklimat seperti itu juga cerah. Hal ini disebabkan karena: (i) penanaman kacang hijau tidak memerlukan inokulasi rhizobium, (ii) hasil kacang hijau dapat langsung digunakan atau dijual, (iii) kacang hijau dapat ditanam

¹⁾Staf Peneliti Pemuliaan Kacang-kacangan Balittan Malang.

²⁾Staf Peneliti Pemuliaan Kacang-kacangan Balittan Bogor.

dengan cara budidaya yang sederhana, (iv) kurang disukai hama jika dibandingkan dengan kedelai, benih tahan disimpan lama, dan (vi) tersedia pasar lokal.

Sejak tahun 1987 Pemerintah Indonesia mencanangkan program Supra Insus kacang hijau di lahan sawah beririgasi teknis, yang tujuan utamanya adalah meningkatkan pendapatan petani sawah sehingga mencapai 2,4 juta rupiah/tahun/ha. Program ini akan ditingkatkan dari 200.000 ha pada tahun 1987 menjadi 400.000 ha pada tahun 1989. Penanaman kacang hijau di sawah sesudah padi umumnya dilaksanakan pada akhir musim kemarau pada polatanam setahun padi - padi - kacang-kacangan. Sebagai tanaman ketiga kacang hijau sangat menguntungkan karena kurang memerlukan air irigasi.

KELEMAHAN KACANG HIJAU

Kelemahan atau kekurangan pada tanaman kacang hijau adalah hasilnya yang tidak stabil, disebabkan oleh tingkat kemampuan tanaman yang belum memadai dalam mengatasi cekaman lingkungan fisik terutama kelebihan air dan naungan, dan cekaman lingkungan hayati terutama kompetisi dengan gulma, serangan hama trips, penyakit embun tepung, kudis, *Rhizoctonia*, dan virus. Kurang tanggap terhadap pemupukan juga sering dianggap sebagai salah unsur yang menyebabkan hasilnya tidak stabil.

TUJUAN PEMULIAAN KACANG HIJAU

Perbaikan genetik kacang hijau yang hanya ditujukan untuk peningkatan potensi hasil tinggi (1,5 t/ha) saja dipandang belum memadai. Gatra lain yang mendukung stabilitas hasil juga perlu mendapatkan perhatian yang seksama adalah sebagai berikut.

1. Perbaikan daya adaptasi kacang hijau yang memerlukan masukan (input) rendah.

Budidaya kacang hijau di sawah sesudah padi umumnya tanpa pengolahan tanah, ditanam secara sebar, tanpa atau dipupuk dengan takaran rendah, dan gulma berdaun sempit sukar diatasi. Seleksi kacang hijau untuk adaptasi khusus di lingkungan seperti ini perlu dilakukan.

2. Ketanggangan terhadap tanah masam dan tanah bergambut.

Tanah masam dan tanah bergambut di Indonesia masih sangat luas dan tergolong lahan berpotensi tinggi dengan risiko tinggi pula. Penyaringan genotipe

kacang hijau yang beradaptasi khusus lahan perlu dilakukan, dan hasilnya akan sangat mendukung pengembangan daerah tersebut.

3. Ketenggangan terhadap kekeringan.

Meskipun kacang hijau tergolong tanaman yang tenggang terhadap kekeringan, tetapi toleransinya masih dapat ditingkatkan. Adanya varietas kacang hijau yang tenggang terhadap kekeringan merupakan komponen penting untuk menekan risiko kegagalan panen akibat perubahan iklim yang sukar diramalkan.

4. Ketenggangan terhadap hama trips dan lalat bibit.

Trips dan lalat bibit tergolong hama penting pada kacang hijau kehilangan hasilnya dapat mencapai 100% jika serangannya berat pada stadia vegetatif.

5. Ketenggangan terhadap penyakit embun tepung.

Penyakit embun tepung banyak menyerang kacang hijau yang ditanam pada musim kemarau. Kehilangan hasil kacang hijau karena serangan penyakit embun tepung sekitar 30%. Ketahanan varietas kacang hijau terhadap penyakit embun tepung masih dapat ditingkatkan.

6. Ketenggangan terhadap penyakit bercak daun.

Penyakit bercak daun sangat dominan pada pertanaman kacang hijau yang ditanam pada akhir musim hujan. Kehilangan hasil karena serangan penyakit ini berkisar antara 70 - 80%. Ketahanan varietas kacang hijau terhadap penyakit bercak daun masih dapat ditingkatkan.

7. Ketenggangan terhadap penyakit kudis.

Penyakit kudis banyak menyerang kacang hijau di Jawa Barat. Tanaman kacang hijau yang terserang oleh penyakit ini sering tidak mendapatkan hasil sama sekali. Semua varietas unggul yang dianjurkan masih mudah terserang oleh penyakit kudis.

Beberapa alasan tentang perlunya varietas unggul yang stabil dapat dikemukakan sebagai berikut.

1. Varietas yang berumur genjah merupakan pendekatan yang logis untuk memanfaatkan ketersediaan air di lingkungan yang periode basahnya singkat, dan untuk meningkatkan intensitas panen.
2. Varietas yang tenggang atau tahan terhadap gangguan jasad pengganggu merupakan komponen penting dalam pengendalian hama secara terpadu dan mudah diadopsi petani karena tidak memerlukan tambahan biaya.

3. Varietas yang efisien dan responsif terhadap (pupuk) merupakan komponen penting untuk menekan biaya produksi dan meningkatkan nilai tambah.
4. Varietas yang tangguh terhadap kekeringan atau efisien dalam memanfaatkan air, dan tangguh terhadap serangan hama dan penyakit merupakan komponen penting bagi stabilitas hasil kacang hijau.

Disadari bahwa untuk mendapatkan varietas kacang hijau dengan hasil tinggi dan tangguh terhadap cekaman lingkungan fisik dan hayati dan stabil adalah tidak mudah dan terkesan ambisius. Tetapi dengan kemajuan pengetahuan dan teknologi diikuti dengan ikhtiar yang keras, maka usaha memusatkan gen-gen unggul dalam suatu populasi tanaman bukan sesuatu yang tidak mungkin.

HASIL PENELITIAN

Varietas Unggul

Tiga belas varietas unggul kacang hijau telah dilepas sejak tahun 1954 (Tabel 1). Sebagian varietas yang dilepas berasal dari seleksi galur varietas yang

Tabel 1. Varietas unggul kacang hijau yang telah dilepas di Indonesia.

Varietas	Asal	Dilepas tahun	Umur (hari)	Hasil (t/ha)	Keunggulan (tahan)
1. Arta Ijo	L. Madura	1954	75 - 99	0,9	-
2. Siwalik	L. Jenepono	1954	75 - 80	0,9	-
3. Bhakti	Srilanka	1965	58 - 66	1,4	-
4. No. 129	Filipina	1979	60 - 65	1,6	Penyakit kudis
5. Betet	MB 129 x Siwalik	1982	58 - 60	1,5	Lalat bibit
6. Nuri	India	1982	60 - 68	1,6	Bercak daun
7. Manyar	Taiwan	1982	60 - 65	1,5	Bercak daun
8. Merak	K/VB1-s-sm-0	1983	95 - 100	1,5	Layu dan aflatoxin
9. Walet	Taiwan	1985	50 - 58	1,6	Bercak daun
10. Gelatik	Taiwan	1985	50 - 58	1,5	Bercak daun
11. Parkit	Persilangan	1988	55 - 58	1,5	Embun tepung
12. Merpati		1991	55 - 58	1,4	Embun tepung Bercak daun
13. Camar		1991	58 - 60	1,5	-

Sumber: Puslitbangtan (1991).

didatangkan dari India, Srilanka, Filipina, Taiwan dan seleksi galur varietas lokal. Hanya dua varietas yang dipilih sebagai hasil persilangan, yaitu Betet dan Parkit. Varietas Merak tergolong varietas kacang hijau berumur dalam (95 - 100 hari), varietas Arta Ijo dan Siwalik tergolong varietas dengan umur sedang (75 - 90 hari), dan varietas lainnya tergolong genjah (58 - 68 hari). Varietas-varietas yang dilepas setelah tahun 1981 umumnya berumur genjah dan dapat dipanen satu kali. Varietas yang berumur genjah umumnya memberikan hasil tinggi dan beberapa di antaranya tenggang terhadap penyakit embun tepung dan bercak daun. Usaha mendapatkan varietas yang tahan terhadap penyakit embun tepung dan bercak daun perlu terus-menerus dilakukan. Sekitar 45% dari luas tanam kacang hijau sudah menggunakan varietas unggul (Sumarno *et al.*, 1988).

Penilaian dan Pemanfaatan Plasma Nutfah

Koleksi kacang hijau di Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang sampai tahun 1988 tercatat dan terawat dengan baik sebanyak 930 varietas yang terdiri dari 217 varietas lokal, 160 galur hasil seleksi balai-balai di lingkup Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 314 varietas asal mancanegara, dan 239 galur hasil seleksi di Balittan Malang. Varietas asal mancanegara terutama berasal dari AVRDC (Taiwan), sedangkan varietas lokal terutama dari Madura, yaitu sebanyak 90 varietas. Luas panen kacang hijau di Madura rata-rata 35.000 ha setiap tahunnya (50% dari total luas panen di Jawa Timur atau 15% dari produksi nasional). Oleh karena itu perlu perhatian seksama dalam eksplorasi plasma nutfah. Penilaian terhadap sifat-sifat kualitatif kacang hijau varietas lokal disimpulkan bahwa populasi varietas lokal sangat heterogen. Hal ini dapat terjadi karena persilangan alami, yaitu sekitar 5%, dan pencampuran di antara varietas selama proses produksi. Varietas lokal Madura umumnya umur berbunganya dalam, bercabang banyak, dan lebih tinggi dibandingkan kelompok varietas lainnya (Siemonsma, 1985; Siemonsma dan Anwari, 1988).

Penilaian terhadap koleksi plasma nutfah di lingkungan tumpangsari dengan jagung Madura menunjukkan bahwa kelompok varietas selain varietas lokal asal Madura kurang mampu berkompetisi dengan jagung. Hal itu disebabkan karena karena umur berbunganya yang genjah sehingga kurang menunjang pertumbuhan vegetatif. Sebaliknya varietas lokal asal Madura memiliki potensi besar untuk beradaptasi khusus di lingkungan tumpangsari. Kelompok varietas lokal Madura memiliki umur berbunga yang dalam, bercabang banyak dan tinggi serta beragam, sehingga memungkinkan dilakukan seleksi galur untuk mendapatkan varietas kacang hijau yang cocok untuk tumpangsari. Seleksi galur terhadap varietas Lokal Madura telah berhasil mendapatkan galur MLG 431 yang dinilai cocok untuk ditanam secara tumpangsari (Van den Bosch *et. al.*, 1985).

Perawatan Plasma Nutfah

Koleksi plasma nutfah kacang hijau merupakan sumber genetik atau bank sifat yang sangat penting bagi program pemuliaan. Koleksi plasma nutfah yang terdiri dari varietas liar, varietas kuno, varietas asal mancanegara, varietas baru, galur-galur homosigot yang tidak/belum dilepas yang terawat dan teridentifikasi dengan baik dapat dipandang sebagai varietas cadangan yang memiliki arti strategis yang sewaktu-waktu dapat digunakan bila terjadi musibah karena sesuatu hal seperti terjadinya kerapuhan genetik ketahanan terhadap hama atau penyakit penting, padahal varietas baru belum terbentuk. Oleh karenanya perawatan varietas di dalam koleksi plasma nutfah memiliki arti yang sangat penting. Perawatan plasma nutfah dalam arti luas mencakup kegiatan inventarisasi dan dokumentasi, peremajaan, penyimpanan benih jangka panjang di ruang dingin, dan pemantauan daya hidup benih di ruang penyimpanan. Kegiatan tersebut dilaksanakan sesuai dengan panduan dari Lembaga Internasional untuk Sumberdaya Genetik Tanaman (International Board for Plant Genetic Resources). Balai Penelitian Tanaman Malang memiliki fasilitas penyimpanan benih jangka panjang, jangka menengah, dan jangka pendek masing-masing satu unit.

Pada penyaringan genotipe kacang hijau sebanyak 560 varietas diperoleh tiga varietas yang tahan terhadap penyakit embun tepung, yaitu MLG 234, MLG 254, dan MLG 256 (Kasno dan Suprayitno, 1989). Genotipe-genotipe kacang hijau asal mancanegara yang tahan terhadap penyakit embun tepung dan bercak daun, tertera pada Tabel 2. Genotipe kacang hijau yang berdaya hasil tinggi disajikan pada Tabel 3, dan genotipe yang unggul di 14 lingkungan pengujian disajikan pada Tabel 4.

Galur-galur tersebut merupakan sumber gen-gen yang tahan terhadap penyakit embun tepung, bercak daun dan potensi hasil tinggi yang akan digabungkan melalui program persilangan untuk mendapatkan varietas yang memiliki sumbangan genetik baru yang diinginkan.

Tabel 2. Genotipe kacang hijau asal mancanegara yang tahan dan tenggang terhadap penyakit embun tepung dan bercak daun.

Genotipe	Ketahanan terhadap penyakit	
	Embun tepung	Bercak daun
VC 2750	Tahan	Tahan
VC 2754 A	Tenggang	Tahan
VC 2768 A	Tenggang	Tahan
VC 2771	Tahan	Tenggang
VC 2892 A	Tahan	Tenggang
VC 3012 A	Tahan	Tahan
VC 3301 A	Tahan	Tahan

Tabel 3. Genotipe kacang hijau berdaya hasil tinggi.

Genotipe	Hasil (t/ha)
MLG 186	2,23
MLG 123	2,11
MLG 129	1,96
Parkit	1,52
BNT 0,01	0,43

Sumber: Mejana dan Kasno (1989).

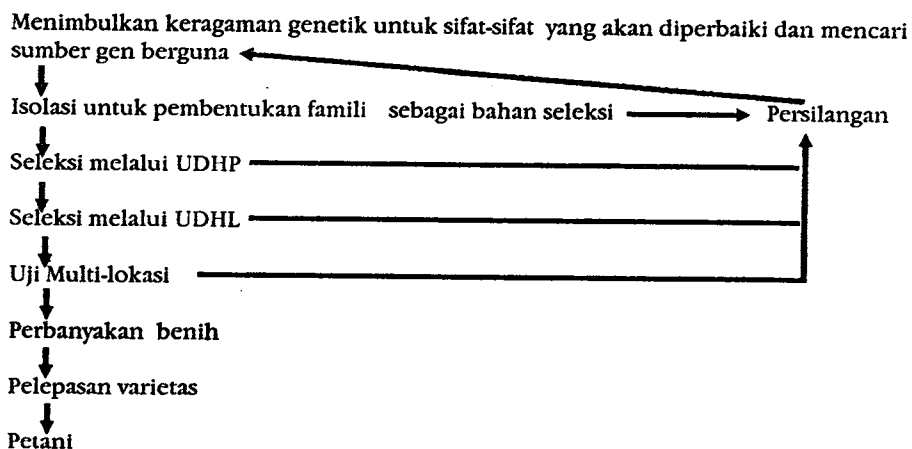
Tabel 4. Genotipe-genotipe yang hasilnya konsisten di 14 lingkungan dan hasilnya setaraf dengan varietas Parkit.

Genotipe	Hasil (t/ha)
MLG 944 (VC 3300 A)	1,3 a
MLG 78	1,3 a
MLG 948 (VC 3738 A)	1,2 a
MLG 588 (Lokal Madura)	1,2 a
Parkit	1,3 a

Sumber: Kasno *et al* (1988); Kasno (1989).

PROSEDUR PEMULIAAN KACANG HIJAU

Prosedur perbaikan tanaman kacang hijau secara sederhana adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Prosedur Pemuliaan Tanaman

Pembentukan populasi dasar perlu memperhatikan; keragaman genetik yang luas untuk sifat-sifat yang diperbaiki. Populasi dasar yang beragam dapat ditimbulkan dengan cara koleksi varietas liar, lokal, introduksi, dan persilangan.

Isolasi adalah kegiatan memisah-misahkan populasi dasar ke dalam famili-famili yang memiliki ciri atau karakter yang diinginkan untuk digunakan sebagai satuan seleksi. Di dalam isolasi perlu memperhatikan keragaman genetik antar famili yang harus lebih besar dari keragaman genetik di dalam famili, dan ukuran famili harus cukup besar (Allard, 1960; Bari *et al.*, 1974).

Seleksi merupakan pekerjaan yang paling sulit, keberhasilan dan kegagalan program pemuliaan tanaman bergantung pada kemampuan pemulia tanaman untuk memisahkan genotipe-genotipe unggul di dalam kegiatan seleksi (Musa, 1976). Untuk memperkecil kekeliruan seleksi berdasarkan wujud luar (fenotipe) tanaman maka perlu memperhatikan; (i) korelasi genotipe dan fenotipe antar sifat, (ii) lingkungan yang cocok untuk seleksi sifat yang diinginkan, (iii) ciri genetik sifat yang diseleksi (monogenik, oligogenik, atau poligenik), (iv) cara seleksinya (langsung atau tidak langsung), dan (v) keragaman genetik (Falconer, 1950; Frey, 1964; Vela-Cardenas dan Frey, 1972). Sesuatu sifat kuantitatif yang memiliki ragam genetik aditif yang tinggi akan berhasil diperbaiki dengan menggunakan metode seleksi apa saja. Jika ragam genetik bukan aditif yang lebih berperan terhadap sesuatu sifat, maka seleksi berulang harus diterapkan untuk perbaikan sifat yang bersangkutan (Falconer, 1972). Seleksi galur dapat diterapkan jika keragaman genetik di dalam famili lebih besar dari keragaman genetik antar famili. Seleksi curah (*bulk*) umumnya diterapkan pada tanaman yang memiliki faktor pengganda biji yang rendah, dan seleksi massa biasa digunakan untuk memperbaiki bentuk dan rupa umum suatu varietas (Bari *et al.*, 1974).

Uji daya hasil perlu dilakukan di berbagai tempat. Penilaian galur disini perlu memperhatikan besarnya interaksi genotipe dan lingkungan untuk menghindari kehilangan genotipe-genotipe unggul di dalam kegiatan seleksi (Baihaki *et al.*, 1976). Seleksi untuk stabilisasi dapat dilakukan pada tahap ini (Eberhart dan Russell, 1966; Wood *et al.*, 1981). Kegiatan ini diulangi sampai diperoleh calon varietas dengan sifat-sifat yang diinginkan.

Perbanyakkan benih penjenis untuk calon varietas diperlukan sebagai persediaan benih untuk dibagikan kepada pengguna jika varietas tersebut akan dilepas, dan untuk sumber perbanyakkan benih dasar. Perbanyakkan benih untuk varietas anjuran juga diperlukan untuk mempertahankan kemurnian genetik varietas yang bersangkutan. dan digunakan sebagai rujukan jika ditemukan kelainan pada varietas tersebut di dalam penggunaannya.

STRATEGI PEMULIAAN KACANG HIJAU

Strategi pemuliaan tanaman kacang hijau untuk mendapatkan varietas unggul baru dilakukan dengan cara: (i) introduksi dan seleksi sebagai usaha pemuliaan tanaman jangka pendek (3 tahun), dan (ii) persilangan dan seleksi sebagai usaha pemuliaan jangka panjang (5 tahun).

Introduksi dan Seleksi

Mendatangkan varietas atau galur-galur kacang hijau generasi lanjut dari mancanegara memiliki keuntungan rangkap, yaitu untuk menjalin kerjasama penelitian dan mendapatkan bahan seleksi yang dapat dilepas sebagai varietas unggul baru setelah mendapatkan penilaian melalui uji daya hasil dan uji multilokasi atau digunakan sebagai sumber gen yang diperlukan dalam program persilangan. Mendatangkan varietas atau galur generasi lanjut tidak lain adalah mendatangkan gen-gen baru yang akan memperbesar keragaman bahan genetik dalam koleksi plasmanutjah. Sembilan dari tigabelas varietas yang dilepas berasal dari mancanegara (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa introduksi varietas kacang hijau dari mancanegara memiliki peranan penting di dalam usaha pemuliaan kacang hijau di Indonesia. Menurut Sumarno *et al.*, (1988) pemuliaan kacang hijau di Indonesia telah dilakukan sejak tahun 1935. Telah banyak varietas yang didatangkan dari mancanegara, tetapi tidak semuanya dapat dilepas sebagai varietas unggul. Dalam mendatangkan varietas atau galur generasi lanjut dari mancanegara perlu menghindari terbawanya penyakit yang tidak diharapkan. Di sini lembaga karantina tumbuhan memegang peranan penting untuk menangkal bahaya tersebut. Uji kesehatan benih dengan teknik ELISA untuk virus, dan deteksi dini terhadap patogen tular biji seperti jamur dan bakteri di rumah kaca, merupakan langkah awal untuk menghindari terjadinya penyusupan patogen yang berbahaya dari mancanegara melalui biji. Seleksi massa positif (memilih sejumlah tanaman terbaik) atau negatif (membuang individu-individu yang menyimpang) sering digunakan untuk memperbaiki bentuk dan rupa umum dari varietas sehingga lebih baik dan seragam, Seleksi massa dapat diulangi jika sifat yang diperbaiki belum seragam.

Pada varietas atau galur yang beragam dapat dilakukan seleksi galur murni. Seleksi galur murni dilakukan dengan menanam individu-individu terbaik secara terpisah. Sekelompok tanaman yang berasal dari satu tanaman disebut dengan galur murni. Dalam satu varietas asal dapat dibentuk banyak galur murni. Pada penanaman generasi berikutnya galur-galur yang memiliki bentuk dan rupa umum yang sama dapat digabung. Pembuatan galur murni pada umumnya cukup dilakukan satu generasi seleksi, karena varietas atau galur generasi lanjut umumnya sudah homozigot. Kecuali bila sifat-sifat yang diperbaiki masih tampak beragam, seleksi dapat diulang pada generasi kedua, dan generasi-generasi selanjutnya.

PEMBENTUKAN DAN PENGELOLAAN POPULASI BERSEGRESI

Pembentukan populasi bersegregasi dilakukan melalui persilangan. Meskipun persilangan buatan dianggap sebagai cara yang konvensional, tetapi sebagian besar varietas kacang hijau yang dilepas oleh suatu negara berasal dari program ini. Tujuan persilangan adalah untuk mendapatkan gabungan dari gen-gen terbaik yang berasal dari tetuanya.

Pembentukan populasi bersegregasi melalui persilangan dapat dikelompokkan dalam empat tahap, yaitu:

1. Perencanaan,
2. Pelaksanaan persilangan,
3. Pembentukan famili sebagai unit seleksi (penggaluran), dan
4. Pemilihan (Seleksi)

1. Perencanaan

Pemilihan tetua dan merumuskan tujuan persilangan merupakan pekerjaan yang sulit. Tujuan persilangan yang jelas perlu ditopang oleh tersedianya sumber-sumber gen yang memadai, bentuk persilangan, dan cara seleksinya. Bentuk persilangan dipilih berdasarkan dari ciri dan latar belakang genetik dari sumber genetik (tetua sebagai bahan persilangan). Sumber genetik dapat dibedakan ke dalam dua kelompok, yaitu (i) sumber genetik yang telah diketahui ciri-ciri dan latar belakang genetiknya, dan (ii) sumber genetik yang belum diketahui ciri dan latar belakang genetiknya.

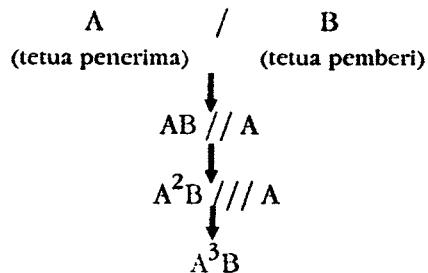
Pendayagunaan bahan genetik yang telah diketahui ciri dan latar belakang genetiknya dapat menggunakan bentuk persilangan berikut.

a. Persilangan dialil

Persilangan dialil adalah persilangan antara dua galur murni (persilangan tunggal) dari semua kombinasi persilangan yang mungkin dapat dibuat. Jika terdapat sejumlah p galur murni akan diperoleh tiga kelompok populasi yang berbeda, yaitu: (i) p galur murninya sendiri, (ii) F1 dari $1/2 p (p - 1)$ dan (iii) kebalikan -F1 [$1/2 p (p - 1)$]. Tanpa kebalikan F1 dan p galur murni tetuanya, dari p tetua galur murni (misal $p = 10$) akan diperoleh 45 kombinasi persilangan. Menurut Jensen (1970), tujuan persilangan dialil adalah: (i) memperbesar keragaman genetik, (ii) memperhatikan adanya daya gabung (umum dan khusus), dan (iii) memecahkan blok-blok kaitan (*linkage*).

b. Persilangan tiga arah

Persilangan tiga arah (*three way cross*) yang paling terkenal adalah persilangan antara F1 dengan salah satu tetuanya. Persilangan ini lebih dikenal dengan silang-balik (*back cross*). Persilangan tiga arah sering digunakan untuk mengembalikan bentuk dan rupa umum dari salah satu tetuanya. Dengan kata lain memperoleh sifat baik dari tetua pemberi tanpa kehilangan sifat-sifat baik pada tetua penerimanya. Penyisipan gen-gen ketahanan penyakit pada varietas unggul umumnya menggunakan persilangan tiga arah. Dalam hal ini tetua betina yang hanya memiliki satu kekurangan ditetapkan sebagai tetua penerima (*recurent parent*) dan tetua jantan yang hanya memiliki satu keunggulan untuk sifat tertentu digunakan sebagai tetua pemberi (*donor parent*). Sebagai contoh adalah persilangan antara varietas A yang berdaya hasil tinggi, berumur genjah dan beradaptasi luas tetapi sangat peka terhadap penyakit bercak daun dengan varietas B yang hanya tahan terhadap penyakit bercak daun saja:

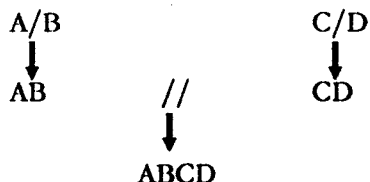


Silang-balik terhadap tetua penerima dilakukan beberapa kali sampai diperoleh keturunan yang memiliki bentuk dan rupa umum mirip dengan tetua penerima tetapi memiliki sifat baik dari tetua pemberinya.

c. Silang ganda

Persilangan ganda adalah persilangan di antara keturunan pertama (F1) hasil silang tunggal dari dua pasangan tetua yang berbeda. Silang tunggal adalah persilangan antara dua galur murni. Persilangan ganda bertujuan untuk memperbaiki dua sifat sekaligus.

Contoh:



Pendayagunaan bahan genetik yang belum diketahui ciri-ciri dan latar belakang genetiknya, dapat dilakukan dengan membuat persilangan majemuk. Persilangan majemuk ditujukan untuk memusatkan gen-gen ke dalam satu varietas (piramidisasi gen) dan membentuk populasi dinamik yang terdiri dari banyak tetua yang berbeda latar belakang genetiknya. Persilangan majemuk memberikan beberapa keuntungan: (i) memperbesar rekombinasi gen-gen, (ii) menyediakan bahan genetik yang diperlukan untuk perbaikan sifat-sifat penting secara serentak dan berkelanjutan, dan (iii) menghasilkan varietas galur murni dan varietas komposit secara berkesinambungan. Populasi dasar yang beragam yang telah dibentuk melalui persilangan majemuk selanjutnya diperbaiki (*population improvement*) melalui persilangan dan seleksi berulang (*recurrent selection*). Seleksi berulang umumnya dilaksanakan pada tanaman berserbuk silang seperti jagung. Seleksi berulang pada kedelai dikenalkan oleh Hanson *et al.* (1967). Penerapan seleksi berulang pada tanaman berserbuk sendiri mengalami kesulitan dalam hal membuat persilangan yang demikian banyak. Sumarno (1985) menunjukkan bahwa persilangan di antara F1 diperlukan sedikitnya 100 biji hibrida, persilangan di antara F[']1 memerlukan 400 biji hibrida dan persilangan di antara F[']'1 memerlukan 1000 biji hibrida. Untuk mengatasi kesulitan tersebut Compton (1968) menyarankan suatu cara yang didasarkan atas penurunan biji tunggal (*single seed descent*) langsung dari generasi pertama hasil persilangan. Keberhasilan setiap persilangan diharapkan dapat dijamin, dan besarnya populasi efektif cukup 20 tanaman. Pada akhir siklus dipilih 20 genotipe, selanjutnya dibuat persilangan di antara genotipe tersebut untuk membentuk siklus baru. Dengan persilangan dialil satu arah dapat diperoleh 190 tanaman F1 [$20 / 2 (20 - 1)$] yang diteruskan dengan penggaluran (190) untuk diuji dalam rangka pemilihan galur sebagai tetua persilangan yang diperlukan untuk membentuk siklus berikutnya. Dengan tiga kali silang dalam, pengujian dilakukan pada F5 sebagai akhir dari siklus I untuk memulai siklus yang lain. Hasil pengujian pada tiap akhir siklus juga memberikan bahan untuk memulai dengan prosedur seleksi yang biasa dilakukan pada tanaman berserbuk sendiri. Pengujian pada F5, dan seleksi untuk mendapatkan galur homosigot dapat dilakukan pada F6 seperti pada metode seleksi *bulk*. Seleksi terhadap hasil pada F6 dapat dilakukan dengan leluasa, karena fiksasi gen untuk hasil telah mantap sejak generasi F4 (Somaatmadja, 1985). Memilih 20 - 30 genotipe sudah dapat mengatasi pengaruh jelek dari penghanyutan genetik (*genetic drift*) (Baker, 1968). Menurut Somaatmadja (1985) seleksi berulang untuk tanaman berserbuk sendiri memiliki tiga keuntungan, yaitu (i) adanya perbaikan pada populasi dasar, (ii) mempertahankan populasi tersebut dalam waktu lama, dan (iii) setiap siklus dapat menghasilkan galur-galur harapan atau varietas komposit. Persilangan majemuk dan cara seleksi berulang disajikan pada Gambar 2.

2. Pelaksanaan Persilangan:

Secara alami persilangan mencakup dua kegiatan penting yaitu persarian dan pembuahan. Persarian adalah persatuan antara tepung sari (jantan) dengan kepala putik (betina), dan pembuahan adalah persatuan antara sperma dan sel telur sebagai hasil pembelahan meiosis dari organ generatif sehingga terbentuk bakal buah sebagai calon individu baru.

Persilangan alami terjadi secara acak. Pada persilangan buatan, manusia hanya membantu kegiatan persarian secara terarah, yaitu mempertemukan tepung sari dengan kepala putik pada pasangan-pasangan yang dikehendaki.

Persarian mencakup dua kegiatan, yaitu membersihkan tepungsari pada bunga betina yang dikenal dengan sebutan emaskulasi, dan pengambilan tepungsari dari tetua jantan yang selanjutnya menempelkannya pada kepala putik pada bunga yang telah diemaskulasi (persarian).

Pada kegiatan persilangan ini perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut.

1. Periode berbunga dari tetua jantan dan betina harus bersamaan.

Jika periode berbunga pada kedua tetua tersebut tidak bersamaan, maka perlu pengaturan waktu tanam sedemikian rupa sehingga diperoleh periode berbunga yang bersamaan pada pasangan tetua yang diinginkan. Periode berbunga tanaman kacang hijau berkisar antara 28 - 35 hari tergantung pada varietas.

2. Waktu emaskulasi dan waktu persarian, berhubungan erat dengan masaknya organ generatif. Emaskulasi dapat dilakukan pada sore atau malam hari. Persarian dapat dilakukan setelah emaskulasi, terutama jika emaskulasinya dilakukan pada malam hari. Persarian pada kacang hijau terjadi pada dini hari sesaat sebelum bunga mekar dan tangkai sari akan layu pada sekitar pukul 09.00 - 12.00 (Bhandari, 1979). Dengan alasan praktis, emaskulasi dilakukan pada sore hari dan persarian pada pagi hari keesokan harinya.

Cara emaskulasi

- a. Pilih kuncup bunga yang panjangnya sekitar 7 mm dan akan mekar pada besok paginya untuk diemaskulasi;
- b. Buang mahkota bunga dengan pinset yang runcing sedemikian rupa sehingga yang tampak hanya kepala putik yang dikelilingi dengan 8 tangkai sari;
- c. Buang semua tangkai sari dengan menggunakan pinset yang sama;

- d. Jika diperlukan, amati bunga yang telah dikastrasi dengan menggunakan kaca pembesar (lop) untuk meyakinkan bahwa semua tangkai sari telah terbangun;
- e. Tutup bunga yang telah diemaskulasi dengan kantung kertas minyak yang telah berlabel untuk menghindari terjadinya persilangan alami sebelum persarian buatan dilaksanakan; dan
- f. Buang bunga lain yang tidak diemaskulasi pada cabang dan kluster yang bersangkutan.

Cara persarian

- a. Kumpulkan kepala sari (antera) yang telah masak dari dari tetua jantan yang dikehendaki pada malam hari sekitar pukul 21.00 atau keesokan harinya;
 - b. Lakukan persarian dengan menggunakan kuas kecil dengan cara mencelupkan kuas pada wadah yang berisi tepung sari, kemudian oleskan pada kepala putik dari bunga yang telah diemaskulasi, dan amati dengan kaca pembesar untuk meyakinkan bahwa tepung sari telah menempel pada kepala putik. Persarian dapat dilakukan pada pagi hari dari pukul 07.00 sampai 09.00 siang;
 - c. Tutup bunga yang telah disilangkan dengan kantung kertas minyak yang transparan dan berlabel untuk melindungi bunga dari gangguan hama atau penyakit, dan dipertahankan sampai panen.
3. Bunga-bunga yang telah disilangkan diberi tanda dengan benang yang diikatkan pada tangkai bunga. Jika persilangan berhasil, maka pada hari kelima setelah persarian akan muncul polong. Label yang berisikan keterangan tentang pasangan dan tanggal mulai persilangan dapat dibuat dari patok atau plastik yang ditancapkan atau ditempelkan pada plastik.
 4. Media Tumbuh, umumnya tetua persilangan ditanam dalam pot yang berisi massa tanah seberat sekitar 5 kg. Massa tanah berupa campuran tanah, pupuk organik, dan pasir dengan perbandingan 1: 1: 1, dicampur rata. Sterilisasi dilakukan dengan penyemprotkan formalin 40% ke dalam pot.
 5. Gen penanda
Gen penanda berguna untuk memberikan kepastian bahwa biji F1 atau F2 yang dihasilkan adalah hasil dari persilangan buatan. Gen penanda yang baik adalah gen tunggal resesif yang ekspresi fenotipiknya jelas, seperti warna bunga, warna

```

graph TD
    A["A/B  
↓  
AB"] -- " //" --> F1_1["F1  
ABCD"]
    C["C/D  
↓  
CD"] -- " //" --> F1_1
    E["E/F  
↓  
EF"] -- " //" --> F1_2["F1  
EFGH"]
    G["G/H  
↓  
GH"] -- " //" --> F1_2
    F1_1 -- " //" --> P0["F1  
ABCDEFGH  
Populasi Dasar (P0)"]
    F1_2 -- " //" --> P0
    P0 --> F2_1["F2  
↓  
F2  
↓  
Penggalaan"]
    P0 --> F2_2["F2  
↓  
UDHL  
↓  
UDHL  
↓  
Uji Multilokasi  
↓  
Varietas galur murni"]
    F2_1 --> F3["F3 g1 g2 g3 g4 g5 g6 g7 g8 g9.....gn"]
    F2_2 --> F3
    F3 --> SD["Silang Dalam"]
    SD --> F5["F5 g1 g2 g3 g4 g5 g6 g7 g8 g9.....gn  
(Uji Daya Hasil Pendahuluan dan pilih misal 20 galur galur terbaik)"]
    F5 --> P1["Membentuk Populasi Dasar (P1) dengan silang dialil satu arah di antara galur terpilih"]
    P1 --> UP["Ulangi Proses di atas"]
    UP --> UDHLP2["Uji Daya Hasil Galur F5  
↓  
UDHL untuk galur terpilih dan atau Bentuk P2"]
    UDHLP2 --> UM["Uji Multilokasi  
↓  
Varietas Komposit"]
    UDHLP2 --> P3["Penggalaan  
↓  
Pengujian-P3  
↓  
Varietas Komposit"]

```

3. Penggaluran

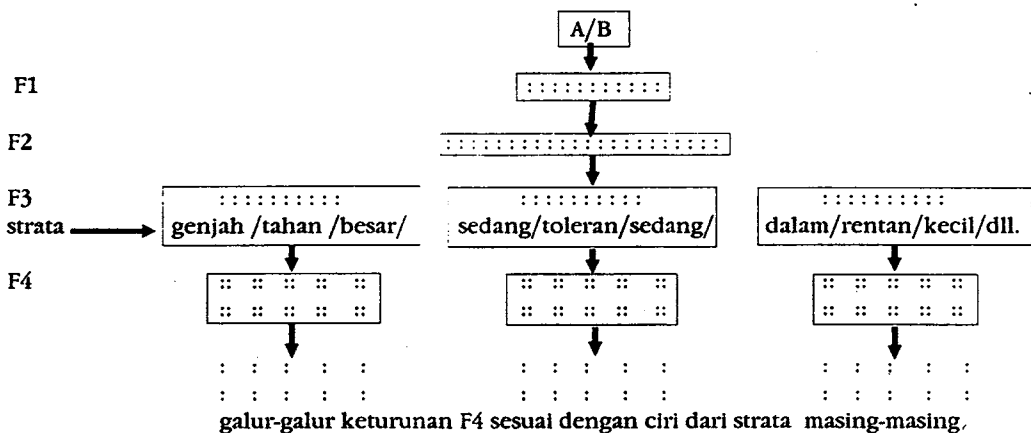
Kacang hijau adalah tanaman berserbuk sendiri yang bersifat diploid, oleh karena itu varietas kacang hijau dikembangkan dari galur murni yang bersifat homosigot-homogenous. Populasi hasil persilangan sampai dengan generasi keempat masih memisah/bersegregasi. Pada tanaman diploid, segregasi yang paling lengkap terjadi pada pada generasi ke dua (F₂). Segregasi yang lengkap adalah segregasi yang menghasilkan keturunan-keturunan atau zuriat-zuriat dengan berbagai kombinasi gen-gen yang mungkin. Hal ini ditandai oleh adanya keragaman genetik (aditif) yang terbesar dibandingkan dengan generasi sebelum dan sesudahnya. Dengan alasan ini maka skema seleksi silsilah (pedigri dimulai dari populasi tanaman F₂. Semua biji yang dihasilkan dari pasangan persilangan ditanam secara terpisah. Selanjutnya populasi tanaman yang berasal dari satu biji disebut dengan famili. Famili-famili tersebut selanjutnya diperbanyak sehingga setiap famili memiliki anggota sekitar 80 - 130 individu tanaman (populasi F₃). Uji famili-famili tersebut dan pilih famili terbaik. Disetiap famili terpilih dapat dilakukan penggaluran.

Galur-galur (F₄ tanaman, menghasilkan F₅ biji) ditanam, dan galur-galur yang mirip satu sama lain dapat dicampur. Selanjutnya galur-galur tersebut diperbanyak dan diamati. Pada F₇/F₈ sudah dapat dilakukan pengujian daya hasil pendahuluan (satu musim dan satu lokasi). Galur-galur yang diuji di sini biasanya jumlahnya cukup banyak (ribuan), dan pilih yang terbaik. Galur-galur terbaik diteruskan pada uji daya hasil lanjut, ditanam dalam satu musim di beberapa lokasi (tergantung dari persediaan benih). Galur-galur terpilih dari uji ini umumnya disebut dengan galur harapan. Galur-galur harapan dinilai keunggulannya di berbagai agroklimat. Jika ternyata baik, diusulkan dilepas sebagai varietas unggul baru. Penggaluran dengan skema seleksi silsilah dinilai kurang efisien karena: (i) banyak pekerjaan pencatatan dari galur, (ii) galur yang dihasilkan sangat banyak yang pengujiannya memerlukan banyak biaya, dan (iii) lamanya waktu yang diperlukan untuk menghasilkan varietas unggul tidak berbeda dengan penggaluran dengan skema seleksi yang lain yang lebih mudah (misalnya *bulk*).

Allard dan Bradshaw (1964) mengemukakan bahwa varietas yang stabil dan hasilnya tinggi akan memiliki adaptasi yang luas di berbagai agroklimat. Varietas yang beradaptasi luas umumnya bersifat homosigot-heterogenous. Populasi demikian akan memiliki penyangga individu yang tangguh, karena kelemahan dari suatu individu akan ditutupi oleh individu yang lain dalam keadaan tercekam oleh lingkungan yang merugikan. Cara budidaya yang beragam juga menyebabkan hasil suatu varietas tidak stabil. Kacang hijau di Indonesia umumnya ditanam petani dengan masukan rendah, ditanam di lahan marginal dalam satuan luas yang kecil. Dengan demikian adanya varietas unggul kacang hijau yang memberikan hasil tinggi dan stabil akan sangat membantu petani di dalam menekan risiko kegagalan panen

akibat cekaman lingkungan yang sukar diramalkan. Dengan alasan ini maka pembentukan famili sebagai unit seleksi dilaksanakan berdasarkan skema seleksi curah bestrata (*stratified bulk method*). Penggaluran dengan skema seleksi ini dilakukan terhadap populasi hasil persilangan tunggal atau persilangan majemuk. Galur homosigot hasil dari persilangan tunggal umumnya memiliki adaptasi khusus, dan varietas komposit hasil dari persilangan majemuk umumnya memiliki adaptasi yang luas. Skema seleksi curah berstrata tertera pada Gambar 3.

Dalam penggaluran ini lingkungan tumbuh harus dibuat sedemikian rupa sehingga sesuai dengan tujuan penggaluran. Lingkungan tumbuh untuk pertanaman F1 sampai F3 dibuat optimal, dan untuk mendapatkan galur yang tahan kering atau tahan terhadap penyakit embun tepung harus dibuat lingkungan yang sesuai dengan maksud tersebut.



Gambar 3. Skema seleksi curah berstrata

4. Seleksi

Seleksi adalah memilih galur-galur unggul dari sejumlah galur yang telah dihasilkan dari kegiatan penggaluran. Proporsi dari galur terpilih dari total semua galur disebut dengan intensitas seleksi. Misalnya jika dipilih 5 galur dari 100 galur, berarti seleksi dilaksanakan dengan intensitas 5%. Semakin banyak galur yang dihasilkan, maka semakin besar peluang untuk mendapatkan galur unggul. Seleksi semakin ketat jika galur yang akan dipilih jumlahnya sangat besar dan beragam. Jumlah galur yang banyak tetapi dengan tingkat keragaman yang rendah belum tentu berhasil mendapatkan galur unggul meskipun dipilih dengan ketat. Oleh

karena itu keberhasilan seleksi sangat tergantung pada keberhasilan program penggaluran. Allard (1960) memberikan suatu patokan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai batas seleksi yang dinyatakan dalam persamaan

$$\bar{X}_s = \bar{X}_u + k.\hat{S}_f$$

$\bar{X}_s$ = nilai rata-rata galur yang harus dipilih

$\bar{X}_u$ = nilai rata-rata dari semua galur

k = intensitas seleksi dalam satuan baku,

$\hat{S}_f$ = simpangan baku fenotipik dari sifat atau karakter yang digunakan untuk kriteria pemilihan.

Tabel 5. Hubungan antara intensitas seleksi dengan nilai k .

Intensitas seleksi (%)	Intensitas seleksi dalam satuan baku (k)
2	2,42
5	2,06
10	1,76
20	1,40
30	1,16

Sumber: Allard (1960).

Tabel 5 memperlihatkan hubungan antara intensitas seleksi dengan nilai k . Seleksi dilaksanakan melalui uji daya hasil. Seleksi melalui uji daya hasil dilakukan dalam tiga tahap yaitu; (i) seleksi melalui uji daya hasil pendahuluan, (ii) seleksi melalui uji daya hasil lanjut, dan (iii) seleksi melalui uji multilokasi.

a. Seleksi melalui uji daya hasil pendahuluan (UDHP)

Pada UDHP, jumlah galur yang dipilih sangat banyak, tetapi jumlah bijinya masih sedikit. Karena keterbatasan jumlah biji ini maka seleksi melalui UDHP seringkali hanya dilakukan pada satu tempat dalam satu musim. Seringkali pula pada UDHP ini dilaksanakan dengan petak berupa barisan tunggal, atau sebanyak-banyaknya 5 baris sepanjang 3 - 4 m dengan jarak 40 cm x 10 cm, dan satu biji/lubang.

Rancangan yang biasa digunakan adalah rancangan blok acak lengkap dengan sedikitnya dua ulangan. Rancangan berkisi (*lattice design*) juga dapat digunakan terutama untuk tanaman yang sangat responsif terhadap kesuburan tanah. Jika menggunakan rancangan acak kelompok akan diperoleh sidik ragam (Tabel 6).

Cara seleksi

1. Analisis data (hasil) sehingga diperoleh sidik ragam pada Tabel 6.
2. Hitung besaran ragam baku fenotipik (S^2_f) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S^2_f = M2/b$$

3. Nilai simpangan baku fenotipik diperoleh dari akar kuadrat besaran ragam genotipik.

$$\hat{S}_f = (\hat{S}^2_f)^{1/2}$$

4. Hitung nilai rata-rata umum semua galur (*grand mean*) ($\bar{X}_u$)
5. Tentukan nilai intensitas seleksi k berdasarkan Tabel 5 ($k = 2,06$ untuk intensitas seleksi 5%), selanjutnya kalikan dengan simpangan baku fenotipik.
6. Hitung nilai rata-rata terpilih dengan persamaan:

$$\bar{X}_s = \bar{X}_u + k.\hat{S}_f$$

7. Buat Tabel yang menyatakan hubungan antara galur dengan hasil, dan
8. Pilih galur-galur yang memiliki hasil sama atau melebihi nilai galur terpilih $\bar{X}_s$.

Tabel 6. Sidik ragam dari rancangan acak kelompok.

Sumber ragam	db	Kuadrat Tengah (KT)	Harapan KT
Blok	$(b - 1)$	M 1	-
Galur	$(g - 1)$	M2	$\sigma^2_e + \sigma^2_g$
Galat	$g(b - 1)$	M 3	σ^2_e

b. Seleksi melalui daya hasil lanjut (UDHL)

Pada tahap ini jumlah biji pada setiap galur sudah banyak sehingga pengujian daya hasil lanjut dapat dilaksanakan berdasarkan penilaian dari ukuran petak minimum (minimum plot basis). Ukuran petak minimum untuk pengujian hasil

pada kacang hijau adalah $8,0 \text{ m}^2$. Pemilihan galur-galur homosigot unggul lanjutan seyogyanya dilaksanakan dalam dua musim di beberapa lokasi, tergantung dari persediaan benih dan biaya. Kacang hijau umumnya ditanam pada musim kemarau (MK), yaitu MK I (Maret - Mei) dan MK II (Juli - September). Jika diuji dalam satu musim di beberapa lokasi, disarankan untuk dilaksanakan pada MK I. Galur-galur yang diuji biasanya tidak terlalu banyak, sehingga seleksinya akan lebih longgar. Uji daya hasil lanjut dalam sedikitnya dua musim di beberapa lokasi dimaksudkan untuk memperkecil tersingkirnya galur-galur unggul dalam seleksi akibat dari adanya interaksi genotipe dan lingkungan. Pada UDHL, satu kelompok galur homosigot (biasanya 15 - 30 galur) diuji dengan menggunakan rancangan yang sama, biasanya menggunakan rancangan acak kelompok dengan 3 - 4 ulangan. Galur-galur ditanam dalam petak seluas 14 m^2 (ukuran petak bersih untuk 8 m^2) dengan jarak tanam 40 cm antar baris, 10 cm di dalam baris, dan 2 biji/lubang) atau tujuh baris sepanjang 5 m, dan yang dipanen hanya lima barisan tengah.

Data hasil $g/8 \text{ m}^2$ dinyatakan dalam t/ha digunakan untuk kriteria penilaian.

Tabel 7. Bentuk ragam tergabung dari g galur yang diuji dalam m musim di l lokasi dengan rancangan acak kelompok, r ulangan.

Sumber ragam	d b	K T	H K T
g	$(g - 1)$	M1	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{gml} + rl\sigma^2_{gm} + rm\sigma^2_{gt} + rml\sigma^2_g$
$g \times m$	$(g - 1)(m - 1)$	M2	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{gmt} + rl\sigma^2_{gm}$
$g \times t$	$(g - 1)(t - 1)$	M3	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{gmt} + rm\sigma^2_{gt}$
$g \times m \times t$	$(g - 1)(m - 1)(t - 1)$	M4	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{gmt}$
Galat	(pengurangan)	M5	σ^2_e

Cara Seleksi

Data hasil dianalisis tergabung, akan diperoleh sidik ragam sebagai berikut.

Analisis:

- Jika hasil uji F disimpulkan bahwa galur tidak berbeda nyata satu dengan yang lain, dan tidak terdapat interaksi antara galur dengan musim dan lokasi, maka tidak diperlukan seleksi. Jika semua galur tersebut dinilai baik, maka seluruhnya diteruskan ke uji multilokasi.

- b. Jika hanya galur saja yang berbeda nyata, dan tidak berinteraksi dengan lingkungan, maka hasil rata-rata varietas dalam m musim dan l lokasi digunakan sebagai kriteria seleksi. Cara seleksinya sama seperti pada UDHP. Hanya di sini besaran simpangan baku fenotipik dan dihitung dengan persamaan berikut.

$$\hat{S}_f = (\sigma^2_e + \sigma^2_{gml}/ml + \sigma^2_{gm}/m + \sigma^2_{gt}/t + \sigma^2_g/rml)^{1/2}$$

$$\sigma^2_e = M5$$

$$\sigma^2_{gm} = (M4 - M5)/mt \text{ (komponen ragam interaksi galur x musim x lokasi)}$$

$$\sigma^2_{gt} = (M2 - M4)/m \text{ (komponen ragam interaksi galur dengan musim)}$$

$$\sigma^2_{gt} = (M3 - M4)/t \text{ (komponen ragam interaksi galur dengan lokasi)}$$

$$\sigma^2_g = \{(M1 + M4) - (M2 + M3)\}/rml \text{ (komponen ragam genotipik).}$$

Galur dipilih yang hasilnya sama atau lebih besar dari:

$$\bar{X}_s = \bar{X}_u + k \cdot \hat{S}_f$$

- c. Jika galur dan interaksi gml berbeda nyata, maka pemilihan dilakukan secara terpisah, di setiap musim dan lokasi. Jadi terdapat sebanyak ml lingkungan seleksi. Karena rancangan bakunya adalah RBD, maka besaran simpangan baku dihitung untuk masing-masing lingkungan seperti pada UDHP. Galur-galur yang terpilih di semua lingkungan menempati peringkat tertinggi. Peringkat berikutnya ditentukan berdasarkan frekuensi keunggulannya di setiap lingkungan seleksi. Galur-galur yang terpilih diteruskan pada uji multilokasi untuk dinilai stabilitas hasil dan adaptasinya. Penyusunan peringkat galur berdasarkan hasil rata-rata di semua lingkungan dapat digunakan untuk membantu pemilihan galur agar galur unggul dapat teridentifikasi dengan baik.
- d. Jika galur dan interaksinya dengan musim atau galur dengan lokasi, kriteria seleksi dihitung berdasarkan rata hasil dari/lokasi atau m musim. Besaran ragam S_f di atas masih padat digunakan.

c. Seleksi melalui uji multilokasi

Seleksi melalui uji multilokasi merupakan tahap akhir dari rangkaian kegiatan pemuliaan seperti yang tertera pada Gambar 1. Galur-galur yang diuji jumlahnya tidak banyak, antara 10 - 15 galur. Galur-galur yang diuji tidak hanya yang berasal dari penggaluran dari populasi bersegregasi saja, tetapi juga galur-galur harapan

asal mancanegara. Tujuan pengujian ini ialah untuk menilai stabilitas hasil galur-galur harapan dan mengetahui daya adaptasinya. Metode pengujian sama dengan uji daya hasil lanjut, tetapi lokasinya lebih banyak. Pengujian multilokasi galur-galur harapan di berbagai daerah di Indonesia dilaksanakan bersama-sama dengan Direktorat Bina Produksi, Departemen Pertanian.

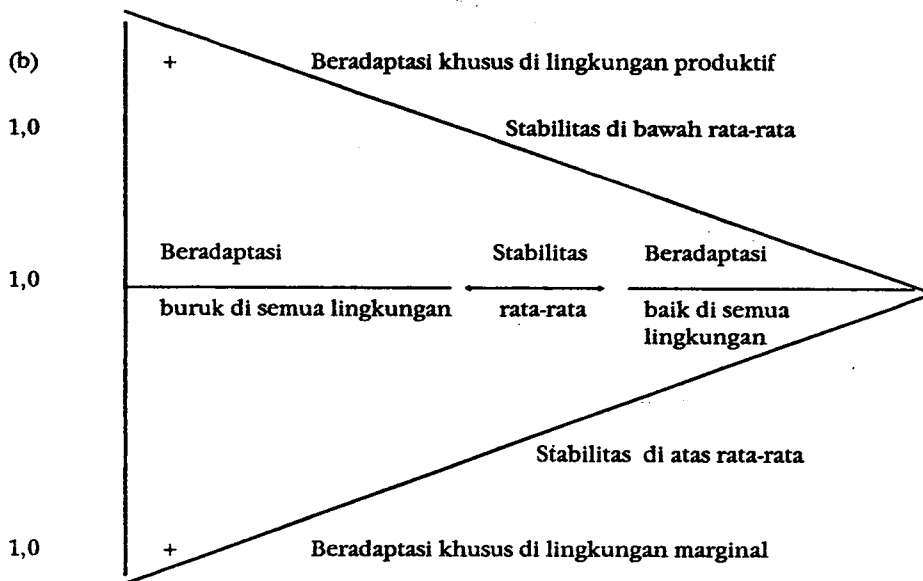
Data yang diamati pada uji ini adalah:

- a. Jumlah tanaman yang tumbuh pada umur 2 minggu setelah tanam;
- b. Jumlah tanaman yang dipanen;
- c. Umur berbunga;
- d. Umur panen;
- e. Tinggi tanaman saat panen;
- f. Berat biji/petak (petak bersih seluas 8 m^2);
- g. Berat 1000 biji.

Data hasil dinyatakan dalam t/ha dan dianalisis gabung seperti pada UDHL. Jika terdapat interaksi yang nyata antara galur dengan lokasi dan musim, maka analisis diteruskan dengan menggunakan teknik regresi untuk menilai stabilitas hasil galur-galur yang diuji. Regresi dari Eberhart dan Russel (1966) atau Perkins dan Jinks (1968) sering digunakan untuk penilaian tersebut. Teknik ini sah jika linearitas efek interaksi genotipe dan lingkungan terhadap indeks lingkungan cukup besar (misal 60%). Jika sumbangan interaksi dan lingkungan dalam regresi kecil, teknik peubah ganda akan lebih sah untuk menilai adaptasi varietas. Pengelompokan galur dan lingkungan sangat membantu di dalam memberikan keterangan praktis mengenai daerah adaptasi dari varietas yang akan dilepas. Galur-galur yang tersingkir dari seleksi tahap ini dimasukkan ke dalam koleksi plasma nutfah. Pada seleksi melalui uji daya hasil (pendahuluan, lanjutan dan multilokasi) varietas unggul selalu disertakan untuk digunakan sebagai pembanding tidak langsung terhadap galur-galur harapan yang diuji.

Penafsiran umum untuk stabilitas dan adaptasi varietas berdasarkan hubungan antara koefisien regresi (b) dan hasil rata-rata varietas, disajikan pada Gambar 4.

Penafsiran umum untuk stabilitas dan adaptasi varietas berdasarkan hubungan antara koefisien regresi (b) dan hasil rata-rata varietas, disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara stabilitas dan adaptabilitas varietas.

Gambar 4 menerangkan tanggapan varietas di berbagai macam lingkungan sebagai berikut.

1. Koefisien regresi (b) mendekati atau sama dengan 1,0 menunjukkan stabilitas rata-rata. Jika suatu varietas memiliki stabilitas rata-rata dan hasil rata-ratanya tinggi, maka varietas tersebut memiliki adaptasi umum yang baik. Sebaliknya, varietas yang memiliki stabilitas rata-rata tetapi hasil rata-ratanya rendah, maka varietas tersebut memiliki adaptasi yang buruk di semua lingkungan.
2. Koefisien regresi (b) yang meningkat di atas 1,0 menunjukkan stabilitas *di bawah* rata-rata. Varietas demikian sangat peka terhadap perubahan lingkungan dan beradaptasi khusus di lingkungan produktif.
3. Koefisien regresi (b) yang semakin kecil di bawah 1,0 menunjukkan stabilitas *di atas* rata-rata. Varietas demikian beradaptasi khusus di lingkungan marginal.

PUSTAKA

1. Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons, Inc. New York. 89-114.
2. Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implication of genotype - environment interaction in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4:503-507.
3. Allen, F.L., R.E. Comstock, and D.C. Rasmusson. 1978. Optimal environments for yield testing. *Crop Sci.* 18:747-751.
4. Baihaki, A., R.E. Stucker, and J.W. Lambert. 1976. Association of genotype x environment interaction with performance level of soybean lines in preliminary yield test. *Crop Sci.* 16:718-721.
5. Baker, R.J. 1968. Extent of intermating in self pollinated species necessary to counteract the effect of genetic drift. *Crops Sci.* 8. 547-550.
6. Bari, A., Sjakani Musa, dan Endang Sjamsudin. 1974. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Institut Pertanian Bogor.
7. Bhandari, M.M. 1979. Practicals in Plant Breeding. Oxford & IBH Publishing CO. New Delhi.
8. Brotonegoro, S., Q.J. Laumans, and J. Ph. Van Staveren. 1986. Palawija Food Crops other than Rice in East Java Agriculture. MARIF Monograph No. 2.
9. Biro Pusat Statistik. 1986. Statistik Indonesia. Jakarta.
10. Compton, W.A. 1968. Recurent selection in self-pollinated crops without extensive crossing. *Crops Sci.* 8: 773.
11. Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
12. Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742-754.
13. Jensen, N.F. 1970. Diallel selective mating system for cereal breeding. *Crop Sci.* 10: 629-635.
14. Jensen, N.F. 1983. Crop Breeding as a design science, pp.23-28. *In*. D.R. Wood (Ed.). *Crop Breeding*. *Crop Sci. Soc. of Am. Madison, Wisconsin.*
15. Falconer, D.S. 1952. The problem of environment and selection. *The Am. Naturalist*. Vol. LXXXVI. 83:293-298.
16. _____. 1972. Introduction to Quantitative Genetics. The Ronald Press. New York. pp.312-322.
17. Frey, K.J. 1964. Adaptation reaction of oat strain selected under stress and nonstress environmental conditions. *Crop Sci.* 4:55-58.

18. Hanson, W.D., A.H. Probst, and B.E. Caldwell. 1967. Evaluation of a population of soybean genotypes with implication for improving self-pollinated crops. *Crop Sci.* 7: 99-103.
19. Kasno, A. 1988. Interaksi genotipe kacang hijau dengan cara budidaya. Laporan Kemajuan Penelitian Balittan Malang (tidak dipublikasi).
20. Kasno, A. 1989. Seleksi untuk stabilitas hasil kacang hijau. Laporan Kemajuan Penelitian Balittan Malang (tidak dipublikasi).
21. Mejana, M.J. 1989. Uji daya hasil pendahuluan galur-galur kacang hijau. Laporan Tahunan Balittan Malang (tidak dipublikasi).
22. Musa, S. 1976. Suatu Saran Penggunaan Statistika untuk Program Pemuliaan Kedelai. Institut Pertanian Bogor.
23. Poehlman, J.M. and J.S. Quick. 1983. Crop breeding in hungry world. pp.1-19. *In* D.R. Wood (Ed.) *Crop Breeding*. Crop Sci. Soc. of Am., Wisconsin.
24. Puslitbangtan. 1991. Varietas Unggul Tanaman Pangan. Bogor.
25. Siemonsma, J.S. 1985. Local germplasm as an essential component in varietal improvement. Internal Technical Report, MARIF/ATA - 272 Report. Malang.
26. Siemonsma J.S., and M. Anwari. 1988. Mungbean genetic resources in East Java, Indonesia, p.40-46. *In* Shanmugasundaram, S., and B.T. McClean (Eds.). *Mungbean*. AVRDC Publication No. 88-304.
27. Somaatmadja, S. 1985. Peningkatan produksi kedelai melalui perakitan varietas. h.243-262. *Dalam* Somaatmadja S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung, dan Yuswadi (Penyunting). *Kedelai*. Puslitbangtan, Bogor.
28. Sumarno, A. Kasno, Y. Rahman, S. Astuti, T. Sutarman, dan U.S. Nugraha. 1988. Grain Legumes, Crop Improvement, Seed Production, and Seed Technology. CRIFC, Bogor.
29. Sumarno, T. Sutarman, and Soegito. 1989. Grain Legume Breeding for Wetland and for Acid Soil Adaptation. Central Research Institute for Food Crops Bogor.
30. Sumarno. 1985. Teknik pemuliaan kedelai. h.263-294. *Dalam* Somaatmadja, S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung, dan Yuswadi (Penyunting). *Kedelai*. Puslitbangtan, Bogor.
31. Tabor, R.T., K. Altermeier, Nuryanto, Wardoyo, and B. Diponegoro. 1986. Agricultural Supply and Demand to the Year 2000. Directorate of Food Crops Economics Department of Agriculture, Jakarta.
32. Van den Bosch, F.G.J.M., Soegito, H. Asdiyanto, and H. Hamzah. 1985. MLG 431, galur harapan kacang hijau untuk tumpangsari dengan jagung.
33. Vela-Cardenas, M., and K.J. Frey. 1972. Optimum environment for maximizing heritability and genetic gain from selection. *Iowa State J. Sci.* 46:381-394.

IV

BUDIDAYA TANAMAN KACANG HIJAU DI LAHAN SAWAH

Budbi Santoso Radjit dan T. Adisarwanto¹⁾

Perkembangan tanaman kacang hijau di Indonesia pada akhir PELITA IV sangat pesat, hal tersebut tercermin pada meningkatnya areal panen pada sepuluh tahun terakhir, yaitu sebesar 100%, dari 137.000 ha pada tahun 1975 menjadi 280.000 ha pada tahun 1985. Sedangkan peningkatan produksi lebih dari 200%, yaitu dari 63.000 ton menjadi 192.000 ton, tetapi rata-rata hasil setiap hektar masih rendah yaitu 0,68 t/ha (Tabor *et al.*, 1986). Kalau dilihat ternyata bahwa peningkatan produksi melalui perluasan areal cukup berhasil akan tetapi hal ini tidak sebanding dengan peningkatan produktivitas setiap hektar. Oleh karena itu tepat apabila usaha-usaha peningkatan produksi per hektarnya masih perlu ditingkatkan. Sampai pada saat ini masih diimpor kacang hijau dari Vietnam, Thailand dan Australia sebesar 10% dari produksi Indonesia (Santoso *et al.*, 1988) untuk memenuhi kebutuhan agro industri yang makin meningkat. Dengan usaha perbaikan budidaya diharapkan produktivitas kacang hijau dapat meningkat, karena hingga saat ini petani melakukan usahatani kacang hijau masih dengan cara yang sederhana.

KOMPONEN BUDIDAYA

Komponen budidaya kacang hijau yang perlu mendapatkan perhatian terutama adalah: musim tanam, penyiapan lahan, populasi tanaman dan jarak tanam, pengairan, pemupukan dan pengendalian gulma. Penerapan komponen-komponen tersebut ke dalam satu paket teknologi akan ditentukan oleh karakteristik lingkungan setempat.

1. Waktu tanam

Waktu tanam merupakan salah satu faktor yang ikut menentukan berhasil atau tidaknya kacang hijau yang diusahakan. Dengan umur tanaman yang pendek (60 hari), maka air yang dibutuhkan relatif sedikit dibanding dengan tanaman kacang-kacangan yang lain. Oleh karena itu waktu tanam kacang hijau dapat dilakukan pada akhir musim kering. Di Jawa, pada umumnya kacang hijau ditanam di lahan sawah sesudah tanaman padi dipanen sebagai tanaman palawija I yaitu pada bulan Maret/April atau ditanam bulan Agustus setelah padi atau palawija lain (kedelai atau jagung).

¹⁾ Masing-masing Staf Peneliti Agronomi Kacang-kacangan Balittan Malang.

Kacang hijau yang ditanam pada akhir bulan Mei atau Juni sering menyebabkan tanaman tumbuh kerdil serta menunjukkan gejala kuning serta daun keriting, hal ini disebabkan oleh serangan kutu trips. Penelitian di Mojosari menunjukkan bahwa gejala ini dapat dihindari dengan cara penyemprotan insektisida monokrotophos. Waktu tanam yang optimum untuk menghindari serangan trips adalah bulan April dan Juli (Tabel 1).

Tabel 1. Hubungan waktu tanam dan hasil kacang hijau di KP Mojosari 1989.

Waktu tanam	Hasil biji (t/ha)		Curah hujan (mm)	Suhu (°C)		Kelembaban udara (%)
	Tanpa perlindungan	Dengan perlindungan		Min.	Max	
14-2-1988	0,002	1,342	123	20,5	31,3	81,6
02-3-1988	0,002	0,942	150	20,7	31,4	83,2
17-3-1988	0,002	0,942	120	20,7	29,7	84,2
02-4-1988	0,094	0,817	21	20,7	31,0	75,0
18-4-1988	0,072	0,708	19	20,7	31,0	74,8
03-5-1988	0,043	0,583	3	20,7	31,2	80,1
19-5-1988	0,008	0,600	0	20,9	31,1	74,8
03-6-1988	0,001	0,618	0	20,7	31,0	78,9
18-6-1988	0,007	0,200	0	20,5	31,4	77,4
04-7-1988	0,285	0,861	0	20,9	31,6	75,4

Sumber : Amir dan Suharsono, 1989.

2. Penyiapan lahan

Kacang hijau dapat tumbuh di segala jenis tanah, sepanjang kelembaban dan unsur hara yang tersedia bagi pertumbuhannya cukup. Pada umumnya petani menanam kacang hijau masih dengan cara yang sederhana, yaitu tanpa pengolahan tanah, biji disebar atau ditugal secara acak setelah padi dipanen dan ditutup dengan jerami padi. Sebelum tanam dibuat saluran pematuan di tengah petak dengan menggunakan bajak.

Hasil penelitian pengolahan tanah masih belum memberikan hasil yang jelas. Purnomo (1986) melaporkan, hasil penelitian di tanah ringan bahwa pengolahan tanah tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil biji, bahkan perlakuan tanpa pengolahan tanah dapat memberikan hasil 8% lebih tinggi. Sedangkan penelitian Radjit dan Adisarwanto (1987) pada tanah bertekstur keras, pengolahan tanah memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil beberapa varietas yang dicoba dengan rata-rata kenaikan 20% (Tabel 2) (Singh, dan Yadav, 1978). Perlakuan

pengolahan tanah pada jenis tanah yang berstruktur berat (tanah Vertisol), berpengaruh positif terhadap kenaikan hasil kacang hijau (Balittan Malang, 1986).

Tabel 2. Pengaruh pengolahan tanah terhadap produksi biji beberapa varietas kacang hijau, Mojosari.

Varietas	Hasil biji (t/ha)	
	Tanpa diolah	Diolah
Bhakti	1,06	1,29
Merak	0,86	1,10
Betet	0,72	0,84
No. 129	0,73	0,82
Rata-rata	0,84	1,01

Sumber : Radjit, dan Adisarwanto (1987).

3. Populasi tanaman

Produksi maksimum dari suatu tanaman dapat diperoleh dengan mengatur ruang lingkup untuk pertumbuhan tanaman pada tingkat yang optimum. Pertimbangan dalam pengaturan ruang lingkup tanaman meliputi: tipe tanaman dan kualitas lingkungan (seperti kesuburan tanah, musim, tersedianya irigasi).

Dari hasil percobaan yang dilaksanakan di KP Mojosari pada musim kering dan musim hujan dengan varietas Merak, diperoleh hasil yang berbeda. Pada musim kemarau (MK), hasil biji tertinggi diperoleh pada populasi 500.000 tanaman/ha, sedangkan pada musim hujan (MH) didapatkan pada populasi 400.000 tanaman/ha. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan vegetatif tanaman pada MH lebih cepat daripada pertumbuhan tanaman pada MK (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh populasi tanaman terhadap hasil biji kacang hijau varietas Merak di Mojosari.

Populasi tanaman/ha	Hasil biji (t/ha)	
	MK 1985	MH 1986
250.000	0,77 a	0,85 a
400.000	0,83 b	0,93 b
500.000	0,92 c	0,97 b
666.666	0,92 c	-
BNT	0,12	0,05

4. Pengairan

Di samping sinar matahari, suhu udara dan hara tanaman, ternyata penyediaan air merupakan faktor yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Jumlah air yang tersedia ditentukan oleh banyaknya air yang ditahan profil tanah yang dapat dijangkau oleh akar dan tidak semua air yang terdapat dalam tanah atau air irigasi yang diberikan digunakan secara efektif oleh tanaman. Dari hasil percobaan pemberian mulsa dan pengairan di tanah Regosol di KP Mojosari, menunjukkan adanya interaksi antara pemberian pengairan dengan pemberian mulsa (Tabel 4). Hasil biji tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan penggunaan 5 t mulsa/ha dengan pengairan sebanyak 3 kali (yaitu pada saat tanam, saat berbunga dan pengisian biji), yaitu sebesar 1,63 t/ha. Perlakuan ini dapat menghemat penggunaan air sebesar 50% dan meningkatkan hasil sebesar 17,5% dibandingkan dengan pengairan setiap 10 hari sekali (Radjit dan Suyamto, 1988).

Tabel 4. Pengaruh interaksi antara pengairan dengan penggunaan mulsa terhadap hasil biji kacang hijau varietas Merau. Mojosari, 1988.¹⁾

Pengairan	Hasil biji (t/ha)		
	Tanpa mulsa	5 t/ha	10 t/ha
1 x (saat tanam)	0,93 ab	1,03 b	0,84 a
10 hari sekali	1,29 c	1,39 c	1,29 c
3 x (saat tanam, berbunga dan pengisian biji)	1,33 c	1,63 d	1,44 c

Nilai sekolom yang didampingi huruf sama berarti tidak berbeda nyata menurut Uji DMRT 0,05.

¹⁾ Jarak tanam 40 cm x 10 cm, 2 tanaman/rumpun.

Sumber : Radjit dan Suyamto, 1988.

Pengairan 1 kali pada saat tanam, dapat memberikan rata-rata hasil sebesar 0,9 t/ha. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kacang hijau sangat potensial dikembangkan di lahan sawah pada musim kering atau daerah-daerah kering lainnya. Karena umurnya yang pendek (60 hari), tanaman bisa terlepas dari akibat kekeringan selama musim kering. Tanaman kacang hijau mempunyai toleransi tinggi terhadap kekeringan sampai kondisi 75% dari kapasitas lapang (5). Penelitian di India menunjukkan bahwa pemberian pengairan 2 kali (saat pembungaan dan pengisian biji), dapat meningkatkan hasil sebesar 16%, dibandingkan dengan pengairan pada saat pembungaan dan 33% dibandingkan dengan pengairan pada saat pengisian biji (Argawa, 1979).

5. Cara Bertanam

Cara bercocok tanam kacang hijau oleh petani sangat beragam antara daerah yang satu dengan daerah yang lain, tergantung pada kebiasaan petani setempat. Perbedaan bertanam tersebut di antaranya adalah penggunaan jerami dan cara tanam. Dari hasil percobaan cara bertanam kacang hijau setelah padi sawah yang dilaksanakan di KP Muneng dan KP Jambege (Tabel 5) menunjukkan bahwa pembakaran jerami dapat meningkatkan hasil biji meskipun tidak nyata. Demikian juga penutupan mulsa sebanyak 10 t/ha dapat meningkatkan hasil biji sebesar 30 - 40% dibandingkan perlakuan tanpa pemberian mulsa. Hasil ini sangat erat kaitannya bila dihubungkan dengan beberapa pengaruh positif dari penggunaan mulsa seperti: pengurangan penguapan air tanah, mempertahankan suhu tanah agar tidak terlalu tinggi dan menekan pertumbuhan gulma.

Tabel 5. Pengaruh cara bertanam terhadap hasil kacang hijau pada MK 1985.

Perlakuan	Hasil biji (t/ha)	
	Jambege	Muneng
Pembakaran jerami		
- Tidak dibakar	1,1	0,8
- Dibakar	1,2	0,9
Pemberian mulsa		
- Tanpa mulsa	1,0	0,6
- Mulsa 10 t/ha	1,3	1,0
Cara tanam		
- Disebar	1,0	0,9
- Ditugal pada tunggul	1,3	0,8
- Ditugal di antara tunggul	1,2	0,8

Bertanam dengan cara sebar ternyata memberikan hasil yang lebih rendah dibanding dengan cara tugal, tetapi di KP Muneng tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini bisa saja terjadi bila keadaan tanah cukup basah pada saat tanam, karena daya kecambah biji cukup baik dan cara menyebar biji cukup merata. Tanam sebar mensyaratkan kontak antara biji dengan permukaan tanah harus sempurna, sehingga biji mudah tumbuh.

6. Pengendalian gulma

Gulma didefinisikan sebagai tumbuh-tumbuhan yang tumbuh pada tempat yang tidak dikehendaki dan merupakan pesaing bagi tanaman yang diusahakan dalam hal pengambilan zat makanan, air dan penerimaan sinar matahari sehingga dapat menimbulkan kerugian-kerugian dalam produksi, baik kuantitatif maupun kualitatif. Menurut Samuel (1974), bahwa kacang hijau tidak tahan bersaing dengan gulma. Oleh karena itu pengendalian gulma pada tingkat awal pertumbuhan tanaman akan menaikkan produksi (Singh dan Yadav, 1978). Penelitian untuk mengetahui beberapa cara pengendalian gulma telah dilaksanakan di KP Mojosari pada MK 1985 dan MH 1986. Perlakuan 2 kali penyiangan pada umur 2 dan 4 minggu sama baiknya dengan perlakuan bebas gulma dengan hasil kacang hijau nyata lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan 1 kali penyiangan ataupun tanpa penyiangan (Tabel 6). Secara ekonomis perlakuan 2 kali penyiangan dapat menghemat biaya sebesar 50% bila dibandingkan dengan biaya untuk perlakuan bebas gulma. Pur-nomo (1986) melaporkan bahwa dua kali penyiangan pada umur 2 dan 4 minggu dapat menurunkan bobot kering gulma rata-rata 56,9% dengan kenaikan hasil biji 33,0% dari pada kontrol (tanpa disiang). Pada MH 1985, penggunaan mulsa sebesar 5 t/ha dapat memberikan kenaikan hasil yang sama dengan perlakuan disiang 1 kali pada umur 1 minggu dan dapat meningkatkan hasil sebesar 30% dibandingkan dengan tanpa penyiangan.

Tabel 6. Pengaruh cara pengendalian gulma terhadap produksi kacang hijau di KP Mojosari.

Cara Pengendalian Gulma	Hasil (t/ha)	
	MK 1985	MH 1986
1. Tanpa disiang	0,60 a	0,63 a
2. Disiang 1 kali (2 MST)	0,82 b	0,90 b
3. Disiang 2 kali (2, 4 MST)	0,97 c	1,01 cd
4. Bebas gulma	1,05 c	1,08 d
5. Mulsa 5 t/ha	-	0,95 bc
BNT 0,05	0,08	0,07

Nilai sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata pada tingkat 0,05.

MST = Minggu Setelah Tanam

Sumber : Radjit dan Adisarwanto (1987)

7. Pemupukan

Ketersediaan unsur hara yang dapat diserap tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi tanaman. Masing-masing jenis tanaman meng-

hendaki jenis dan jumlah unsur hara yang berbeda. Macam dan jumlah unsur hara yang tersedia dalam tanah pada dasarnya harus berada dalam keadaan cukup dan seimbang agar tingkat produksi yang diharapkan dapat tercapai. Oleh karena itu salah satu cara untuk menjaga keseimbangan dan ketersediaan unsur hara dalam tanah adalah penambahan unsur hara dengan pupuk.

Pemupukan N pada tanaman kacang hijau pada umumnya tidak memberikan pengaruh yang jelas terhadap kenaikan hasil biji, terutama pada lahan sawah bekas padi (Tabel 7). Pemberian pupuk Urea sebesar 75 kg/ha pada lahan bekas sawah tidak berpengaruh terhadap komponen hasil dan hasil biji (Radjit dan Sutrisno, 1989). Terdapatnya bintil akar pada tanaman yang dapat mengikat N dari udara dan pengaruh residu pupuk N dari tanaman padi sebelumnya diduga merupakan faktor tidak responsnya kacang hijau terhadap pupuk N.

Tabel 7. Pengaruh pupuk N terhadap jumlah biji/polong, berat 100 biji dan hasil biji kacang hijau. Banyuwangi, 1989.

Pemupukan	Jumlah polong per tanaman	Berat 100 biji (g)	Hasil biji (t/ha)
Tanpa N	7,30	6,02	1,85
75 kg Urea	7,72	6,12	1,84
BNT 0,05	tn	tn	tn

tn = tidak nyata pada tingkat BNT 0,05.

Sumber : Radjit dan Sutrisno, 1989.

Pada tanah Grumosol, yang sering menunjukkan kekurangan unsur hara K, dengan pemberian pupuk kalium 60 kg K_2O /ha diperoleh hasil yang cukup tinggi. Penambahan takaran menjadi 120 kg K_2O /ha maupun 180 kg K_2O /ha tidak dapat meningkatkan hasil lagi. Demikian juga pemupukan fosfat sebanyak 45 kg P_2O_5 /ha sudah mampu memberikan hasil yang cukup tinggi (Tabel 8).

Penambahan pupuk 50 Kg S pada perlakuan 90 Kg P_2O_5 + 90 Kg K_2O di tanah Grumosol dapat meningkatkan hasil menjadi 1,7 t/ha, dibanding yang tanpa ditambah pupuk dengan hasil 1,0 t/ha.

Pemberian unsur hara melalui daun, yang dianggap merupakan salah satu cara yang lebih efektif untuk meningkatkan produksi tanaman, dengan menggunakan beberapa jenis pupuk pelepasan lambat (PPC) seperti Hidrazil, Sitozim, ternyata tidak dapat meningkatkan hasil (Tabel 9).

Tabel 8. Pengaruh pupuk P dan K terhadap hasil kacang hijau di tanah Grumosol. Ngawi, MH 1988/89.

Takaran pupuk (kg/ha)	Hasil biji (t/ha)
P ₂ O ₅	
0	1,59 a
45	1,79 b
90	1,84 b
K ₂ O	
0	1,63 a
60	1,74 b
120	1,82 b
180	1,78 b

Nilai sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda nyata pada taraf BNT 0,05.

Tabel 9. Pengaruh PPC terhadap jumlah polong/tanaman, berat 100 biji dan hasil biji.

PPC ¹⁾	Jumlah polong per tanaman	Berat 100 Biji (g)	Hasil biji (t/ha)
Sitozim	7,73	5,84	1,90
Hidrasil	7,49	6,25	1,79
Tanpa PPC	7,33	6,10	1,86
BNT 0,05	tn	tn	tn

tn = tidak nyata

¹⁾ diberikan 2 kali (1 dan 2 minggu setelah tanam).

Sumber : Radjit dan Sutrisno, 1989.

8. Teknologi Budidaya Adaptif

Untuk memperoleh produksi kacang hijau optimal, teknologi budidaya yang digunakan harus disesuaikan dengan agroekologi setempat dan dapat diterapkan oleh petani. Demikian juga dari beberapa varietas unggul yang telah dilepas, masih perlu diuji kesesuaiannya terhadap teknologi yang digunakan. Hal ini disebabkan karena pada masing-masing daerah mempunyai keragaman yang sangat besar dalam hal ketersediaan air, jenis tanah, iklim dan sosial-ekonomi.

Tabel 10. Alternatif paket teknologi kacang hijau untuk lahan sawah.

Jenis kegiatan	Rakitan Paket Teknologi				
	1	2	3	4	5
1. Pengolahan Tanah	+	+	-	-	-
2. Penyiangan	+		+	+	
3. Cara Bertanam					
- Tugal	+	+	+	+	-
- Sebar	-	-	-	-	+
4. Penggunaan Mulsa	+	-	-	+	+
5. Pengendalian Hama (Perlakuan Benih + Penyemprotan)	+	+	+	+	-
6. Pemupukan					
N (50 kg Urca)	+	-	-	-	-
P (75 kg TSP)	+	+	-	-	-
K (50 kg KCl)	+	+	+	-	-
Hasil biji kering (t/ha)	1,47	1,49	1,22	1,16	1,02

Dari uji teknologi adaptif di lahan sawah menunjukkan bahwa untuk mencapai hasil kacang hijau 1,5 t/ha perlu penerapan paket 1 atau paket 2 (Tabel 10).

Dengan masukan yang lebih rendah, Paket 2 dapat memberikan hasil yang sama dengan Paket 1. Namun hal ini hanya berlaku pada daerah yang gulmanya sedikit. Kesuburan tanah ikut menunjang produktivitas yang tinggi meskipun tanpa diberi pupuk Urea. Pada daerah yang pengolahan tanahnya sukar dilakukan, maka Paket 3 dan Paket 4 dapat diterapkan untuk memperbaiki cara tanam tradisional yang ada.

9. Dampak Pengolahan Tanah pada Padi terhadap Kacang Hijau

Cara bertanam padi ada kemungkinan berpengaruh terhadap hasil kacang hijau setelah padi, terutama yang berkaitan dengan pengolahan tanah dan takaran pupuk untuk padi sawah. Penelitian di lahan sawah di KP Jambegede, KP Genteng dan KP Ngale menunjukkan bahwa pengolahan tanah untuk tanaman padi dengan dua kali bajak dan satu kali garu mengakibatkan pertumbuhan tanaman kacang hijau optimal dan hasil biji kacang hijau lebih tinggi dibandingkan hasil kacang hijau pada tanah yang tanaman padinya diolah satu kali bajak dan satu kali garu (Tabel 11). Tampaknya penggunaan traktor untuk pengolahan tanah pada padi mempunyai dampak yang positif dibandingkan penggunaan ternak. Hal ini mengisyaratkan

bahwa penggunaan traktor mempunyai peluang yang baik terutama pada daerah-daerah yang sulit tenaga kerja dan secara ekonomis menguntungkan.

Tabel 11. Dampak pengolahan tanah pada padi terhadap hasil kacang hijau setelah padi di Ngale.

Pengolahan tanah pada tanaman padi	Hasil biji kacang hijau (t/ha)		
	Jambegede	Genteng	Ngale
Bajak 1x, garu 1x ternak	1,26 a	0,65	0,52 c
Bajak 2x, garu 1x ternak	1,31 a	0,56	0,67 b
Bajak 2x, garu 2x ternak	0,25 b	0,54	0,63 bc
Bajak 1x, garu 2x ternak	1,41 a	0,74	0,79 a
Bajak 2x, garu 2x traktor	1,30 a	0,73	0,75 ab
BNT 0,05	0,21	tn	0,17
KK (%)	15,41		16,79

ARAH PENGEMBANGAN DAN LANGKAH OPERASIONAL

Upaya peningkatan produksi kacang hijau di Indonesia dapat ditempuh melalui perluasan areal tanam, intensifikasi dan diversifikasi.

Peningkatan produksi kacang hijau selama ini terutama oleh penambahan areal panen, meskipun peningkatan produksi melalui peningkatan hasil/ha mempunyai peluang cukup besar. Dalam kegiatan perluasan areal tanaman kacang hijau di Indonesia, perlu ditetapkan prioritas tipe lahan (tipologi) yang akan dikembangkan. Berdasarkan urutan tingkat potensi lahan dan risiko kegagalan, maka prioritas disusun sebagai berikut:

1. Lahan sawah beririgasi
2. Lahan sawah tadah hujan
3. Lahan kering/tegalan
4. Lahan pasang surut dan lebak

Penanaman kacang hijau di lahan sawah irigasi memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

1. Lahan lebih produktif dan ketersediaan air lebih terjamin.
2. Biaya produksi relatif rendah, karena tanpa memerlukan pengolahan tanah yang intensif.
3. Tidak ada ancaman erosi.
4. Takaran pupuk yang diperlukan relatif rendah.
5. Kualitas biji (hasil panen) lebih baik. Masalah yang mendasar dalam perluasan areal tanaman kacang hijau ini adalah kualitas dan cara distribusi air yang dibutuhkan pada periode pertumbuhan tanaman. Dibanding dengan tanaman kacang-kacangan yang lain, kebutuhan air untuk tanaman kacang hijau relatif lebih sedikit di samping itu umur tanaman lebih pendek ($\pm 60 - 75$ hari). Perluasan areal kacang hijau ke luar Jawa, perlu memperhatikan aspek sosial-ekonomi.

Intensifikasi

Upaya intensifikasi ditujukan ke wilayah yang tidak menanam kacang hijau secara tradisional tetapi produktivitasnya masih rendah (0,5 t/ha). Wilayah ini mencakup pertanaman kacang hijau di lahan sawah dan lahan kering di Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Yogyakarta, Lampung, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Timor Timur, Sulawesi Selatan. Sasaran hasil minimum 1,5 t/ha.

Diversifikasi

Pengembangan tanaman kacang hijau masih memungkinkan dengan menanam tanaman alternatif di daerah-daerah lahan tidur, atau sebagai pengganti kedelai atau kacang tanah dalam suatu pola tanam yang sudah ada. Hal ini terkait dengan tersedianya waktu (periode pertumbuhan) dari suatu pola tanam padi - padi - palawija, atau padi - palawija - palawija.

Prospek Pengembangan Kacang Hijau

Berdasarkan sifat kacang hijau yang berumur pendek dan tidak banyak memerlukan air selama pertumbuhan, sangat baik untuk dikembangkan pada daerah-daerah yang beriklim kering. Dalam perencanaan pengembangan kacang hijau diperlukan kriteria kesesuaian lahan dan teknologi anjuran budidaya yang sesuai dengan agroekologi setempat. Pada lahan sawah, prioritas pengembangannya adalah di tanah Aluvial, Andosol, Latosol dan Grumosol. Prospek pengembangan kacang hijau di Indonesia masih mempunyai peluang yang besar dan tersebar di beberapa Propinsi. Hal ini terlihat dari jumlah luas lahan sawah dan lahan kering

Tabel 12. Luas sawah dan lahan kering di tiap propinsi Indonesia, 1987.

Propinsi	Luas sawah (ha)	Luas lahan kering (ha)	Luas panen palawija ¹⁾ (ha)
1. Di Aceh	315.044	535.757	136.486
2. Sumatera Utara	560.950	734.929	156.896
3. Sumatera Barat	223.648	400.089	52.244
4. Riau	194.418	608.739	33.586
5. Jambi	209.841	309.088	20.862
6. Sumatera Selatan	405.543	966.424	89.502
7. Bengkulu	80.345	129.174	29.594
8. Lampung	203.963	601.683	395.577
SUMATERA	2.193.752	4.285.881	901.092
9. DKI Jakarta	7.932	5.682	280
10. Jawa Barat	1.199.043	967.198	387.254
11. Jawa Tengah	1.011.964	815.449	958.684
12. DI Yogyakarta	63.455	123.883	197.729
13. Jawa Timur	1.165.243	1.209.498	1.825.473
JAWA DAN MADURA	3.447.637	3.121.710	3.369.373
14. Bali	92.222	157.208	112.387
15. Nusa Tenggara Barat	198.030	200.749	131.976
16. Nusa Tenggara Timur	100.677	593.492	313.879
17. Timor Timur	—	—	30.852
BALI & NUSA TENGGARA	390.929	951.449	589.091
18. Kalimantan Barat	377.362	1.088.873	46.306
19. Kalimantan Tengah	177.227	185.370	26.995
20. Kalimantan Selatan	500.756	219.707	34.024
21. Kalimantan Timur	125.884	218.693	26.170
KALIMANTAN	1.181.229	1.712.643	133.495
22. Sulawesi Utara	56.715	385.074	133.495
23. Sulawesi Tengah	109.911	273.024	128.022
24. Sulawesi Selatan	580.554	805.365	409.442
25. Sulawesi Tenggara	51.681	351.589	50.234
SULAWESI	798.861	1.815.053	657.500
26. Maluku	3.318	573.152	34.252
27. Irian Jaya	8.853	381.596	44.522
MALUKU & IRIAN JAYA	12.171	954.748	78.522
INDONESIA	8.024.579	12.841.484	5.728.573

¹⁾ Terdiri dari kacang-kacangan, jagung dan ubi-ubian

Sumber : BPS (1988) dalam Manwan *et al.*, (1990).

yang cukup besar tetapi masih sedikit yang diusahakan untuk tanaman palawija (Tabel 12). Demikian juga dari perkembangan produksi, luas panen dan hasil per ha selama Pelita IV (Tabel 13), tampaknya produksi kacang hijau masih bisa ditingkatkan melalui perluasan areal maupun peningkatan hasil per ha. Dalam upaya untuk meningkatkan hasil per ha maka berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disusun rakitan teknologi budidaya kacang hijau setelah padi sawah sebagai berikut.

Tabel 13. Perkembangan produksi, luas panen dan hasil/ha kacang hijau selama Pelita IV ¹⁾

Tahun	Luas panen (ha)	Produksi (000 ton)	Hasil (t/ha)
1983	293	176	0,60
1984	289	87	0,65
1985	286	200	0,70
1986	293	213	0,73
1987	277	204	0,74
1988	342	272	0,80

¹⁾Sumber : Direktorat Bina Program, Dirjen Tanaman Pangan, 1989.

1. Varietas

Merak, No. 129, Walet, Betet, Parkit, yang mempunyai daya tumbuh 80% atau lebih.

2. Penyiapan lahan

Tanah tidak diolah, jerami dipotong sedekat mungkin dengan permukaan tanah, mulsa (5 t/ha) dan gulma dibersihkan.

3. Tanam

a) Perlakuan benih dengan Marshall 10 g/kg benih (untuk daerah yang endemik lalat bibit)

b) Benih ditugal, jarak tanam 40 cm x 10 cm atau mengikuti jarak tanam padi yang teratur, ditanam 2 - 3 biji/lubang.

4. Pemupukan

a) Pupuk dasar 50 kg Urea + 50 kg TSP + 50 kg KCl.

- b) Untuk lahan sesudah padi Supra Insus: 50 kg Urea. Pupuk diberikan secara larikan di samping baris tanaman.

5. Penyiangan

- a) Pertama: 2 minggu setelah tanam
b) Kedua: 4 minggu setelah tanam Bila populasi gulma rendah cukup disiang 1 kali pada umur 2 minggu setelah tanam.

6. Pengendalian hama

Untuk mengendalikan ulat daun maupun penggerek polong dapat digunakan insektisida: Azodrin, Dursban, Thiodan dan Decis. Penyemprotan dilakukan sebelum ulat mencapai instar tiga.

7. Pengendalian penyakit

Untuk mengendalikan serangan jamur *Sclerotium rolfsii* pada leher akar dan bercak daun dapat digunakan fungisida Dithane M45 atau Benlate.

8. Panen

Dilakukan setelah polong berubah warna hitam atau kuning tergantung masing-masing varietas. Untuk menghindari polong pecah pada waktu panen, hendaknya pemanenan dilakukan pagi atau sore hari.

PUSTAKA

1. Basyir, A., dan Suharsono. 1989. Pengaruh masa tanam terhadap populasi hama, pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1990. Balittan Malang. Hal.61- 64.
2. Argawa, J.K. 1976. Response of summer mungbean to levels of phosphorus and irrigation under different dates of planting. India. J. of Agric. Sci. 21(3): 290-291.
3. Manwan, I., Sumarno, A.S. Karama, dan A.M. Fagi. 1990. Teknologi Peningkatan Produksi Kedelai di Indonesia. Laporan Khusus Puslitbang Tanaman Pangan. 49 pp.
4. Balai Penelitian Tanaman Pangan (Balittan) Malang. 1986. Laporan Tahunan Balittan Malang. 130 hal.

5. Purnomo, J. 1986. Pengaruh pengolahan tanah, penyiangan dan populasi tanaman terhadap produksi kacang hijau. *Penelitian Palawija* 1(1):78-79.
6. Radjit, B.S. dan Adisarwanto (1987). Effect of tillage, plant population and weed control in mungbean following lowland rice. p.385-388. *In* Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. Thailand.
7. Radjit, B.S. dan Suyanto. 1988. Kajian penggunaan mulsa, pengolahan tanah dan pengairan terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau di tanah Regosol. Laporan Kemajuan Balittan Malang. 15 hal.
8. Radjit, B.S. dan Sutrisno. 1989. Kajian penggunaan Rhizogen, pupuk N dan PPC terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Laporan Kemajuan Balittan Malang. 6pp.
9. Samuel, C.L. 1974. Mungbeans. Guide for field crops in the Agency for International Development. Washington 20523. p.139- 142.
10. Santoso, B., A. Muchransyal, H. Nasrun and S.R. Tabor. 1988. The Role of Jakarta Market in Secondary Crop Marketing. Summary of Findings and Recommendations. Direktorat Bina Usahatani dan Pengolahan Hasil Tanaman Pangan. Jakarta. 17 hal.
11. Singh, C. and Yadav, B.S. 1978. Production potentials of mungbean and gaps limiting its productivity in India. The 1st. Int. Mungbean Symp. AVRDC. Taiwan. 28-31.

HAMA-HAMA PENTING PADA KACANG HIJAU

Subarsono, Era Wabyunt¹⁾

Kacang hijau (*Vigna radiata* (L) Wilczek) sering disebut dengan *green gram*, *golden gram* dan *mungbean*. Beberapa nama latin yang sinonim dengan *Vigna radiata* (L) Wilczek adalah *Azuki radiata* (L.), Ohwi, *Phaseolus aureus* Roxb, *P. radiatus* L., *Rudua aurea* (Roxb.) Maekawa dan *Vigna aureus* (Roxb.) Hepper (Duke, 1929).

Konsumsi kacang-kacangan sebagai bahan pangan dan pakan di Indonesia pada tahun 1987 sejumlah 1,4 juta ton kedelai, 0,8 juta ton kacang tanah, 0,3 juta ton kacang hijau dan 0,2 juta ton kacang-kacangan jenis lainnya. Pada tahun 2000, diperkirakan permintaan akan meningkat menjadi 3,1 juta ton untuk kacang kedelai, 1,9 juta ton untuk kacang tanah dan 0,6 juta ton untuk kacang hijau. Meskipun produksi nasional kacang-kacangan mengalami kenaikan selama 20 tahun terakhir, namun rata-rata kenaikan itu masih di bawah rata-rata permintaan. Perluasan areal untuk penanaman kacang hijau meningkat dengan rata-rata 8,47% tiap tahun antara 1970 - 1986 dengan pertumbuhan produksi 10,92% untuk periode yang sama (Sumarno *et al.*, 1988).

Menurut Hidayat *et al.* (1983), luas panen kacang hijau di Indonesia mencapai 256.000 ha dengan hasil rata-rata 0,6 ton/ha. Rendahnya produksi ini disebabkan oleh adanya serangan hama dan penyakit tanaman yang tidak saja dijumpai di lapang, tetapi juga setelah panen (Soekarno dan Adilsyah, 1984). Sebanyak 30 spesies serangga telah diketahui merupakan hama kacang-kacangan dan 20 spesies di antaranya merupakan hama yang penting dalam menurunkan kualitas dan kuantitas hasil kacang-kacangan (Tengkano, 1986). Sejumlah besar serangga hama menyerang seluruh bagian tanaman pada semua stadia pertumbuhan, dari sejak tanaman mulai tumbuh sampai panen (Tengkano, 1986).

Uraian berikut terbatas pada hama-hama penting tanaman kacang hijau, dari berbagai sumber pustaka di Indonesia maupun di luar negeri. Di samping kacang hijau, terdapat beberapa spesies hama yang menyerang kacang-kacangan lain seperti kedelai.

¹⁾ Masing-masing Staf Peneliti Hama Kacang-kacangan Balittan Malang.

HAMA-HAMA KACANG HIJAU

1. Lalat bibit kacang *Ophiomyia phaseoli* Tryon (Diptera : Agromyzidae)

Serangga ini sering disebut lalat kacang (*beanfly*) (Tengkano, 1988). Telah dilaporkan bahwa lalat kacang ini tersebar meluas sebagai hama bibit pada tanaman kacang-kacangan di Arab, Kenya, Uganda, Tanzania, Malawi, India, Srilanka, Indonesia. Di Indonesia penyebaran hama tersebut meliputi semua areal pertanaman kacang-kacangan di Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat dan Sumatra Selatan (Tengkano, 1986). Hama ini juga menyerang kedelai (Marwoto *et al*, 1991).

Biologi

Pada tanaman kedelai lalat meletakkan telur pada pagi hari segera setelah kawin (Tengkano, 1974). Seekor lalat betina mampu meletakkan telur sebanyak 100 - 300 butir dalam waktu satu minggu. Dilaporkan bahwa pada kedelai dan *Crotalaria*, telur biasanya diletakkan pada keping biji, sedang pada tanaman lain telur diletakkan pada daun pertama atau pada daun yang lebih tua, tetapi selalu pada tanaman yang masih muda (Harnoto *et al*, 1985). Telur tembus cahaya, berbentuk oval dengan kedua ujung yang terpotong. Permukaan telur sangat licin (Tengkano, 1986). Panjang telur 0,31 mm dan lebar 0,13 mm, sedang ukuran telur kira-kira 0,755 mm x 0,35 mm, dan menetas dalam dua hari (Tengkano dan Iman, 1985). Sedang biologi lalat bibit pada kacang hijau masih terbatas.

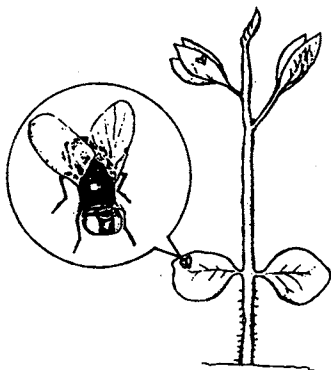
Larva yang baru ditetaskan agak tembus cahaya (Van der Goot, 1984). Mula-mula larva membuat suatu lubang korokan melingkar yang panjang pada keping biji atau pada daun menuju pangkal daun (Kalshoven, 1981). Korokan dilanjutkan di bawah kutikula pada tangkai daun kemudian masuk ke dalam batang sampai pangkal akar (Tengkano, 1974). Menurut Van der Goot (1984) larva yang telah tumbuh penuh mempunyai panjang tubuh 2,82 - 2,97 mm dan lebar tubuh 0,56 mm. Lama stadium larva berlangsung selama 7 - 10 hari (Tengkano, 1974). Sebelum membentuk kepompong, larva berubah warna menjadi putih kekuningan (Van der Goot, 1984).

Pada tanaman tua, kepompong dapat terbentuk di dalam batang, tetapi pada tanaman muda terbentuk pada pangkal akar (Tengkano, 1974). Kepompong berwarna kuning pada awalnya, kemudian berubah menjadi coklat kekuningan (Van der Goot, 1984). Menurut Tengkano (1986) panjang kepompong *Ophiomyia phaseoli* dapat mencapai lebih dari 3 mm, tetapi oleh Van der Goot (1984) dilaporkan bahwa ukuran kepompong bervariasi dari 2,25 - 2,30 mm panjangnya dan 0,95 - 1,05 mm lebarnya. Stadium pupa berlangsung selama 7 - 10 hari (Tengkano, 1974).

Imago lalat kacang yang baru keluar dari kepompong berwarna kelabu hitam dan kemudian berangsur-angsur menjadi hitam. Tubuh lalat berwarna hitam mengkilat (Van der Goot, 1984; Tengkan, 1986). Kedua jenis kelamin lalat dapat dengan mudah dibedakan. Lalat kacang betina berukuran lebih besar daripada yang jantan. Panjang tubuh imago betina 1,88 - 2,16 mm dan lebarnya 0,70 mm dan toraks dengan rentang sayap 4,45 mm. Panjang tubuh lalat jantan 1,60 - 1,84 mm dengan lebar bagian dada 0,60 mm dan rentang sayap 3,80 mm (Van der Goot, 1984). Siklus hidup berlangsung selama 21 - 28 hari (Tengkan, 1974).

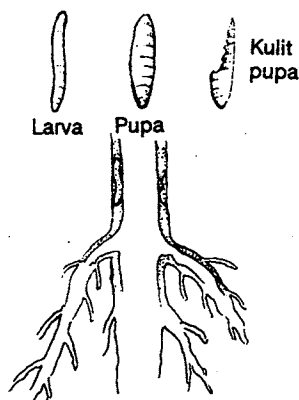
Gejala serangan

Pada kedelai mula-mula terlihat bercak-bercak pada keping biji atau pada daun pertama, yaitu tempat telur diletakkan. Selanjutnya akan terlihat adanya liang korok (Gambar 1a). Saat keping biji gugur, larva telah berada dalam batang dan pada saat larva berada pada pangkal akar, daun mulai layu, kekuning-kuningan dan akhirnya mati. Di lapangan, gejala serangan lalat kacang pada tanaman berumur 3 - 4 minggu terlihat jelas apabila ditemukan tanaman-tanaman yang mati. Bila dicabut akan didapati larva, pupa atau kulit pupa di antara akar dan kulit akar (Gambar 1b). Tanaman yang terserang tetapi masih hidup membentuk akar-akar tambahan di bagian terbawah dari batang (Tengkan, 1974). Menurut Van der Goot (1984), liang korok ditemukan hanya pada permukaan bawah daun. Korokan ini pendek, berwarna keperakan kemudian berubah menjadi coklat. Gerekkan sepanjang batang tidak terlihat. Gejala yang sama juga ditemukan pada kacang hijau, namun tidak menimbulkan kematian.



Gambar 1a.

Imago lalat bibit meletakkan telurnya pada keping biji atau daun pertama, selanjutnya tampak adanya korokan yang disebabkan oleh larva yang baru menetas.



Gambar 1b.

Larva, pupa atau kulit pupa diantara akar dan kulit akar.

2. *Chrysodeixis (Plusia) chalcites* Esp. (Lepidoptera: Noctuidae).

Chrysodeixis chalcites sering disebut sebagai *green semi looper* (ulat jengkal hijau). Serangga ini merupakan hama yang bersifat polifag yang menyebabkan kerusakan pada beberapa macam tanaman, terutama kacang-kacangan. Hama ini tersebar sampai Eropa Selatan dan Asia. Di Jawa Barat, hama ini menyerang tanaman kentang, sedang di Jawa Timur menyebabkan kegundulan pada tanaman kedelai (Kalshoven, 1981).

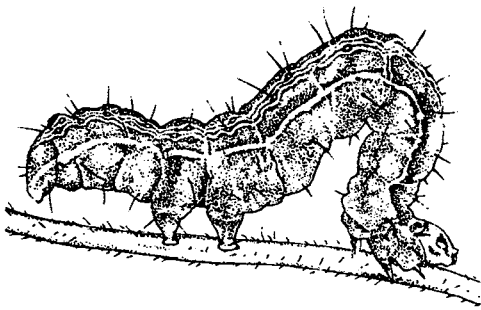
Biologi

Telur diletakkan dalam suatu kelompok yang terdiri dari 50 butir (Tengkano, 1986). Mula-mula telur berwarna agak kekuningan, kemudian berangsur berwarna kuning pada hari kedua dan terlihat adanya bintik hitam (Harnoto *et al.*, 1985). Stadium telur berlangsung selama tiga hari, tetapi menurut Harnoto *et al.*, (1985) sekitar 67% dari telur-telur yang diletakkan akan menetas setelah 3-4 hari.

Larva instar I yang baru keluar dari telur kepalanya warna hitam dengan panjang tubuh lebih dari 3 mm. Tubuh larva mula-mula transparan, kemudian setelah makan daun terlihat hijau. Sehari sebelum ganti kulit, larva berwarna pucat kekuningan. Larva instar II berwarna hijau dengan kepala hijau pucat agak kuning. Panjang tubuh larva II sekitar 6 mm. Pada tubuh larva instar III terdapat empat bintik hitam dan dua bercak hitam. Panjang tubuh sekitar 13 mm. Larva instar IV berwarna hijau dengan tiga pasang garis berwarna putih yang membujur dari dada tengah hingga ujung bagian tubuh. Larva instar V berwarna lebih terang daripada instar IV dengan panjang tubuh 30 mm. Pada bagian dada depan tidak terdapat bintik-bintik maupun bercak-bercak hitam (Harnoto *et al.*, 1985) (Gambar 2a).

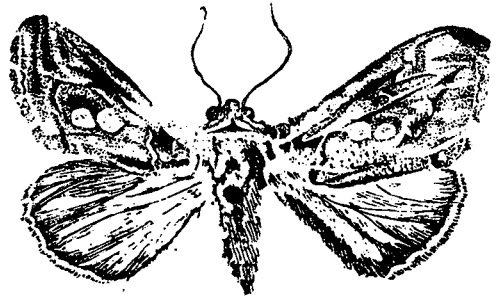
Kepompong dibentuk di permukaan daun (Tengkano, 1986), berwarna hijau muda, kemudian berangsur-angsur menjadi kecoklatan. Kepompong ditutup oleh kokon. Stadium kepompong berlangsung selama 6 - 11 hari dengan rata-rata 6 hari (Harnoto *et al.*, 1985). Imago betina mempunyai ukuran tubuh yang lebih kecil daripada imago jantan. Panjang tubuh imago betina sekitar 14 mm dan jantan 17 mm. Masa praoviposisi sekitar 3 - 6 hari dengan rata-rata 4 hari (Harnoto *et al.*, 1985). Menurut Tengkano (1986), tiap imago betina dapat meletakkan telur rata-rata 442 butir sampai 598 butir. Lama hidup imago berlangsung sekitar 5 - 12 hari dengan rata-rata 8 hari (Gambar 2b).

Gejala serangan hama ini adalah dengan memakan daun-daun tanaman tua sehingga daun berlubang. Serangan yang hebat dapat mengakibatkan tanaman menjadi gundul. Stadium larva sangat rakus dan kadang-kadang tampak dalam jumlah yang banyak pada tanaman tomat atau kacang-kacangan (Kalshoven, 1981).



Gambar 2a.

Larva Chrysodeixis (Plusia) chalcites Esp.



Gambar 2b.

Imago Chrysodeixis (Plusia) chalcites Esp.

3. Ulat grayak *Spodoptera (Prodenia) litura* L. (Lepidoptera : Noctuidae).

Serangga ini bersifat kosmopolitan. Di Asia dilaporkan penyebarannya terutama di Jepang, Formosa (Taiwan) dan Asia Tenggara. Di Indonesia, terdapat di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan dan Sumatra Selatan (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

Biologi

Telur diletakkan oleh imago betina pada permukaan daun bagian bawah secara berkelompok (Kalshoven, 1981). Jumlah telur pada tiap kelompok berkisar antara 30 - 700 butir (Tengkano dan Soehardjan, 1985). Telur ditutupi bulu-bulu berwarna merah sawo. Lama stadia telur tiga hari (Tengkano dan Soehardjan, 1985). Larva yang baru keluar dari telur untuk sementara tinggal di sekitar kulit telur, memakan epidermis daun bagian bawah. Mula-mula larva merusak daun secara berkelompok dan setelah daun-daun pada rumpun telah habis, larva akan berpencar untuk mendapatkan makanan pada rumpun di sekitarnya. Larva muda berwarna kehijauan dengan bintik hitam pada abdomen, sedangkan larva instar akhir berwarna abu-abu gelap atau coklat, dengan lima garis sepanjang badan berwarna kuning pucat atau kehijauan. Pada umumnya terdapat bintik hitam pada setiap ruas abdomen (Gambar 3a). Larva yang lebih tua, pada siang hari bersembunyi dalam tanah, dan aktif pada malam hari. Stadia larva berkisar antara 15 - 30 hari dengan rata-rata 20 hari (Tengkano dan Soehardjan, 1985). Menurut Kalshoven (1981) larva instar akhir sangat rakus dan lebih menyukai tempat-tempat lembab.

Kepompong dibentuk di dalam tanah dan berwarna coklat. Stadia kepompong rata-rata 9 - 10 hari (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

Imago ngengat berwarna coklat sampai abu-abu (Tengkano dan Soehardjan, 1985). Imago hanya hidup sebentar dan bertelur dalam 2 - 6 hari (Kalshoven, 1981).

Gejala serangan

Larva muda makan secara bergerombol, menyebabkan bagian daun yang tersisa hanya berupa tulang-tulang daun dan epidermis daun bagian atas. Dari jauh daun tanaman akan tampak keputih-putihan. Pada umumnya larva muda dijumpai pada permukaan daun bagian bawah. Larva dewasa dapat pula memakan tulang daun yang muda tetapi tidak pada tulang daun tua. Selain merusak daun, larva juga memakan polong muda. Apabila larva yang menyerang dalam jumlah banyak, hama ini dapat merusak seluruh daun tanaman (Tengkano dan Soehardjan, 1985) (Gambar 3b).



Gambar 3a.

Larva ulat grayak *Spodoptera (Prodenia) litura*



Gambar 3b.

Gejala Serangan ulat grayak

4. *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera : Pyralidae)

Maruca testulalis mempunyai kisaran inang yang luas (Dina, 1978). Serangga ini tersebar meluas ke seluruh daerah tropis. Di Jawa dan Sumatra, kacang-kacangan dan pupuk hijau dilaporkan merupakan tanaman inangnya (Kalshoven, 1981). Oleh Dina (1987), dikemukakan bahwa serangga hama ini merupakan hama penting pada areal yang ditanami kacang-kacangan.

Biologi

Kumpulan telur biasanya ditemukan pada kuncup bunga atau bunga kacang-kacangan, meskipun peneluran pada daun, pucuk tanaman dan polong juga telah dilaporkan. Jumlah telur yang diletakkan oleh imago berkisar antara 8 - 140 butir di Laboratorium dan sekitar 6 - 189 butir di lapang. Bentuk telur oval, berukuran sekitar 0,65 x 0,45 mm dan berwarna kuning. Telur menetas 2 - 3 hari kemudian (Taylor, 1978).

Terdapat lima instar selama perkembangan larva. Periode perkembangan larva tergantung dari kondisi daerah. Menurut Taylor (1978), lama stadium larva berkisar antara 8 - 13 hari. Larva muda lebih menyukai bunga yang sudah terbuka daripada makan pada ovari bunga (Kalshoven, 1981). Larva juga makan kuncup bunga, polong muda dan daun serta tunas. Larva berwarna hijau gelap dengan warna coklat atau gelap di kepala. Pupa ditemukan di tanah dengan kokon yang seperti sutra (Kalshoven, 1981)(Gambar 4a).

Gejala serangan

Dina (1978) melaporkan tiga macam kerusakan yang disebabkan oleh serangan *Maruca testulalis*.

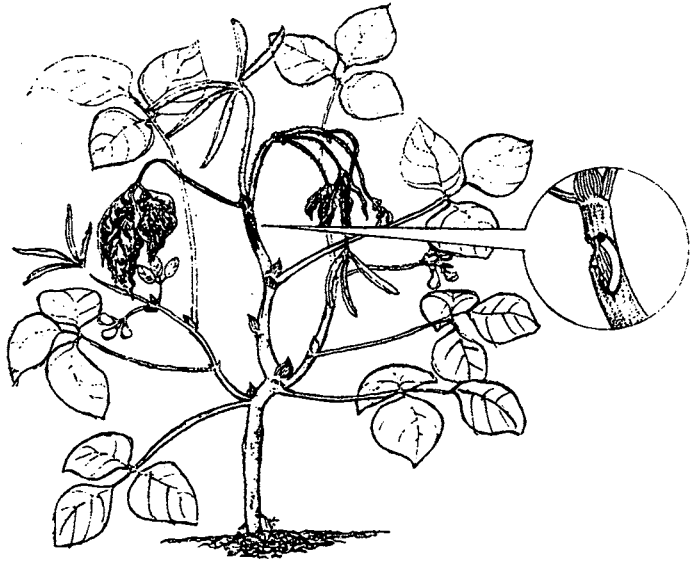
Larva dapat menimbulkan kerusakan pada batang. Batang yang masih lunak di dekat pucuk tanaman lebih disukai. Kerusakan yang disebabkan oleh larva instar akhir sering menyebabkan kematian pada bagian tanaman di atas liang gerakan. Bagian yang mati tersebut kemungkinan besar berhubungan dengan jumlah buku di mana polong seharusnya terbentuk. Bila serangan berat, bunga dan polong muda yang terbentuk akan hilang. Larva dapat menyebabkan kerusakan pada daun dengan melipat daun-daun trifoliat yang masih muda dan memakan bagian-bagian daun dari dalam lipatan tersebut. Satu daun dari tiga daun trifoliat mungkin terserang sendiri atau digabungkan dengan satu atau lebih trifoliat yang lain pada tanaman yang sama. Kadang-kadang bagian dari trifoliat dari dua tanaman yang berbeda digabungkan bersama-sama oleh satu larva bila tanaman berjarak rapat. Bila tanaman menjadi tua, trifoliat yang tergabung dapat terpisah dan daun-daun akan tampak kasar dan tak teratur (Gambar 4b).

Larva juga ditemukan pada polong kacang-kacangan lain, walaupun disebutkan oleh Dina (1978) bahwa tingkat serangan pada polong nampaknya sangat rendah.



Gambar 4a.

Larva *Maruca testutalis* Geyer.



Gambar 4a.

Serangan pada pucuk tanaman.

5. *Agrius (Herse) convovuli* L.

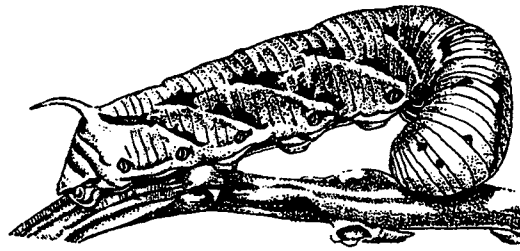
Ulat ini dikenal dengan istilah Jawa "uler keket". Ulat berukuran besar panjang dapat mencapai 9 cm. Warna ulat bervariasi. Kadang-kadang terdapat jenis yang berwarna hijau, coklat atau hitam. Ulat ini dicirikan dengan adanya tanda semacam tanduk diujung bagian kepalanya (Gambar 5).

Biologi

Ulat tersebar luas di dataran rendah sampai dengan ketinggian 1500m dpl. Kupu-kupu dewasa berwarna coklat gelap menyerupai potongan kayu. Telur sangat lunak diletakkan terpenjar. Penyebaran hama ini kadang-kadang spesifik lokasi.

Gejala Serangan

Di samping kacang hijau hama ini dapat menyerang kacang tunggak dan ubijalar. Kerusakan berat yang pernah terjadi pada pertanaman ubijalar dilaporkan oleh Kashoven (1981). Setelah inang terserang berat biasanya ulat migrasi ke tanaman lain tetapi tidak menimbulkan kerusakan.



Gambar 5.
Ulat *Agrius (Herse) convolvuli* L.

6. *Aphis craccivora* Koch

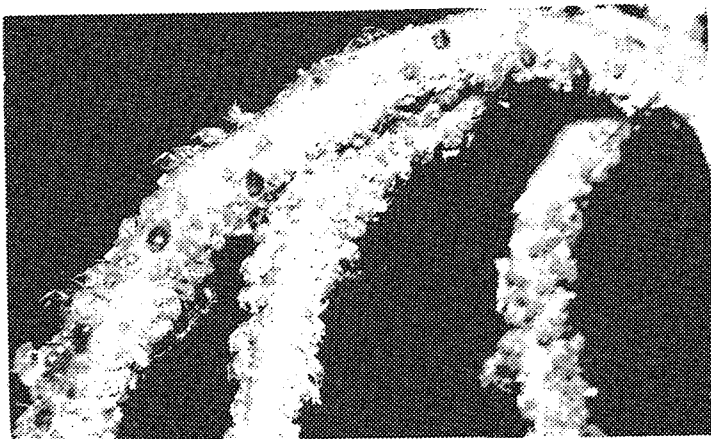
Pada umumnya dikenal dengan "kutu". Aphis dapat berkembang baik dengan cepat dan menghasilkan keturunan yang sangat banyak. Di samping sebagai hama serangga hama ini dapat bertindak sebagai vektor beberapa penyakit virus pada jenis kacang-kacangan.

Biologi

Aphis dapat berbiak secara parthenogenesis dan vivipar. Oleh karena itu individu-individu yang baru dilahirkan dalam waktu yang singkat sudah mampu menghasilkan keturunan-keturunan baru dalam jumlah yang banyak. Pada populasi koloni yang tinggi terbentuklah individu-individu yang bersayap dan tidak bersayap. Pada populasi yang tinggi individu yang bersayap akan migrasi ke tempat lain, untuk mencari makanan. Aphis ini bersifat polifag dan kosmopolit, sebagian besar banyak menyerang kacang-kacangan (Gambar 6).

Gejala serangan

Aphis berwarna hitam gelap. Inang lain selain kacang hijau adalah kacang panjang dan kacang tunggak, jarang ditemukan menyerang kedelai. Di samping sebagai hama, Aphis bertindak sebagai vektor penyakit virus. Hal ini karena berhubungan dengan perilaku makan dan tanaman inangnya. Bagian pucuk tanaman muda atau polong-polong yang terserang mengerut tidak berkembang yang pada akhirnya mengering dan gugur. Pada populasi yang tinggi akibat serangannya dapat menggagalkan produksi. Aphis ini dapat menularkan BYMV (Bean Yellow Mosaic Virus) dan BCMV (Bean Common Mosaic Virus) (Nasir Saleh, 1992 *Kontak pribadi*).



Gambar 6. Imago kutu *Aphis craccivora* Koch

7. Kepik polong *Riptortus linearis* F. (Hemiptera: Alydidae).

Beberapa Alydidae dalam genus *Riptortus* tersebar di Asia dan Afrika dan merupakan hama kacang-kacangan yang penting. Serangan pada kacang hijau telah dilaporkan di India (Sehgal dan Ujagir, 1987). Oleh Tengkanan (1988) dikemukakan pentingnya status hama ini sebagai hama utama pada kacang hijau di Indonesia. Bersama Nezara dan Piezodorus, kepik polong menyerang kacang-kacangan, namun masih belum dapat dipisahkan gejala serangannya.

Biologi

Telur berbentuk bulat dengan bagian tengah yang agak melengkung ke dalam (Tengkanan dan Dunyali, 1976). Pada saat telur baru diletakkan warnanya biru keabu-abuan kemudian berubah menjadi abu-abu dan akhirnya menjadi coklat suram (Kalshoven, 1981). Telur diletakkan satu per satu atau berkelompok dua sampai lima butir bersama-sama pada bagian bawah daun (Tengkanan, 1986). Imago betina meletakkan telur pada pagi hari dan siang hari, sedang menjelang malam hari tidak bertelur lagi. Stadium telur berlangsung selama 6 - 7 hari.

Nimfa menyerupai semut dan terdiri dari lima instar. Nimfa yang baru keluar dari telur atau baru berganti kulit berwarna kemerah-merahan dan beberapa lama kemudian warnanya akan berubah. Perubahan warna ini berbeda-beda pada setiap instar. Instar I warnanya kemerah-merahan kemudian berubah menjadi kekuningan. Instar II berubah menjadi coklat tua. Instar III, IV dan V berubah warnanya dari kemerah-merahan menjadi coklat tua dan akhirnya menjadi hitam. Nimfa instar I dan II sangat aktif bergerak dan aktif mencari makan. Dalam keadaan kenyang, nimfa akan beristirahat pada tempat-tempat yang tersembunyi. Nimfa instar III, IV dan V aktif bergerak tetapi tak seaktif nimfa instar I dan II. Instar V pergerakannya agak

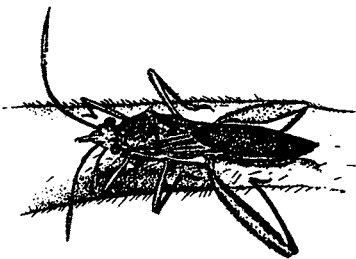
lambat dan banyak beristirahat. Pada waktu istirahat, nimfa meluruskan kedua tungkai depan ke muka dan tungkai belakang dilipat ke atas atau ke samping. Stadia nimfa berlangsung selama 22 hari. *Riptortus* spp, mirip dengan walang sangit ditemukan pada jenis kacang-kacangan, makan polong. Semua fase hidupnya sangat aktif dan sukar ditangkap. Spesies lain dari genus ini dapat ditemukan di beberapa daerah Indonesia namun belum diketahui lebih lanjut arti ekonomisnya (Gambar 7a).

Saat akan ganti kulit, nimfa pada setiap instar diam tak bergerak dan berhenti makan, lalu menggantungkan dirinya pada dahan-dahan. Dengan menggerak-gerakkan badannya, sedikit demi sedikit kulitnya lepas dari badannya. Setelah itu diam kembali, sampai mempunyai kekuatan lagi untuk mencari makan.

Imago yang baru keluar dari nimfa instar V berwarna kemerah-merahan, lama-kelamaan menjadi coklat. Bentuk imago *Riptortus linearis* mirip sekali dengan walang sangit tetapi dapat dibedakan dengan adanya garis putih kekuning-kuningan di sepanjang sisi badannya. Imago sudah mulai berkopulasi pada umur dua hari. Kopulasi berlangsung pada pagi dan siang hari (Tengkano dan Dunuyaali, 1976). Stadia imago berlangsung sekitar 4 - 47 hari.

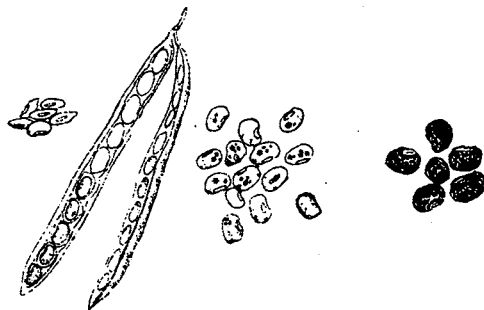
Gejala serangan

Serangan pada polong muda mengakibatkan polong kempis dan tidak berisi, pada polong sedang dan tua menyebabkan biji keriput atau bercak-bercak hitam (Tengkano dan Dunuyaali, 1976). Menurut Kalshoven (1981), bagian polong yang diisap dicirikan oleh tanda hitam pada polongnya. Serangan pada polong yang bijinya belum mengeras, menyebabkan biji menjadi hitam tidak berisi. Pada waktu panen, polong kedelai yang terserang apabila dibuka akan terlihat jelas bercak hitam pada bagian dalam kulit polong tersebut yaitu bekas tusukan alat mulutnya (Harnoto *et al.*, 1983) (Gambar 7b).



Gambar 7a.

Bentuk ujung sayap tidak runcing.



Gambar 7b.

Biji yang terserang *Riptortus linearis* L.

8. *Nezara viridula* L. (Hemiptera : Pentatomidae).

Serangga hama ini sering disebut dengan *southern green stink bug* (kepek hijau) (Tengkano, 1988). Kepek ini dapat dengan mudah dikenali dengan warnanya yang hijau. Di Indonesia, hama ini telah berkali-kali dilaporkan menyerang tanaman padi, jagung, tembakau, kentang, lombok, kapas dan polong dari bermacam-macam kacang-kacangan. Oleh Tengkano (1986) dilaporkan penyebarannya pada semua daerah penanaman kedelai, terutama di Jawa Timur, Jawa Tengah dan Jawa Barat.

Biologi

Kepek hijau mempunyai tiga macam tipe warna. Ketiga varietas tersebut adalah *smaragdula*, *torquata* dan *aurantiaca* (Tengkano, 1986). Menurut Mochida *et al.*, (1979), terdapat lima macam tipe warna yang mencirikan kelima varietas. Kelima varietas tersebut adalah *smaragdula*, *torquata*, *torquata dengan connexivum kuning*, *viridul* dan *aurantiaca*. Semua varietas *N. viridula* tersebut terdapat di Sulawesi Selatan, sedangkan keempat varietas yang disebut pertama kali ditemukan di Lampung dan P. Jawa (Mochida *et al.*, 1979). *N. viridula* varietas *smaragdula* berwarna hijau polos dan umum dijumpai di lapang. *N. viridula* varietas *torquata*, badannya berwarna hijau tetapi kepala dan dada depan berwarna jingga atau kuning keemasan. *N. viridula* varietas *aurantiaca* tubuhnya berwarna kuning kehijauan dengan tika bintik hijau yang besar pada arah dorsal.

Telur diletakkan oleh imago betina secara berkelompok pada bagian bawah daun. Tiap kelompok terdiri dari 10 - 50 butir (Hartono *et al.*, 1983). Bentuk telur seperti cangkir berwarna kuning. Tiga hari sebelum menetas warnanya berubah menjadi merah bata. Stadia telur lamanya 5-7 hari (Tengkano dan Sorhardjan, 1985) dan rata-rata enam hari (Hartono *et al.*, 1983).

Nimfa yang baru ditetaskan berwarna kemerahan dan beberapa saat kemudian berubah menjadi coklat muda. Nimfa instar satu tidak makan dan untuk perkembangannya memerlukan kelembaban tinggi. Oleh karena itu, nimfa-nimfa tersebut tetap tinggal bergerombol di atas kulit telur. Lama stadia instar nimfa I tiga hari dengan panjang badan 1,2 mm (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

Nimfa instar dua berwarna hitam dengan bintik putih. Pada instar II, nimfa mulai mencari makan, bergerombol pada satu atau dua buah polong. Lama stadium nimfa instar II rata-rata 3 - 9 hari dengan panjang badan 2,0 mm.

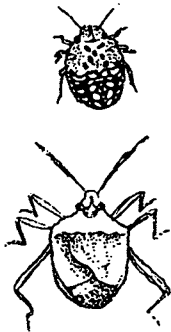
Nimfa instar III, warnanya berubah menjadi hijau berbintik hitam dan putih. Pada instar itu, nimfa masih bergerombol pada beberapa buah polong. Lama stadia nimfa instar III rata-rata 4,1 hari dengan panjang badan 3,6 mm.

Nimfa instar IV berwarna hijau, berbintik hitam dan putih. Nimfa mulai menyebar atau berpindah ke tanaman sekitarnya. Lama stadium nimfa instar IV rata-rata 4,5 hari dengan panjang tubuh 6,9 mm. Nimfa instar V berwarna hijau, berbintik hitam dan putih. Nimfa instar V ini merusak tanaman secara individual. Lama stadium nimfa instar V rata-rata 7,5 hari dengan panjang badan 10,2 mm (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

Lama stadium nimfa berkisar antara 21 - 28 hari dengan rata-rata 23 hari. Baik imago maupun nimfa instar III, IV dan V, pada pagi hari biasanya tinggal diam di permukaan daun bagian atas. Pada saat matahari mulai terik, serangga tersebut mulai turun ke bagian polong untuk makan dan berteduh (Tengkano dan Soehardjan, 1985) (Gambar 8a).

Gejala serangan

Nimfa dan imago menusuk polong dan biji dengan cara merusak kulit polong dan biji kemudian mengisap cairan biji. Serangan pada polong muda menyebabkan biji berkerut dan seringkali menyebabkan polong gugur. Serangan pada fase pertumbuhan polong dan pembentukan serta perkembangan biji menyebabkan biji dan polong hampa kemudian mengering. Serangan pada fase pengisian biji menyebabkan biji hitam dan busuk sedangkan serangan pada polong tua dan biji-bijinya telah terisi penuh menyebabkan kualitas biji turun oleh adanya bintik-bintik hitam pada biji atau kulit biji menjadi keriput. Gejala kerusakan pada biji dan kulit polong dapat dilihat dengan adanya bintik coklat pada biji maupun pada kulit polong bagian dalam (Tengkano dan Soehardjan, 1985). Biasanya serangga hama ini terdapat di pertanaman mulai permulaan pembentukan polong sampai mendekati panen. Serangan pada polong mulai terlihat pada umur 51 hari dan meningkat sampai panen (Harnoto *et al.*, 1983) (Gambar 8b).



Gambar 8a.

Nimfa instar II (atas) dan Nimfa instar V (bawah)



Gambar 8b.

Serangan pada fase pertumbuhan (1), serangan pada fase pengisian biji (2), serangan pada fase polong tua (3)

9. *Piezodorus rubrofasciatus* Fb. (Hemiptera : Pentatomidae).

Serangga hama ini umum disebut sebagai (*one banded stink bug*) (Tengkano, 1988). Di Indonesia, daerah penyebarannya meliputi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan. Di lapang, serangga ini dijumpai pada tanaman kacang hijau dan kacang panjang (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

Biologi

Telur diletakkan berkelompok pada permukaan daun bagian atas. Tiap kelompok terdiri dari dua baris, berkisar antara 9 - 42 butir. Telur berbentuk seperti tong, berwarna abu-abu kehitaman. Lama stadium telur rata-rata 4 hari (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

Nimfa *P. rubrofasciatus* terdiri dari lima instar. Nimfa instar I yang baru keluar dari telur diam berkelompok pada permukaan kulit telur. Pada saat tersebut, nimfa tidak makan dan untuk pertumbuhan dan perkembangannya memerlukan kelembaban udara 100%. Tubuh nimfa instar I berbentuk jorong, mula-mula berwarna jingga terang kemudian berubah menjadi kehitaman. Lama stadium instar I sekitar dua hari dengan panjang tubuh rata-rata 1,1 mm (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

Nimfa instar II berbentuk jorong dengan ukuran kepala lebih besar dan lebih panjang. Abdomen berwarna kemerahan dengan bercak-bercak hitam. Nimfa instar II mulai menyebar untuk mencari makan atau untuk menemukan polong pada rumpun tanaman tempat telur diletakkan. Panjang tubuh nimfa instar II rata-rata 2,23 mm dengan lama stadium berkisar antara 3 - 5 hari.

Nimfa instar III mempunyai kepala dan toraks berwarna agak coklat dengan garis-garis membujur di tengahnya berwarna terang. Bagian tubuh/badan berwarna kekuning-kuningan dengan bercak berwarna coklat kehijauan. Aktivitas makannya meningkat dengan gerakan yang makin aktif. Panjang tubuh instar III rata-rata 3,34 mm dengan lama stadium berkisar antara 2 - 4 hari (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

Nimfa instar IV mempunyai kepala berwarna coklat dan pada lapisan kulit terdapat garis-garis membujur berwarna coklat. Abdomen juga berwarna agak coklat dengan bercak-bercak yang melebar di bagian tengah. Warna bercak agak merah dengan diselingi warna coklat dan hijau. Aktivitas makannya semakin tinggi dibandingkan dengan instar III dan II. Panjang tubuh nimfa rata-rata 5,30 mm dengan lama stadium berkisar antara 3 - 4 hari (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

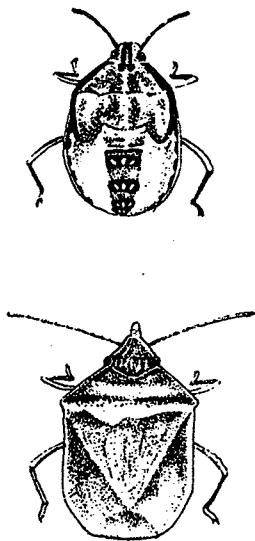
Warna tubuh nimfa instar V secara keseluruhan pucat kehijauan. Pada kepala terdapat garis membujur di pertengahan, melebar dan berwarna agak coklat. Pada

abdomen terdapat bercak putih yang dikelilingi warna kehitaman. Panjang nimfa rata-rata 8,59 mm dengan lama stadium sekitar 4 - 7 hari (Gambar 9a).

Imago berbentuk jorong dan ramping, berwarna hijau pucat. Ukuran tubuh berkisar antara 8,8 - 12,0 mm dengan rata-rata 10,3 mm. Antena berwarna agak kemerahan, mata berwarna merah gelap. Lama stadia imago berkisar antara 19 - 45 hari (Tengkano dan Soehardjan, 1985).

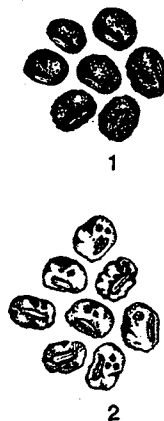
Gejala serangan

Baik nimfa maupun imago mempunyai tipe mulut menusuk mengisap dan keduanya menusuk polong dan biji pada semua stadia pertumbuhan polong dan biji pada semua stadia pertumbuhannya. Serangan pada awal pembentukan dan pertumbuhan polong menyebabkan polong gugur. Infestasi pada awal pembentukan dan pertumbuhan biji menyebabkan biji tidak bernas, polong hampa dan mengering. Serangan pada fase pengisian biji atau pada fase matang susu menyebabkan biji menjadi busuk dan hitam, sedangkan serangan pada akhir fase pengisian biji atau pada polong tua menyebabkan biji keriput, bercak hitam atau berbintik hitam (Tengkano dan Soehardjan, 1985)(Gambar 9b).



Gambar 9a.

Nimfa Instar II (atas) dan Nimfa Instar V (bawah)



Gambar 9b.

Serangan pada fase pengisian biji (1), serangan pada polong tua (2)

10. Kutu Thrips.

Selama ini masih kurang dikenal oleh petani karena ukurannya sangat kecil.

Tanaman kacang hijau yang terserang berat oleh Thrips menjadi keriting dan kerdil. Gejala ini pada umumnya sering dianggap karena serangan virus.

Penelitian Marwoto (1990) menunjukkan bahwa serangan Thrips dapat mencapai 60%, bahkan apabila serangannya berat tanaman menjadi puso.

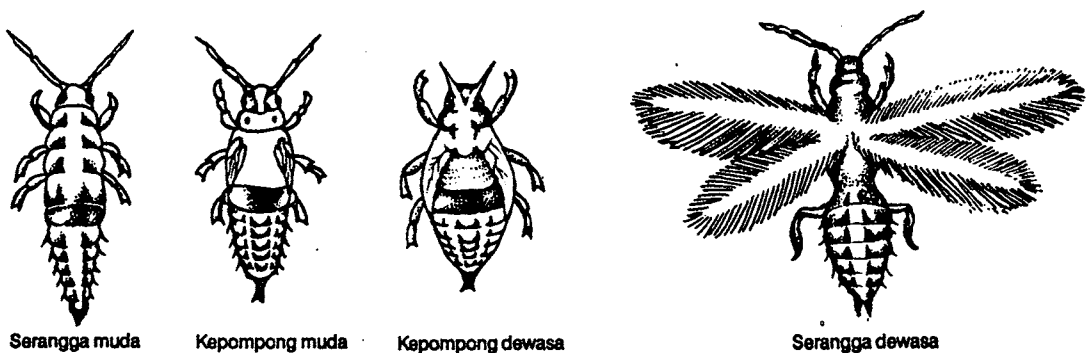
Di Indonesia hama ini ditemukan di Jawa Timur, Bali, NTB, NTT dan Sulawesi. Dikenal dengan beberapa nama daerah atas jejak yang tampak antara lain : "puret" (Jatim) dan "bor minyak" (Lombok) (Marwoto, 1990).

Biologi

Serangga ini berukuran sangat kecil : 1 - 2 mm berwarna hitam, kadang-kadang merah. Fase mudah kebanyakan berwarna putih, kuning atau merah. Ciri khusus yang dapat dilihat adalah dua pasang sayap sempit berjumbai seperti bulu ayam, mulut mengalami modifikasi untuk menoreh dan mengisap. Di samping itu terdapat jenis yang tidak bersayap (Gambar 10).

Di Indonesia, beberapa spesies dari genera thrips banyak ditemukan pada berbagai tanaman sebagai fitopag menyerang kuncup, bunga, batang muda dan polong muda.

Thrips berbiak secara kawin dan menghasilkan telur namun terdapat pula yang secara partenogenesis (tidak kawin). Serangga ini terbang dengan tidak baik. Beberapa spesies berpindah dengan meloncat. Angin dan cuaca sangat kering sangat membantu dalam penyebarannya.



Gambar 10. Kutu thrip instar muda sampai dewasa.

11. Kumbang *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera : Bruchidae).

Serangga ini merupakan hama pasca panen dan lazim disebut *Cowpea bruchid* (Tengkano, 1988). Kerusakan utama yang terjadi pada biji kacang hijau yang disimpan telah dilaporkan di beberapa negara, di antaranya di India (Sehgal dan Ujagir, 1987). Selain pada kacang hijau, hama ini juga menyerang biji *Vigna sinensis*, kacang gude (*Cajanus cajan*) dan kedelai (Kalshoven, 1981).

Biologi

Imago betina *C. chinensis* meletakkan telur sebanyak 13 - 84 butir dengan rata-rata 52,6 butir (Soekarna dan Adilisyah, 1984). Penelitian oleh Slamet (1983) mendapatkan hasil jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina sebanyak 732 butir. Telur berbentuk lonjong, agak transparan atau kekuning-kuningan (Soekarna dan Adilisyah, 1984), atau berwarna kelabu keputih-putihan (Slamet, 1983). Panjang telur sekitar 0,57 mm, berbentuk cembung pada bagian dorsal dan rata pada bagian yang melekat pada biji. Telur diletakkan pada permukaan biji dan direkatkan oleh semacam cairan perekat.

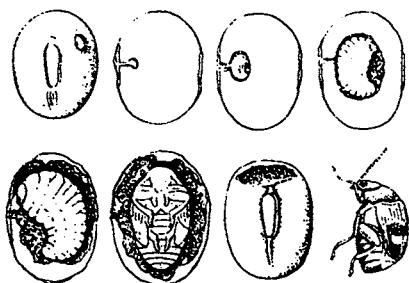
Larva keluar melalui bagian bawah kulit telur yang melekat pada biji (Soekarna dan Adilisyah, 1984) dengan menggunakan gigi rahangnya untuk merobek kulit telur (Slamet, 1983). Larva yang baru keluar dari kulit telur berwarna keputih-putihan. Setelah berada dalam biji, larva makan isi biji secara terus menerus dan hanya berhenti beberapa jam sebelum dan sesudah ganti kulit. Larva tetap tinggal di dalam biji sampai menjadi imago. Di dalam biji, larva mula-mula makan kotiledon di dekat kulit, selanjutnya agak masuk ke dalam tetapi tidak terlalu jauh dari lubang gerakan. Stadia larva berlangsung selama 10 - 13 hari, rata-rata 12,16 hari. Selanjutnya dikatakan pula bahwa terdapat empat instar selama masa perkembangan larva.

Bila pertumbuhan larva mencapai instar empat, larva telah memakan sebagian isi biji dekat kulit biji. Di bawah kulit biji yang telah dimakan isinya tersebut akhirnya larva menjadi pupa dan tetap berada di tempat tersebut sampai menjadi dewasa. Masa pupa di dalam biji kacang hijau berkisar antara 3 - 7 hari dengan rata-rata 5,9 hari (Slamet, 1983) (Gambar 11a).

Imago *C. chinensis* berukuran kecil, panjangnya kurang dari 5 mm, berbentuk bulat telur, cembung pada bagian dorsal dengan bagian kepala yang agak meruncing. Kumbang jantan mempunyai ukuran tubuh yang lebih kecil daripada kumbang betina. Panjang tubuh kumbang jantan antara 2,4 - 3 mm dan yang betina antara 2,76 - 3,48 mm. Kumbang yang baru keluar dari pupa tetap berada dalam biji kacang hijau untuk beberapa hari. Dua sampai tiga hari kemudian, dengan kepala dan tungkai depannya kumbang mendorong kulit biji yang telah digores dengan gigi rahangnya sehingga terlepas dan terbentuklah lubang. Kumbang kemudian keluar dari dalam biji melalui lubang tersebut (Slamet, 1983) (Gambar 11).

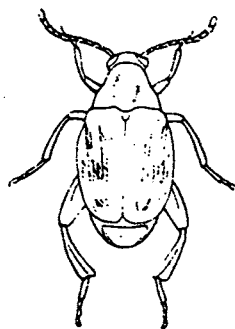
Gejala serangan

Selama stadia larva hingga menjadi imago, serangga ini hidup di dalam biji dengan memakan isi biji. Setelah imago siap berkopulasi, serangga tersebut keluar melalui lubang bundar dan sebagian atau seluruh isi biji kosong (Soekarna dan Adilsyah, 1984). Menurut Slamet (1983) biji kacang hijau yang sudah terserang hama *Callosobruchus chinensis* mutunya sangat menurun dan tidak dapat digunakan lagi sebagai bahan benih.



Gambar 10a.

Serangan kumbang *Callosobruchus chinensis* L. dalam biji kacang hijau.



Gambar 10b.

Imago *Callosobruchus chinensis* L.

PUSTAKA

1. Arifin, M. dan W.I.S. Waskito. 1986. Kepekaan ulat grayak (*Spodoptera litura*) terhadap Nuclear Polyhedrosis Virus. *Dalam* Syam, M. dan Yuswadi (eds.). Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Volume 1. Palawija. hal. 74-70.
2. Dina, S.O. 1978. *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Phyalidae) a pest of soybean in Nigeria. Tropical Grain Legume Buletin No. 11 dan 12. The Int. Grain Legume Information Centre IITA, PMB 5320. Ibadan Nigeria. hal 28-31.
3. Duke, J.A. 1929. Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum Press. New York & London.
4. Harnoto dan Yurida. 1986. Waktu pemberian monokrotofos terhadap *Ophiomyia phaseoli* Tryon pada kedelai. *Dalam* Syam, M. dan Yuswadi (eds). Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Volume 1. Palawija. hal. 104-107.

5. Harnoto, Tengkano, W. dan Dandi Sukarna. 1983. Hama utama kedelai dan cara penanggulangannya. *Dalam* Ismunaji, M., M. Syam, F. Bahar, A. Widjono, Sumarno, Suprpto, I. Prasaja, M. Machmud, S.O. Manurung, P. Mundy. (eds.) Peranan Hasil Penelitian Padi dan Palawija dalam Pembangunan Pertanian.
6. Marwoto, 1990. Pengendalian hama kutu Thrips tanaman kacang hijau. Seri Pengembangan No.03/05/90. Balittan Malang.
7. _____, E. Wahyuni dan K.E. Neering. Pengelolaan Pestisida dalam Pengendalian Hama Kedelai secara Terpadu. Monograf Balittan Malang No. 7. Balittan Malang 1991.
8. Harnoto, S. Soemarsono, RTM. Sutamihardja, dan M. Iman. 1985. Beberapa aspek biologi *Plusia chalcites* Esper (Lepidoptera, Noctuidae). Buletin Penelitian No 1 hal. 19-29.
9. Hidayat, O.O., E. Suryadi, dan Y. Ruchiyat. 1983. Nuri dan Manyar, dua varietas baru kacang hijau. Pemberitaan Penelitian. No 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. hal. 17.
10. Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of Crops in Indonesia. Revised and translated by P.A. van der Laan. Univ. of Amsterdam. PT. Ichtiar Baru - van Hoeve. Jakarta.

11. Marwoto. 1983. Pengaruh Waktu Tanam dan Penggunaan Jerami sebagai Penutup Tanah terhadap Tingkat Serangan Lalat Bibit (*Ophiomyia pbaseoli* Tryon) pada Tanaman Kedelai. Tesis S2 pada Fakultas Pertanian. Univ. Gajah Mada.
12. Mochida, O., K. Denan, dan A. Wahyu. 1979. The Distribution, color polymorphism and seasonal occurrence of the green stink bug, *Nezara viridula* L. (Heteroptera, Pentatomidae) in Indonesia. Makalah pada konggres Entomologi I. Jakarta, 9 - 11 Januari 1979.
13. Sumarno, I.M. Oka, N. Sunarlim, A.K. Makarim, Sharma, M. Syam, dan I. Manwan. 1988. National Coordinated Grain Legume Research Program. Workshop on the Nasional Coordinated Research Programs On Corn and Grain Legumes. Bogor, 21-23 Juni 1988.
14. Soekarna, D., dan Adisyah. 1984. Biologi *Callosobruchus chinensis* (L.), (Coleoptera : Bruchidae) pada biji kedelai varietas Mokat. Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. hal. 120-124.
15. Sehgal, V.K. and Ujagir, R. 1987. Insect Pests and Pest Management of Mungbean in India. Second International Symposium on Mungbean. Bangkok, 16-20 November 1987.
16. Soekarna, D. dan Harnoto. 1989. Pengendalian hama kedelai. *Dalam* Somaatmadja, S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung dan Yuswadi. Kedelai. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. hal 319-330.
17. Taylor, T.A. 1987. *Maruca testulalis* : An important pest of tropical grain legumes. *In* Singh, S.R., H.F. van Emden, and T.A. Taylor. Pests of Grain Legumes: Ecology and Control. Academic Press. London. hal. 193 - 200.
18. Shepard, M., R.J. Lawn and M.A. Scheider. 1983. Insects on Grain Legumes In Northern Australia. A survey of Potential Pests and their Enemies. Univ. of Quesland Press. St. Lucia, London, New York.
19. Tengkan, W. 1974. Hama Kacang-kacangan. Kumpulan Makalah Latihan Kacang-kacangan. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian.
20. Tengkan, W. dan Dunuyaali, M. 1976. Biologi dan Pengaruh tiga macam umur polong kedelai pada produksi telur *Riptortus linearis* F. Laporan Kemajuan Penelitian Seri Hama/Penyakit No 4. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bogor.
21. Tengkan, W., dan M. Iman. 1985. Strategi pengendalian lalat kacang *Ophiomyia pbaseoli* Tryon (Agromyzidae : Diptera) pada tanaman kedelai. *Dalam* Hardjosumadi, S., U.G. Kartasmita dan Yuswadi. Seminar Balittan Bogor tahun 1985 vol. 2 Padi dan Palawija. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
22. Tengkan, W. dan Soehardjan. 1985. Jenis hama utama pada berbagai fase pertumbuhan tanaman kedelai. *Dalam* Somaatmadja, S., M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung dan Yuswadi. Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

23. Tengkan, W. 1986. Identification and Bio-Ecology of Insect Pests of Soybean and Mungbean. Paper presented on Training Course on Integrated Pest Management of Legumes and Coarse Grains. FAO-BIOTROP. Bogor, July 15 - August 20, 1986.
24. Tengkan, W. 1988. Research Program of Insect Pest Management on Grain Legumes In Indonesia. Workshop on the National Coordinated Research Programs On Corn and Grain Legumes. Bogor, 21 - 23 Juni 1988.
25. Van der Goot, P. 1984. Agromyzid Flies of Some Native Legume Crops in Java. Tropical Vegetable Information Service. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhu, Tainan, Taiwan.

VI

PENGENDALIAN HAMA KACANG HIJAU

Marwoto ¹⁾

PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan sumber protein nabati penting di Indonesia. Luas areal pertanaman kacang hijau di Indonesia sudah mencapai ± 300.000 ha dengan produksi 240.000 ton atau rata-rata per hektar hanya 0,8 ton/ha. Hasil ini termasuk masih rendah dibandingkan dengan potensi hasil varietas unggul Nasional. Di petak percobaan, hasil kacang hijau varietas unggul Nasional mencapai 1,5 - 1,7 ton/ha.

Beberapa faktor utama yang menyebabkan terjadinya kesenjangan hasil, baik antara petak percobaan dengan di tingkat petani, maupun antara usahatani di suatu tempat dengan tempat yang lain adalah karena tingkat pengelolaan budidaya kacang hijau oleh petani yang masih rendah dan bervariasi, terutama dalam hal pengendalian hama. Usaha pengendalian hama di tingkat petani masih mengandalkan pestisida, karena pestisida dipandang mudah aplikasinya, mudah didapat dan hasilnya kelihatan. Walaupun pestisida telah banyak digunakan namun kegagalan dalam usaha menekan hama masih sering dijumpai. Kegagalan petani dalam mengelola hama di pertanaman kacang hijau adalah karena kurangnya penguasaan bioekologi hama dan mengenal gejala serangan secara dini. Hal tersebut menyebabkan sistem pemantauan hama tidak dapat berjalan dengan baik dan mengakibatkan tindakan pengendalian menjadi terlambat.

Kehilangan hasil akibat serangan hama pada tanaman kacang hijau dapat mencapai 60%, bahkan jika serangan berat, tanaman dapat tidak menghasilkan sama sekali (puso). Pendekatan usaha pengendalian hama kacang hijau dilakukan melalui prinsip pengendalian hama secara terpadu yakni: 1) menciptakan tanaman sehat, 2) mendayagunakan musuh alami, dan 3) pemantauan hama secara rutin.

HAMA UTAMA KACANG HIJAU

Lebih dari 20 jenis hama kacang hijau telah diketahui di Indonesia. Hama-hama tersebut ada yang menyerang pada fase pertumbuhan vegetatif atau generatif saja, tetapi ada pula yang menyerang pada kedua fase pertumbuhan tersebut. Dilihat

¹⁾ Staf Peneliti Perlindungan Tanaman Balittan Malang.

dari bagian tanaman yang diserang pada masa pertumbuhan vegetatif dan generatif serta status hama dapat dikelompokkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hama utama dan statusnya pada tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*).

Bagian tanaman yang diserang	Jenis hama	Status hama
I. Batang/Pucuk	1. <i>Ophtomyia pbaseoli</i> Tryon.	xxx
	2. <i>Melanagromyza sojae</i> Zehnt.	xx
	3. <i>Melanagromyza dolichostigma</i> de Meij.	x
II. Daun	1. <i>Agrotis ipsilon</i>	xx
	2. <i>Longitarsus suturellinus</i>	x
	3. <i>Phaedonia inclusa</i> Stall.	x
	4. <i>Bemisia tabaci</i> Gen.	x
	5. <i>Spodoptera litura</i> F.	xxx
	6. <i>Plusia chalcites</i> L.	x
	7. <i>Lamprosema indicata</i> F.	xx
	8. <i>Biloba subsectivella</i> Zell.	x
	9. <i>Aphis craccivora</i> Koch.	x
	10. <i>Empoasca</i> sp.	x
	11. <i>Thrips</i> sp.	xxx
	12. <i>Valanga nigricornis</i>	x
III. Polong	Pengisap	
	1. <i>Nezara viridula</i> L.	xxx
	2. <i>Piezodorus rubrofasciatus</i> F.	xxx
	3. <i>Riptortus linearis</i> F.	xxx
	Penggerek polong	
	1. <i>Etiella zinckenella</i> Tr.	x
	2. <i>Etiella bobsoni</i> Buth.	x
	3. <i>Heliothis armigera</i>	xx
	4. <i>Maruca testulalis</i> Geyer.	xxx
IV. Pasca panen	1. <i>Callosobruchus chinensis</i>	xxx

Status: x : Kurang penting; xx : Penting; xxx : Sangat penting.

Tinggi rendahnya populasi hama atau dominasi jenis hama dan berat kerusakan yang ditimbulkan bervariasi dari waktu ke waktu, dan bergantung pada keadaan lingkungan/iklim, serta pola pergiliran tanaman. Sebagai contoh dinamika populasi hama kutu Thrips yang menimbulkan gejala tanaman kerdil, dan keriting pada daun. Perkembangan populasi Thrips akan meningkat dengan cepat pada musim kering (kemarau), sedang pada musim hujan populasi akan semakin menurun bahkan lenyap.

PENGENDALIAN SECARA TERPADU

Pengendalian hama secara terpadu adalah memadukan berbagai metode pengelolaan hama dan tanaman dalam satu sistem perpaduan yang paling efektif untuk mencapai stabilitas produksi dengan kerugian seminimal mungkin bagi manusia dan lingkungan.

Pengendalian hama terpadu meliputi tiga prinsip yaitu (1) tanaman budidaya yang sehat, (2) pelestarian dan pendayagunaan musuh alami dan (3) pemantauan lahan/pertanaman secara rutin.

1. Tanaman budidaya sehat

Tanaman budidaya yang sehat dan kuat menjadi bagian yang penting dalam program pengendalian hama. Tanaman yang memperoleh cukup pupuk, pengairan, penyiangan gulma dan disertai pengolahan tanah yang baik sebelum masa tanam adalah dasar bagi pencapaian hasil yang tinggi.

Tanaman yang sehat dapat mengatasi kerusakan daun atau anakan karena serangan hama dengan membentuk daun atau anakan baru atau dengan pertumbuhan yang lebih kokoh dari anakan yang tidak rusak.

2. Pelestarian dan pendayagunaan musuh alami

Kemampuan musuh alami yang terdiri dari parasitoid, predator dan patogen, sebenarnya mampu mengendalikan lebih dari 90% populasi serangga agar tetap berada pada jumlah yang tidak merugikan. Pengendalian hama terpadu secara sengaja mendayagunakan musuh alami sebagai pengendali ledakan populasi serangga hama.

3. Pemantauan lahan secara rutin

Masalah hama timbul karena kombinasi faktor-faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan populasinya. Untuk mengetahui keadaan ekosistem lahan

yang selalu berubah dan berkembang dalam pengendalian hama terpadu dilakukan pemantauan lahan secara rutin.

Setiap lahan memiliki ekosistem dengan ciri khas tersendiri, sehingga setiap petani perlu memiliki keterampilan untuk memantau lahannya sendiri dan mengambil tindakan pengendalian hama yang tepat, praktis serta menguntungkan sesuai dengan komponen pengendalian yang tersedia.

METODE KOMPONEN PENGENDALIAN

1. Varietas tahan

Uji ketahanan varietas-varietas kacang hijau terhadap hama-hama penting telah dilakukan dan sedang berjalan. Namun sampai saat ini informasi tentang varietas yang tahan terhadap serangan hama belum banyak didapatkan. Ketahanan suatu varietas terhadap hama di lapang disebabkan oleh tiga hal yaitu preferensi, antibiosis dan toleran.

Ketahanan yang disebabkan oleh preferensi artinya disukai; sifat-sifat suatu varietas disukai oleh serangga hama untuk tempat bertelur, berkembang ataupun sebagai makanan. Antibiosis adalah efek-efek buruk dan merusak kehidupan serangga yang diakibatkan karena makan varietas tanaman sebagai inangnya. Sedang toleran adalah dasar ketahanan tanaman inang yang menunjukkan kemampuan untuk tumbuh atau sembuh kembali dari kerusakan.

Hasil penelitian ketahanan varietas kacang hijau terhadap hama gudang kumbang bubuk *Callosobruchus chinensis* menunjukkan bahwa varietas Arta Ijo lebih tahan terhadap serangan hama gudang dibandingkan dengan varietas unggul yang lain (Tabel 2). Sedang varietas Merak, No 129 dan Betet peka terhadap serangan kumbang *Callosobruchus chinensis*. Preferensi peletakan telur kumbang bubuk dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik biji kacang hijau. Varietas kacang hijau yang mempunyai kulit biji licin, mengkilap dan berukuran besar, kecuali pada Merak, Betet dan No 129 sangat disukai kumbang untuk tempat bertelur.

2. Pola bercocok tanam

Pengendalian hama dengan cara bercocok tanam dilakukan dengan menggunakan teknik budidaya tanaman sedemikian rupa sehingga hama itu tidak mendapat kesempatan untuk merusak tanaman atau menekan perkembangannya sehingga populasi tetap rendah. Untuk mengendalikan hama dengan cara ini, perlu

Tabel 2. Jumlah kumbang bubuk *Callosobruchus chinensis* dewasa dan kriteria ketahanan pada delapan varietas kacang hijau.

Varietas	Jumlah kumbang per 100 biji	Kriteria ketahanan
Merak	86	peka
Bhakti	63	agak tahan
No. 129	103	peka
Arta ijo	56	tahan
Manyar	60	agak tahan
Betet	93	peka
Nuri	75	agak tahan
Siwalik	74	agak tahan
SD	17	
Rata-rata	88	

Sumber: Marwoto dan Hendarwati, 1986.

lebih dahulu diketahui cara dan siklus hidup hama dengan seksama. Pada cara ini umumnya menggunakan faktor makanan hama sebagai faktor penekan populasi. Termasuk dalam cara pengendalian ini di antaranya adalah : pergiliran tanaman dan tertib tanam. Pergiliran tanaman bertujuan untuk memutus siklus hidup hama, sehingga hama tidak dapat berkembang biak secara terus menerus. Sedang tertib tanam bertujuan agar suatu serangan hama tidak dapat berkembang biak secara berkesinambungan sebab masa peka tanaman terhadap suatu jenis serangga terdapat dalam satu waktu yang pendek. Keceragaman waktu tanam dalam areal yang luas menjadikan daerah sebaran suatu hama menjadi luas, sehingga populasi serangga menjadi rendah dan kerusakan yang ditimbulkan juga rendah.

Cara bercocok tanam kacang hijau menggunakan jerami sebagai mulsa dapat mengurangi serangan lalat bibit kacang. Hasil penelitian pada kedelai dengan menggunakan mulsa jerami dapat menekan tingkat serangan lalat kacang sebesar 50% (Tabel 3).

Pengendalian kutu Thrips *sp* dapat dilakukan dengan mengatur waktu tanam. Waktu tanam yang tepat adalah menjelang akhir musim hujan. Tanam pada bulan kering tanaman akan terserang kutu thrips yang parah dan menyebabkan tanaman kerdil, daun keriting dan pembentukan polong terhambat.

Tabel 3. Pengaruh penggunaan mulsa jerami terhadap serangan lalat bibit (*Ophiomyia phaseoli* Tryon) pada kedelai. Jambegede, 1982.

Perlakuan	Tingkat serangan (%)
Dengan jerami	11,69 a
Tanpa jerami	23,78 b

Sumber: Marwoto, 1983.

3. Cara mekanis

Pengendalian cara mekanik dan fisik adalah pengendalian yang menggunakan faktor mekanik dan fisik, misalnya pengambilan kelompok telur ulat grayak, atau kelompok ulat grayak instar muda yang masih berkelompok, sangat mudah dilakukan karena mudah dilihat dan mencegah berkembangnya lebih luas. Agar cara ini lebih efektif diperlukan pengetahuan bioekologi hama yang menyerang tanaman tersebut.

4. Pengendalian secara hayati (musuh alami)

Musuh-musuh alami yang terdiri atas predator, parasit dan jasad renik seperti bakteri, cendawan dan virus merupakan salah satu faktor yang dapat mengurangi atau menekan populasi hama. Kemampuan musuh alami tersebut sebenarnya mampu mengendalikan lebih dari 99% populasi serangga agar tetap berada pada jumlah yang tidak merugikan.

Beberapa musuh alami dan parasit telur dari hama lalat kacang (*Ophiomyia phaseoli* Tryon) adalah *Agromyzae* Dodd, *Eurytoma poloni*, *Eurytoma* sp. dan Cynipid. Telur hama pengisap polong *Nezara viridula* dan *Riptortus linearis* dapat diparasit oleh *Ooencyrtus malayensis* Ferr. dan telur *Spodoptera litura* dapat diparasit oleh *Telenomus spodopterae*.

5. Pengendalian dengan insektisida

Pengendalian hama dengan insektisida memerlukan biaya yang cukup tinggi. Untuk lebih meningkatkan efektifitas dan mencegah pemborosan pestisida, maka dalam pelaksanaan pengendalian hama perlu diperhatikan:

- jenis hama dan gejala serangannya, populasi dan periode peka hama.
- waktu yang tepat meliputi tingkat serangan, stadia pertumbuhan tanaman.
- pemakaian/aplikasi pestisida yang teliti dan semua partikel pestisida dapat menyentuh seluruh bagian tanaman.
- konsentrasi dan dosis yang tepat.

Beberapa hasil penelitian teknik aplikasi insektisida untuk mengendalikan hama utama yang menyerang tanaman kacang hijau sebagai berikut.

a. Lalat bibit kacang hijau *Ophiomyia phaseoli* Tryon.

Upaya peningkatan efektifitas aplikasi pestisida untuk mengendalikan lalat kacang adalah berdasarkan populasi hama yang ada dan periode peka tanaman terhadap hama. Lalat kacang meletakkan telur paling banyak pada umur 4 - 5 hari setelah tanam dan dua hari kemudian telur menetas. Saat aplikasi yang terbaik adalah apabila dijumpai lalat kacang dewasa satu ekor per 5 meter baris pada pagi hari pada tanaman umur 4 - 10 hari. Jika daerah tersebut merupakan daerah endemi serangan lalat kacang, maka usaha pengendalian dapat dilakukan dengan perawatan benih (*seed treatment*) menggunakan insektisida.

Aplikasi insektisida yang disemprotkan dan perawatan benih serta insektisida yang diberikan dalam tanah pada saat tanaman umur 30 hari efektif menekan populasi lalat kacang (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh pestisida terhadap lalat kacang *O. phaseoli* Tryon.

Perlakuan	Dosis (l/kg/ha)	Populasi larva dan kepompong pada 30 hari
Reldan 24 EC	2,5	7,67 b
Dursban 20 EC	2,5	6,67 b
Azodrin 15 WSC	2,5	6,23 bc
Nurelle 25 EC	1,0	4,33 cd
Marshal (<i>seed treatment</i>)	-	6,00 bc
Kontrol	-	11,00 a
Petrofur 3 G	8	7,00 a
Petrofur 3 G	17	10,20 a
Petrofur 3 G	34	9,60 a
Furadan 3 G	17	13,40 b
Kontrol	-	29,80 c

b. Hama perusak daun

Hama perusak daun kacang hijau kebanyakan dari jenis ulat yang memakan daun. Untuk lebih meningkatkan efektifitas pengendalian ulat daun dengan insektisida adalah aplikasi insektisida berdasarkan populasi hama, kerusakan daun dan stadia peka dari ulat pemakan daun. Aplikasi pestisida dapat dilakukan apabila dijumpai kerusakan daun 20% pada tanaman umur 5 - 15 hari dan 15% pada tanaman umur 15 - 40 hari atau populasi ulat 10 ekor per 20 rumpun. Saat aplikasi insektisida yang tepat adalah pada saat ulat belum mencapai instar tiga (panjang ulat kurang dari 3 cm), karena pada stadia tersebut paling peka terhadap pestisida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua jenis insektisida cukup efektif membunuh ulat instar pertama, tetapi terhadap ulat lebih dari instar tiga berbeda tingkat mortalitasnya tergantung dari jenis insektisida dan efektifitas berkurang (Tabel 5).

Di samping hama ulat daun, hama kutu daun jenis *Thrips* sp. juga sangat berbahaya terhadap pertumbuhan tanaman kacang hijau. Kutu *Thrips* menyebabkan daun keriting, tanaman kerdil dan pertumbuhan polong terhambat. Tanpa pengendalian dengan insektisida pada musim kemarau hama ini dapat menyebabkan tanaman puso. Perkembangan populasi hama *Thrips* sangat cepat pada musim kemarau. Berdasarkan hasil penelitian pengendalian yang paling efektif adalah dengan insektisida Monokrotofos yang diaplikasikan pada saat tanaman mulai menunjukkan gejala keriting. Aplikasi berdasarkan gejala serangan cukup baik menekan kehilangan hasil dan menghemat pestisida (Tabel 6).

Tabel 5. Pengaruh beberapa insektisida terhadap populasi hama daun.

Perlakuan	Dosis (l/ha)	Populasi hama per 30 tanaman		
		<i>Lamprosema</i> sp.	<i>Spodoptera</i> sp.	<i>Plusia</i> sp.
Atabron 50 EC	2,0	9,75 bc	5,50 ab	3,50 bc
Atabron 50 EC	1,0	7,00 bc	4,75 ab	5,00 b
Atabron 50 EC	0,5	9,50 bc	3,75 a	2,75 c
Matador 25 EC	1,0	9,75 bc	4,50 ab	4,00 bc
Matador 25 EC	0,5	5,25 c	5,00 ab	2,50 c
Matador 25 EC	0,25	11,50 b	5,25 ab	2,25 c
Bayrusil 250 EC	2,0	9,25 bc	6,25 b	2,50 c
Kontrol	-	18,75 a	10,50 c	7,75 a

Sumber: Marwoto, 1986.

Tabel 6. Pengaruh cara aplikasi pestisida terhadap populasi kutu *Thrips*, tinggi tanaman dan hasil biji kering

Perlakuan	Populasi kutu Thrips		Tinggi tanaman (cm)	Hasil biji (t/ha)
	7 HST	24 HST		
Lengkap	13 a	20 a	67,7 b	1,47 d
Lengkap generatif	33 c	296 b	40,2 a	0,62 b
Lengkap vegetatif	23 b	23 a	64,7 b	1,43 c
Praktis	20 ab	89 a	65,6 b	1,24 c
Pemantauan	16 ab	109 a	62,9 b	1,29 c
Kontrol	31 c	598 c	36,5 a	0,26 a
BNT 5%	8,8	184,89	12,29	

Lengkap : setiap minggu sekali

Lengkap generatif : dikendalikan saat generatif

Lengkap vegetatif : dikendalikan saat vegetatif

Praktis : - vegetatif : 8 kg carbofuran 3G/ha waktu tanam
- generatif: karbaril 85 SP umur 28 dan 45 HST

Pemantauan : 3 x aplikasi berdasarkan gejala.

Sumber : Marwoto dkk., 1990

c. Hama perusak polong

Hama penggerek polong tanaman kacang hijau yang penting adalah *Maruca testulalis*, *Etiella* sp dan *Heliothis armigera*, sedang pengisap polong adalah *Riptortus linearis* dan *Nezara viridula*. Penggerek dan pengisap polong biasanya menyerang bersama-sama. Hama-hama tersebut meletakkan telurnya pada saat tanaman kacang hijau mulai berbunga. Untuk meningkatkan efektifitas pengendalian dengan insektisida diperlukan pemantauan hama secara dini dan dicari saat stadia pertumbuhan hama yang peka atau larva/nimfa perusak polong muda. Larva/nimfa muda relatif lebih peka terhadap insektisida daripada larva/nimfa instar tua. Aplikasi insektisida terhadap penggerek polong *Maruca testulalis* dapat di lakukan apabila terdapat satu bunga rusak oleh ulat penggerek polong tersebut.

Hasil penelitian efikasi beberapa insektisida terhadap kerusakan polong kacang hijau telah banyak dilakukan di dalam maupun di luar negeri. Beberapa insektisida cukup efektif untuk menekan kerusakan polong kacang hijau (Tabel 7).

Tabel 7. Efikasi beberapa insektisida terhadap tingkat kerusakan hama perusak polong kacang hijau di India pada tahun 1985.

Perlakuan	Dosis	Tingkat kerusakan polong (%)
Carbofuran 3G	1 kg bahan aktif/ha	6,7
Phorate 10G	1 kg bahan aktif/ha	7,2
Phosphamidon 100 EC	0,03%	4,4
Endosulfan 35 EC	0,07%	3,3
40 EC	0,04%	3,4
Methyl-0-demeton 25 EC	0,025%	3,7
Dimethoate 30 EC	0,03%	4,7
Deltametrin 28 EC	0,03%	2,9
Kontrol		10,4

KESIMPULAN

Kehilangan hasil kacang hijau akibat serangan hama dapat mencapai 60% bahkan puso, apabila tidak dilakukan tindakan pengendalian. Pendekatan dalam sistem pengendalian hama tanaman kacang hijau dapat didekati dengan prinsip pengendalian hama terpadu yaitu:

1. Tanaman sehat
2. Mendayagunakan musuh alami
3. Pengendalian hama secara rutin.

Hasil pemantauan hama secara rutin akan menentukan penggunaan komponen pengendalian hama secara terpadu, terutama penggunaan pestisida sebagai senjata pamungkas. Aplikasi pestisida secara bijaksana memerlukan pengetahuan :

- identifikasi hama dan gejala serangan;
- waktu aplikasi disesuaikan dengan bioekologi hama;
- aplikasi pestisida yang teliti;
- insektisida dan dosis yang tepat.

Dengan memahami prinsip pengendalian secara terpadu akan diperoleh manfaat: menekan kehilangan hasil, melestarikan lingkungan atau melindungi parasit/predator, hemat pestisida dan keuntungan bertambah.

PUSTAKA

1. Marwoto dan K.E. Neering. 1989. Kehilangan hasil dan pengendalian hama dengan insektisida pada tanaman kacang hijau. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan, 1989. Balittan Malang.
2. Marwoto dan Era Wahyuni. 1990. Pengendalian gejala keriting pada tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Makalah Balittan Malang No. 90-105.
3. Marwoto, Era Wahyuni dan K.E. Neerung. 1990. Pengendalian Bor Minyak pada tanaman kacang hijau di Lombok. Perbaikan Teknologi Tanaman Pangan. Risalah Lokakarya di Mataram 11-13 September 1990. Balittan Malang dan Diperta Tk. I NTB.
4. Marwoto dan Hendarwati S. 1987. Ketahanan delapan varietas kacang hijau terhadap serangan hama kumbang bubuk (*Callosobruchus chinensis* L.) . Penelitian Palawija 2(2):
5. Marwoto. 1983. Pengaruh Waktu Tanam dan Penggunaan Jerami sebagai Penutup Tanah terhadap Tingkat Serangan Lalat Bibit *Ophiomyia phaseoli* Tryon. pada Tanaman Kedelai. Tesis S2 UGM Yogyakarta.
6. Litsinger, J.A. 1982. Developing insect control recommendations for cropping pattern in the Philippines in 1980. Workshop on cropping system research in Asia. IRRI.
7. Sehgal, V.K and Ram Ujagir. 1987. Insect pests and pest management of mungbean in India. Mungbean Procceding of the Second Int. Symp. Bangkok. Thailand, 16-20 Nov.1987.
8. Tengkano, W. 1986. Identification and Bioecology of Insect Pests of Soybean and Mungbean. Training Course on Integrated Pest Management of Legumes and Coarse Grain. FAO Biotrop, Bogor, July 15- Agust 20, 1986.

VII

PENYAKIT KACANG HIJAU DAN PENANGGULANGANNYA

Sri Hardaningsih, Yuliantoro Baliadi dan Nasir Saleh ¹⁾

Kacang hijau tumbuh dengan baik di daerah tropis seperti di Asia Tenggara dan India. Sejak tanaman ini dibudidayakan banyak penyakit muncul dan menyebabkan penurunan hasil.

Penyakit kacang hijau disebabkan oleh organisme parasitik seperti jamur, bakteri dan virus yang menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kurang baik dan kehilangan kemampuan untuk berproduksi tinggi. Penyebaran dan tingkat serangan penyakit tergantung pada kondisi lingkungan seperti temperatur dan kelembaban, tanaman inang dan media penularan. Biasanya penyakit kacang hijau tidak muncul setiap tahun pada satu lokasi dan juga tidak selalu ditemukan muncul bersama-sama di pertanaman kacang hijau.

Sebanyak 26 penyakit dilaporkan menyerang pertanaman kacang hijau. Kebanyakan ditemukan di daerah tropis dan sub tropis Asia.

Pengendalian penyakit ditekankan dengan penggunaan varietas tahan sejak diketahui biaya penggunaan senyawa kimia sering tidak terjangkau oleh petani, kurang ekonomis terhadap beberapa penyakit, dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

Dalam tulisan ini diketengahkan penyakit-penyakit penting tanaman kacang hijau yang disebabkan oleh jamur dan virus yang terdapat di Indonesia dan beberapa di antaranya dapat menurunkan hasil sehingga memerlukan pengendalian.

PENYAKIT OLEH JAMUR

Karakteristik jamur

Jamur merupakan mikro organisme yang tidak berklorofil, oleh sebab itu tidak dapat mengadakan fotosintesis untuk memproduksi bahan organik. Bahan organik sebagai sumber energi dan pertumbuhannya diperoleh dari tumbuhan dan hewan. Jamur memperoleh bahan makanan dengan berbagai cara. Golongan saprofit menggunakan bahan organik yang berasal dari bahan hayati; golongan parasit akan dapat tumbuh dalam tumbuhan hidup. Sedangkan golongan parasit fakultatif, yang

¹⁾ Masing-masing Staf Peneliti Penyakit Tanaman Balittan Malang

jumlahnya paling banyak, dapat hidup secara saprofit pada jaringan mati atau hidup sebagai parasit. Golongan lainnya bersifat parasit obligat yaitu hanya tumbuh pada tanaman yang masih hidup dan tidak dapat tumbuh dalam media buatan. Jamur menghasilkan benang yang disebut hifa yang berkembang membentuk miselium dan berkembang biak dengan memproduksi spora. Spora ini diberi nama menurut kelas jamur, misalnya konidia, askuspora, uredospora dan sebagainya. Spora mudah tersebar oleh angin, aliran atau percikan air, kegiatan manusia dan hewan. Jamur dapat menginfeksi tanaman melalui stomata, hidatoda, lenti sel, melalui luka, ataupun menembus langsung permukaan sel tanaman. Gejala penyakit yang disebabkan jamur umumnya menyebabkan bercak maupun hawar, klorosis, busuk ataupun layu. Gejala penyakit terjadi karena pengaruh racun jamur, berkurangnya makanan inang ataupun terjadinya hambatan pengangkutan makanan.

1. Penyakit bercak daun *Cercospora*

PENYEBAB : *Cercospora canescens*

GEJALA

Timbul bercak yang berwarna coklat muda sampai coklat tua di tepinya sedang di tengahnya berwarna abu-abu (Gambar 1). Bercak berbentuk tidak teratur sampai bulat, ukuran bervariasi tergantung pada jenis isolat jamur dan tanaman inangnya. Bercak-bercak ini dapat bertambah besar dan kemudian menyatu sehingga bercak menjadi lebih besar dan mengakibatkan daun mengering dan rontok. Defoliasi awal ini akan menyebabkan penyusutan ukuran polong dan biji. Seluruh fase pertumbuhan kacang hijau peka terhadap serangan jamur ini. Di lapangan, umumnya gejala penyakit timbul pada umur 30 - 35 hari setelah tanam.

EPIDEMIOLOGI

Penyakit dapat ditularkan melalui biji yang terinfeksi. Sporulasi jamur terbanyak terjadi pada suhu 27°C dan kelembaban relatif 96%. Bercak pada daun akan bertambah selama pembungaan sampai pengisian polong (Ilag, 1978).

PENGENDALIAN

1. Menanam varietas tahan seperti Nuri, Manyar, Walet, Gelatik (Anonymous, 1983, 1985).
2. Menggunakan fungisida Benlate 50 WP sebanyak 0,5 g/l air pada waktu tanaman berumur 30 dan 40 hari (Quebral, 1978).



Gambar 1. Gejala penyakit bercak daun *Cercospora*

2. Penyakit embun tepung

PENYEBAB : *Erysiphe polygoni*.

GEJALA

Dapat timbul pada seluruh bagian tanaman kecuali akar, berupa bercak coklat yang tertutup oleh tepung berwarna putih, yang terdiri atas miselium dan spora jamur (Gambar 2). Bila serangan hebat daun akan menjadi kering dan rontok, polong tidak terbentuk. Jika telah terbentuk, pertumbuhan polong terhenti dan akan menghasilkan biji yang kecil.

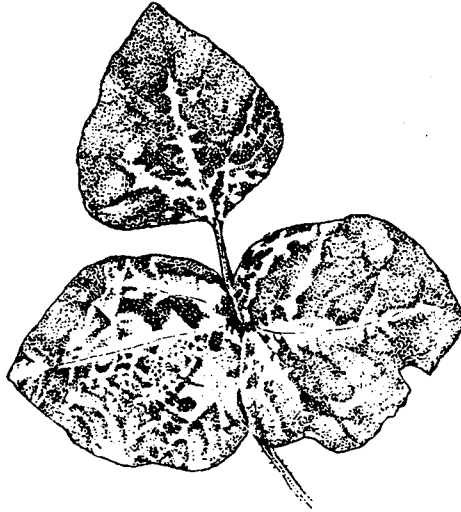
EPIDEMIOLOGI

Penyakit menghebat terutama pada musim kemarau dengan cuaca yang dingin dan kelembaban relatif di atas 80%. Air dibutuhkan untuk perkecambahan spora, sedangkan cahaya matahari diperlukan untuk sporulasi dan angin untuk penyebaran penyakit.

PENGENDALIAN

1. Menanam varietas tahan seperti Walet, Mlg 431, Mlg 234 (Anonymous, 1985; Hardaningsih, 1989).

2. Menggunakan fungisida : tepung belerang (3 kg/ha) dengan interval 10 hari dimulai pada waktu gejala muncul atau Benlate 50 WP dengan interval 10 hari pada umur 30 - 50 hari sebanyak 0,5 g/l air. Dapat juga dengan Benlate 50 WP sebanyak 1cc/l disemprotkan pada tanaman waktu berumur kira-kira 3 minggu (Quebral, 1978).



Gambar 2. Gejala serangan embun tepung

3. Penyakit karat

PENYEBAB: *Uromyces* sp.

GEJALA

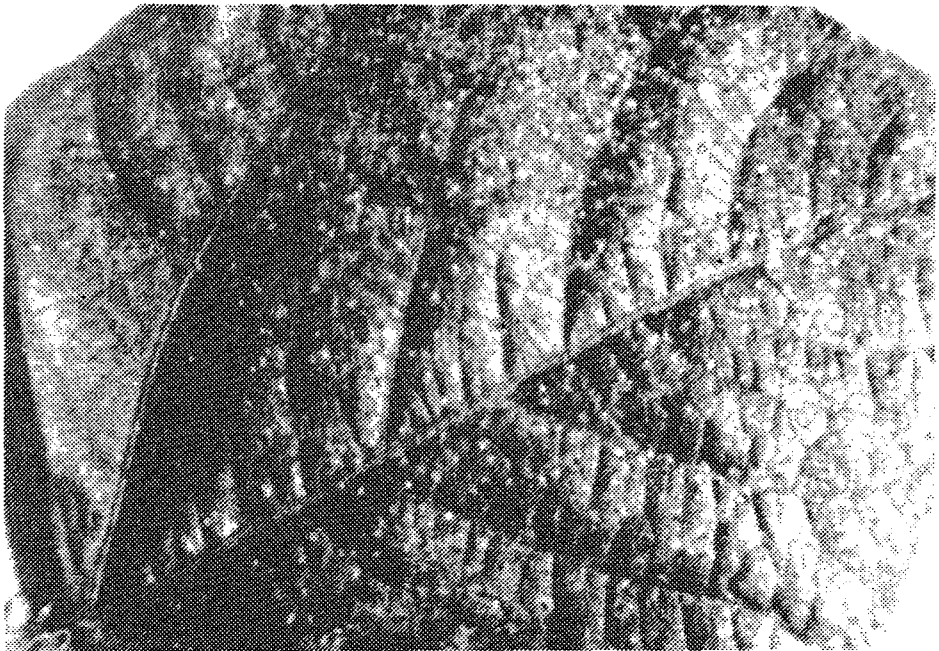
Mula-mula bercak kecil berwarna terang pada kedua permukaan daun. Dalam beberapa hari bercak akan berubah bentuk menjadi bintil-bintil berwarna coklat kemerahan sebesar jarum (Gambar 3). Bintil tersebut berisi kumpulan uredospora yang terdapat pada permukaan atas dan bawah daun. Bintil tersebut dikelilingi oleh daerah lingkaran berwarna kuning (halo). Daun yang terinfeksi akan mengering dan akhirnya rontok.

EPIDEMIOLOGI

Uredospora merupakan alat perkembangbiakan jamur karat. Spora berkecambah membentuk tabung kecambah dan menembus langsung epidermis. Daun yang terinfeksi menjadi klorotik atau bercak dalam waktu kira-kira 5 hari dan uredium akan terbentuk 10 - 14 hari setelah infeksi. Kemudian setelah uredium masak siap untuk mengeluarkan spora. Spora disebarkan oleh angin dan akan menginfeksi tanaman selanjutnya.

PENGENDALIAN

1. Menanam varietas tahan seperti Nuri, Manyar (Anonymous, 1983).
2. Menggunakan fungisida Dithane M45 atau Bayleton sebanyak 2 g atau 2 cc/l air pada umur 25, 35 dan 45 hari (Anonymous, 1988).



Gambar 3. Gejala serangan karat

4. Penyakit kudis

PENYEBAB : *Elsinoe iwatae*.

GEJALA

Dapat timbul pada daun, batang, tangkai daun dan polong. Bila tanaman terserang hebat, daun muda yang terinfeksi akan mengeriting dan tanaman menjadi kerdil.

Pada Daun

Bercak bulat kecil 1 - 2 mm berwarna coklat sampai coklat kemerahan. Di sekeliling bercak sering nampak klorotis. Bercak dapat melebar sampai 3 - 5 mm dan kadang-kadang berbentuk agak menyudut. Pada stadium lanjut, bagian tengah bercak berubah warna menjadi abu-abu dan berlubang. Umumnya bercak berada atau di sekitar tulang daun.

Pada batang

Bercak berbentuk bulat sampai bulat panjang, 3 - 5 mm, berwarna abu-abu sampai putih keabu-abuan di tengah dan dikelilingi batas yang coklat kemerahan. Kadang-kadang bercak menyatu dan panjangnya mencapai lebih dari 1 cm dan sejajar sumbu batang (Gambar 4a).

Pada polong

Bercak pada polong muda cekung, bulat panjang atau tidak beraturan. Ukuran bervariasi 5 - 8 mm, berwarna coklat tua sampai coklat kemerahan dan tengahnya abu-abu (Gambar 4b). Bila polong masak warna akan berubah menjadi lebih muda.

EPIDEMIOLOGI

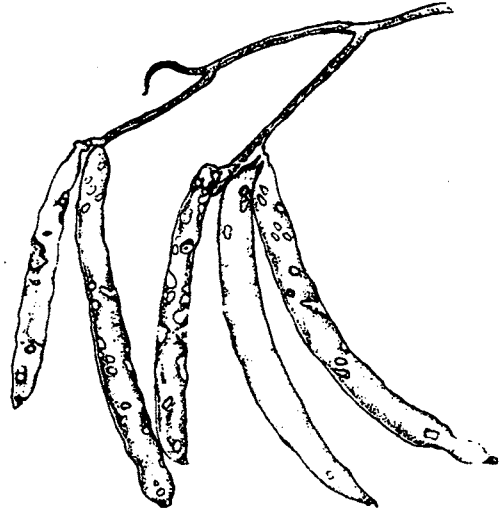
Jamur *E. iwatae* dapat menginfeksi *Dolichos lablab* dan *Phaseolus angularis*. Species lain *Elsinoe* dapat menyerang tanaman kacang-kacangan lain, misalnya *E. dolichi*, *E. calopogoni*, *E. canavaliae*, *E. sesbaniae* berturut-turut menyerang tanaman komak, *Calopogonium*, *Canavalia* dan *Sesbania*. Gejala serangan akan muncul 7 - 9 hari setelah infeksi. Jamur ini akan memproduksi spora yang melimpah di media *Corn Meal Agar* (CMA), tetapi pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) sangat lambat pertumbuhannya tanpa membentuk spora.

PENGENDALIAN

1. Menanam varietas tahan seperti CRIA Acc no. 9/2 dan no. 5/2 (Amir, 1978).
2. Menggunakan fungisida Bavistin, Benlate dan Topsin M sebanyak 0,4 kg, 0,5 kg dan 1 kg/ha/aplikasi pada waktu tanaman berumur 20, 30 dan 50 hari (Amir, 1978).



Gambar 4a. Gejala serangan kudis pada batang



Gambar 4b. Gejala serangan kudis pada polong

5. Penyakit Rhizoctonia

PENYEBAB: *Rhizoctonia solani* Kuhn.

GEJALA

Jamur ini menyebabkan dua macam penyakit, rebah kecambah dan busuk daun.

Rebah kecambah

Pada bibit timbul bercak kemerahan pada pangkal batang dan akar, sedikit di bawah permukaan tanah. Kemudian bercak melebar dan menjadi cekung sehingga dapat menyebabkan tanaman mati (Gambar 5).

Busuk daun

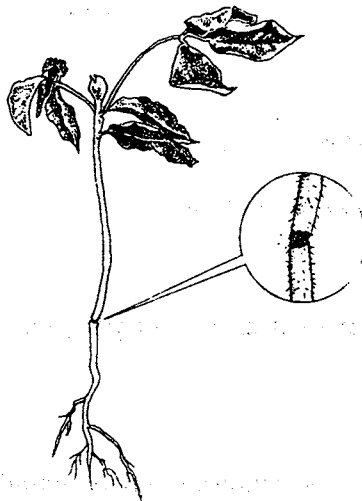
Mula-mula timbul bercak-bercak cekung kecil, bulat 1 - 3 mm. Bercak makin lama makin melebar dan menyebabkan daun beserta tangkainya membusuk berwarna coklat kehitaman.

EPIDEMIOLOGI

Kedua penyakit ini akan banyak terdapat bila keadaan tanah selalu basah karena drainase kurang baik. Curah hujan yang diikuti dengan kelembaban tinggi dan keadaan hangat sangat mendukung perkembangan penyakit. Jamur ini mempunyai banyak tanaman inang di antaranya adalah padi, jagung, kacang tanah, kedelai, dan kacang tunggak. Jamur bertahan dengan membentuk sklerotia.

PENGENDALIAN

1. Mengusahakan drainase yang baik dengan membuat guludan dan selokan sehingga tanah tidak selalu basah berlebihan (Anonymous, 1989).
2. Menggunakan fungisida untuk perawatan benih atau diberikan pada tanamannya (Anonymous, 1989).
3. Secara biologis, dengan memberi biakan berumur 1 minggu jamur *Trichoderma harzianum* pada pangkal batang, untuk menghindari serangan rebah kecambah (Hardaningsih, *et al.*, 1991).



Gambar 5. Gejala serangan rebah kecambah
Sumber : Ilag. 1978.

6. Bercak Daun Menyudut (*Angular leafspot*)

PENYEBAB : *Protomyces patelii* Pavgi dan Thirumalachar.

GEJALA:

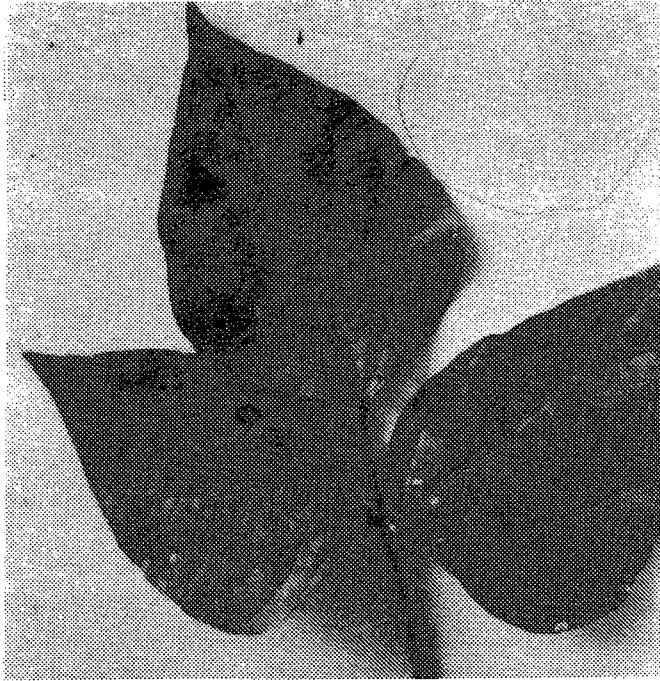
Pada daun timbul bercak menyudut yang dibatasi oleh tulang daun, berukuran 3-4 x 6-8 mm berwarna ungu kehitaman. Pada permukaan bagian bawah daun bercak tersebut mirip dengan gejala yang disebabkan oleh *Cercospora* sp. (Gambar 6), tetapi pada bagian tersebut didapatkan kumpulan klamidospora yang berbentuk bulat 20-30 x 14-26 um, dinding selnya sangat tebal dan bergerigi. Klamidospora ini terletak di bawah epidermis pada permukaan bawah daun.

EPIDEMIOLOGI

Penyakit ini termasuk relatif baru di Indonesia dan pertama kali ditemukan di Madura (Hardaningsih, 1990) dan kemudian didapatkan juga di Lumajang (Hardaningsih, 1990a) dan di Bali oleh Neering (*Komunikasi Perorangan* tahun 1991). Di India penyakit bercak daun menyudut pada kacang hijau merupakan penyakit penting (Pavgi dan Thirumalachar, 1953; Prasad *et al.*, 1962; Haware dan Pavgi, 1971). Jamur bertahan dari musim ke musim dengan membentuk spora tahan, yaitu klamidospora yang tahan panas pada sisa tanaman dan kemudian secara *in vitro* dalam tanah. Selain itu miseliumnya juga tahan panas dan merupakan sumber penular bagi penyakit tersebut karena akhirnya akan membentuk klamidospora juga.

PENGENDALIAN

1. Menghindari tanah dan sisa tanaman yang terkontaminasi oleh jamur *P. patelii* (Haware dan Pavgi, 1971).
2. Menanam varietas tahan (Haware dan Pavgi, 1976).
3. Aplikasi fungisida dengan bahan aktif ditiokarbamat atau senyawa tembaga, antibiotika (Haware dan Pavgi, 1969 dan 1969a).



Gambar 6. Gejala serangan bercak daun menyudut

7. Bercak Daun Berlubang (*Shot-hole leafspot*)

PENYEBAB : *Myrothecium roridum*.

GEJALA

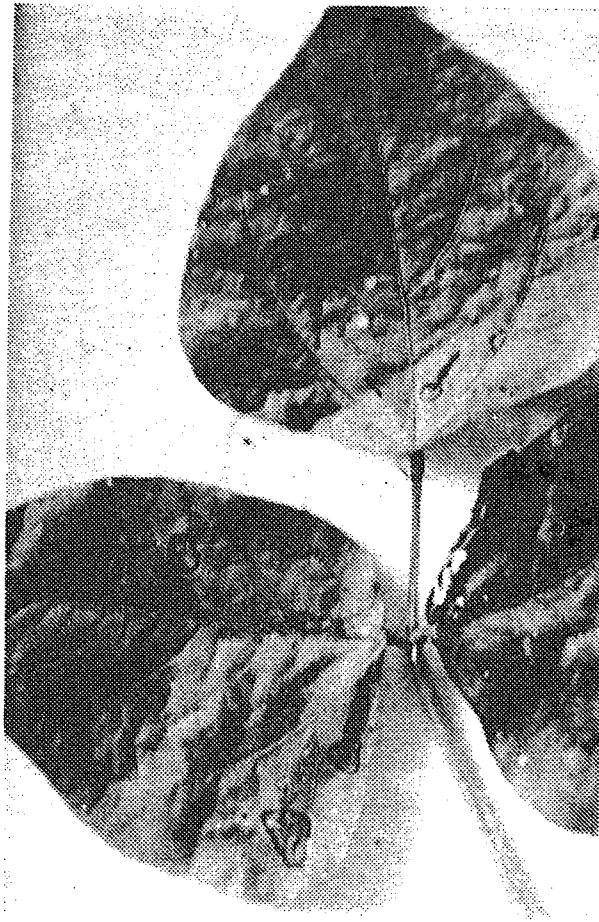
Bercak lebar sampai 1,5 cm timbul pada daun biasanya berbentuk bulat berwarna abu-abu di tengah dan coklat muda di pinggirnya dan pada stadium yang lebih tua akan timbul lubang, sehingga disebut *shot-hole* (Gambar 7). Pada bagian terserang terdapat kumpulan badan buah dengan konidiofor yang lurus dan kompak dengan kumpulan spora yang diselimuti cairan sehingga mirip dengan tudung. Bentuk spora seperti *Phoma* sp. tetapi berukuran lebih kecil ($6 \times 2 \mu\text{m}$).

EPIDEMIOLOGI

Penyakit lebih banyak terdapat di daerah yang cuacanya panas. Jamur ini hidup secara saprofitik dalam tanah dan dalam kondisi tertentu yang belum jelas, menjadi parasit pada banyak tanaman misalnya kedelai, kacang tanah, kacang tunggak, gandum, tomat, terong, kapas, kopi dan beberapa tanaman sayuran dan tanaman hias (Anonymous, 1970).

PENGENDALIAN

1. Secara kultur teknis (Anonymous, 1970), dengan menghindari terikutnya tanah yang sudah terkontaminasi dan membersihkan sisa-sisa tanaman yang terinfeksi jamur.
2. Aplikasi fungisida zineb atau senyawa tembaga (Anonymous, 1970).



Gambar 7. Gejala bercak daun berlubang

PENYAKIT OLEH VIRUS

Karakteristik virus

Lebih dari 600 virus dikenal bersifat infeksi terhadap tanaman. Dilaporkan 10 virus sebagai penyebab penyakit pada kacang hijau di dunia. Virus terdiri dari asam ribonukleat (RNA) atau asam deoksiribonukleat (DNA) yang diselubungi kulit pelindung berupa protein atau lipo-protein. Partikel virus (virion) memperbanyak diri di dalam sel-sel hidup karena virus bersifat parasit obligat. Virion dapat berbentuk batang (filamen), bola (isometrik) atau basil (eliptik), dengan garis tengah 10 - 70 nm, dan panjang 300 nm sampai 2 mm. Virion hanya dapat diamati dengan bantuan mikroskop elektron.

Penularan virus dalam tanaman dapat melalui penyerbukan, luka oleh Arthropoda (terutama serangga), nematoda, jamur, tanaman parasit, inokulasi mekanis atau akibat aktivitas manusia seperti penanaman benih yang terinfeksi virus dan memperbanyak tanaman dengan cara pemotongan (stek), penyambungan, okulasi, atau melalui cara kultur jaringan.

Gejala serangan virus pada tanaman digolongkan menjadi dua yaitu gejala luar dan gejala dalam. Gejala luar pada umumnya terjadi penghambatan pertumbuhan seperti: tanaman kerdil, daun-daun menjadi mosaik, penebalan tulang-tulang daun di permukaan bawah daun (enasi), daun menggulung ke bawah atau ke dalam, perubahan warna pada daun dan mengering (nekrosis). Sedangkan gejala dalam dapat dilihat pada jaringan tanaman. Biasanya terjadi nekrosis pada ploidem/xilem, pengurangan kloroplast dan klorofil, adanya benda-benda inklusi dan mempengaruhi respirasi. Bila lebih dari dua jenis virus menginfeksi satu tanaman, maka perkembangan penyakit virus dapat bersifat aditif, sinergik atau proteksi silang.

Pengelompokan virus tanaman didasarkan pada tipe asam nukleat, ukuran dan bentuk virus, cara penularan, uji serologi dan sifat antigenya. Identifikasi virus di lapangan amat sulit dilakukan dengan miripnya gejala serangan antara virus yang satu dengan virus lainnya, karena sering dikacaukan dengan gejala serangan mikoplasma atau organisme seperti mikoplasma dan gejala fisiologis lainnya. Untuk keperluan identifikasi dapat dilakukan dengan uji inang spesifik, tipe infeksi (gejala) pada tanaman indikator, morfologi partikel, cara penularan, sifat-sifat biokimia, fisika dan uji serologi.

Tiga penyakit pada kacang hijau yang disebabkan virus dan yang ada di Indonesia (Iwaki dan Auzay, 1978; Saleh, 1985) diuraikan di bawah ini.

1. Penyakit virus belang bangkas kacang hitam

PATOGEN VIRUS : *Black gram mottle virus (BGMV).*

GEJALA

Gejala pada daun tanaman kacang hijau adalah munculnya belang sistemik, tulang daun menjadi kekuningan sistemik, *netting* atau *vein clearing*, dan distorsi pada bentuk daun (Gambar 8a). Gejala-gejala yang muncul umumnya adalah sistemik pada tanaman yang terinfeksi berat.

SEBARAN INANG

Virus ditemukan tersebar luas di Asia (India, Thailand, Filipina, Indonesia) dan Australia. Selain menyerang tanaman kacang hijau BGMV juga dapat menginfeksi tanaman *Cyamopsis tetragonoloba*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus vulgaris* cvs. *Black Valentine*, *Pinto*, *Vicia faba*, *Glycine max*, *Lablab purpureus*, *Macrotilium latbygroides*, *Macrotyloma uniflorum*, *Pisum sativum*, *Vigna unguiculata*.

PENULARAN VIRUS

Penularan BGMV dapat melalui biji (8% pada *Vigna mungo*), inokulasi mekanis, serangga vektor (Kumbang daun *Cerotoma trifureata* dan *Epilachna verivestis* di India, *Monolepta signata* di Thailand, Kumbang daun *Pagria signata* di Indonesia, *Colposcelis signata* dan *Balisepta fulvipes* di Jepang). Virus ditularkan secara semi-persisten dengan periode retensi dalam tubuh serangga selama 3 - 4 hari. Tingkat penularan melalui biji ditentukan oleh varietas, dan umur tanaman pada saat terinfeksi.

Sifat-sifat BGMV

Partikel virus berbentuk isometrik dengan diameter 28 nm (Gambar 8b). Virus menjadi inaktif pada temperatur 90 - 100°C, titik pengenceran terakhir virus 10^{-9} - 10^{-10} . Daya tahan virus selama 8 minggu pada suhu 20°C. Tidak termasuk ke dalam suatu kelompok virus tertentu. Genome virus terdiri dari untai tunggal RNA dengan komposisi guanin (24,9%), adenin (25,9%), sitosin (25,2%), urasil atau tiamin (24%).

KERUGIAN HASIL

Virus ini pertama kali dilaporkan tahun 1969 menyerang *Vigna mungo* di India. Di Indonesia mulai diketahui menyerang tanaman kacang hijau pada tahun 1980 di

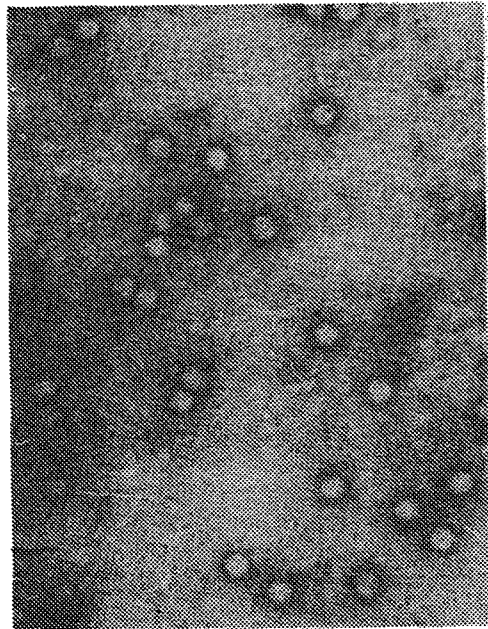
KP Cikeumeuh, Bogor. Berdasarkan penelitian diketahui serangan BGMV berpengaruh nyata terhadap penurunan jumlah tepungsari serta ukuran dan daya kecambah tepungsari. Data mengenai kerugian hasil di Indonesia belum pernah dilaporkan.

PENGENDALIAN

1. Penanaman varietas kacang hijau tahan.
2. Segera mencabut dan membakar tanaman yang terserang.
3. Menggunakan insektisida untuk memberantas serangga-serangga vektor di lapangan.



Gambar 8a. Gejala serangan BGMV



Gambar 8b. Partikel BGMV

2. Penyakit mosaik kuning kacang hijau (*Bean Yellow Mosaic*)

PATOGEN VIRUS : virus mosaik kuning (*Bean Yellow Mosaic Virus/BYMV*).

GEJALA

Gejala umum adalah munculnya gejala berupa luka nekrotis pada daun yang diinokulasi, mosaik sistemik, distorsi bentuk daun (Gambar 9a).

SEBARAN INANG

BYMV dapat menginfeksi tanaman *Gomphrena globosa*, *Chenopodium amaranticolor*, *Chenopodium quinoa*, *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Vicia faba*, *Spinacea oleracea*, *Glycine max*, *Lathyrus odoratus*, *Trifolium incarnatum*, *Vicia sativa*, *Vigna unguiculata*, *Nicotiana clevelandii*, *Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana tabacum*, *Petunia hybrida*, *Tetragonia expansa*, *Sesamum indicum*, *Crotalaria juncea*, *Centrocema pubescens*, *Astragalus sinicus*.

PENULARAN VIRUS

Penularan virus dapat dilakukan dengan melalui biji (3%), melalui serangga vektor yaitu *Aphis craccivora* dan *Aphis glycines* secara non-persisten. Juga dapat ditularkan secara mekanis dengan menggosokkan sap daun sakit.

SIFAT-SIFAT BYMV

Partikel virus berbentuk bulat atau batang dengan panjang garis tengah 700 - 750 nm dan lebar 15 nm (Gambar 9b). Virus kehilangan sifat infektivitasnya pada 55 - 60°C, titik pengenceran terakhir 10^{-3} - 10^{-6} dan daya tahan hidup hanya sampai 3 - 7 hari pada suhu 24 - 30°C. Genome terdiri dari satu untaian RNA. Komposisi kimia dari virion asam nukleat (5%), protein (95%). Termasuk kelompok potyvirus.

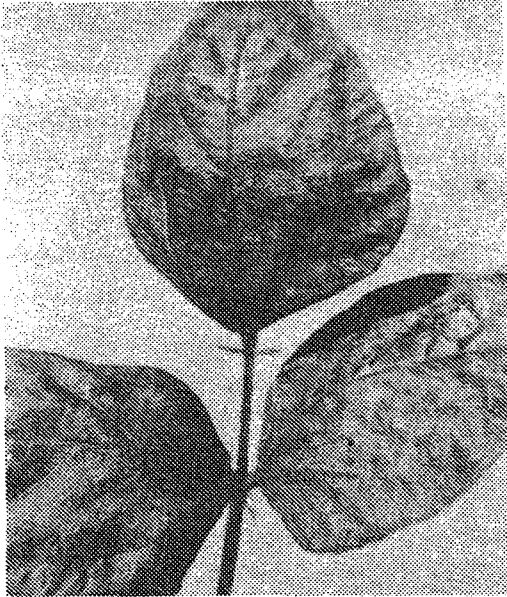
KERUGIAN HASIL

Berdasarkan uji kehilangan hasil pada tanaman kacang hijau di rumah kaca, penurunan hasil dari jumlah dan berat biji sekitar 40 - 50%. Penyebaran BYMV di Indonesia belum begitu luas, tetapi menjadi penting karena dapat ditularkan melalui biji hingga dapat dipindahkan ke daerah baru yang sebelumnya belum terdapat BYMV.

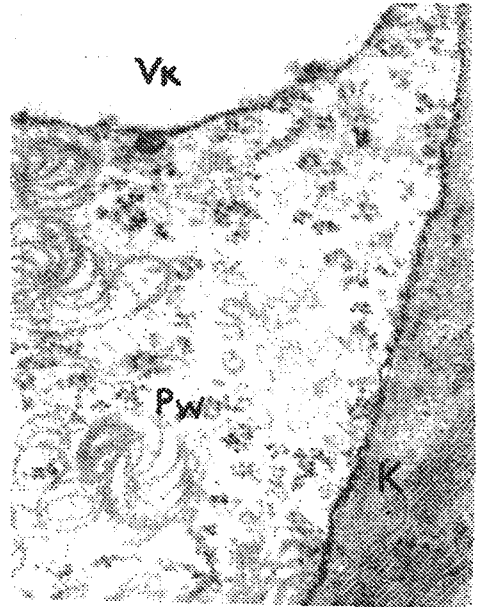
PENGENDALIAN

Pengendalian BYMV dapat dilakukan dengan cara-cara:

1. Penanaman benih bebas virus.
2. Pergiliran tanaman.
3. Menggunakan insektisida untuk membunuh serangga vektor.



Gambar 9a. Gejala serangan BYMV



Gambar 9b. Badan inklusi berbentuk cakram pada sel daun kacang hijau yang terinfeksi BYMV.

3. Penyakit mosaik kacang hijau (*Mungbean mosaic*)

PATOGEN VIRUS : virus mosaik kacang hijau (*Mungbean mosaic virus/MMV*).

GEJALA

Gejala yang muncul pada tanaman kacang hijau adalah kerdil, mosaik sistemik dan belang sistemik (Gambar 10a).

SEBARAN INANG

MMV dapat menginfeksi tanaman *Lablab purpureus*, *Phaseolus aconitifolia*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus vulgaris* (10 kultivar), *Vigna sinensis*, *Vigna mungo*, *Vigna unguiculata*.

PENULARAN VIRUS

Virus dapat ditularkan secara inokulasi mekanis. Penularan lewat biji (3%), penyambungan, *Aphis craccivora* (70%), *Aphis glycines* (75%) secara non-persisten.

SIFAT-SIFAT MMV

Partikel virus berbentuk batang lentur, panjang 700 - 900 nm. Virus menjadi inaktif pada suhu 60 - 70°C, titik pengenceran terakhir 10^{-4} - 10^{-5} , daya tahan hidup hanya sampai 3 - 4 hari pada suhu 20°C. Termasuk ke dalam suatu kelompok virus kentang-y (Poty-virus) (Gambar 10b).

KERUGIAN HASIL

Kerugian akibat serangan MMV dapat mencapai 40-50%.

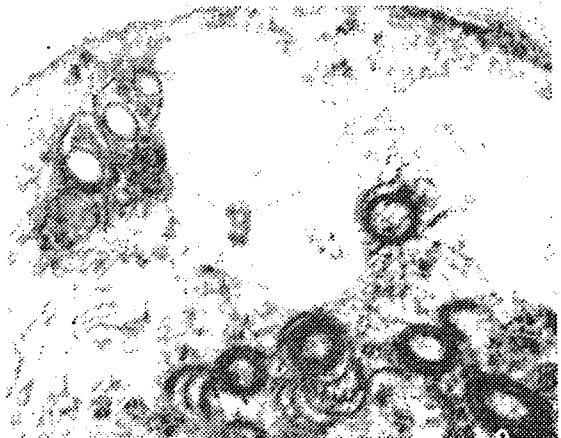
PENGENDALIAN

Pengendalian MMV dapat dilakukan dengan cara-cara:

1. Menanam benih bebas virus.
2. Mengadakan pergiliran tanam dengan yang bukan inang virus/vektor seperti padi, jagung, ketela dsb.
3. Mencabut dan segera membakar tanaman sakit.
4. Menggunakan insektisida untuk memberantas vektor.



Gambar 10a. Gejala serangan MMV



Gambar 10b. Partikel MMV

PUSTAKA

1. Amir, M. 1978. Mungbean Scab in Indonesia. The 1st Int. Mungbean Symp. AVRDC. p:161-164.
2. Anonymous, 1970. *Myrothecium* sp. CMI Descriptions of Fungi and Bacteria. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. The Eastern Press Ltd.:253.
3. Anonymous, 1983. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 5(2).
4. -----, 1985. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 7(3).
5. -----, 1988. Farm Chemicals Handbook. Pesticide Dictionary: p.27 and 138.
6. -----, 1989. Compendium of Soybean Diseases. Third Edition. APS Press. 106p.
7. Benigno, D.R.A. and A.C. Dolores, 1978. Virus Diseases of Mungbean in the Philippines. The 1st. Int. Mungbean Symp. AVRDC.:173-176.
8. Grewal, J.S.1978. Diseases of Mungbean in India. The 1st. Int. Mungbean Symp. AVRDC p.165-168.
9. Haware, M.P. dan M.S. Pavgi, 1969. Field trials with fungicides and antibiotics Aureofungin in control of angular blackspot of black gram and green gram. Hindustan Antibiotics Bulletin 12(1):22- 25.
10. -----, 1969a. Evaluation of some fungicides and antibiotics for the control of angular black spot of legumes. Antibiotics Bulletin 12(1):17-21.
11. -----, 1971. Perpetuation of Protomycopsis Species causing Purple Leaf Spot of Legumes in India. Ann. Phytopath. Soc. Japan 37:242-248.
12. -----, 1976. Field reaction of blackgram and greengram to angular black-spot. Indian J. Agric. Sci. 46 (6):280- 282.
13. Ilag, L.L., 1978. Mungbean diseases in Philippines. 1978. The 1st Int. Mungbean Symp. AVRDC p:154-160.
14. Iwaki, M. and H. Auzay, 1978. Virus diseases of mungbean in Indonesia. Ibid.:169-172.
15. Saleh, N. 1985. Kajian penyakit-penyakit virus pada kacang hijau (*Vigna radiata*). Disertasi Doktor. Universitas Gajah Mada 1985. 138 h.
16. Pavgi, M. and M.J. Thirumalachar. 1953. Angular black spot disease of Mung Beans. Nature 172 :314-315.
17. Prasad, N., J.P. Agarwal and J.P. Agnihotri, 1962. The genus Protomycopsis in India. Indian Phyt. Vol.XV :24-27.
18. Quebral, F.C., 1978. Powdery Mildew and Cercospora Leaf Spot of Mungbean in the Philippines. The 1st Int. Mungbean Symp. AVRDC.:147-148.
19. Hardaningsih, S., dan Yusmani, 1989. Evaluasi varietas kacang hijau terhadap embun tepung. Laporan Tahunan Balittan Malang Tahun 1989.

20. Hardaningsih, S. 1990. Penyakit-penyakit baru yang disebabkan jamur pada tanaman kacang-kacangan di Jawa Timur. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Malang, Tahun 1990.
21. -----, 1990a. Survey Penyakit kacang-kacangan di Jawa Timur MK 1990 (Belum dipublikasi).
22. Hardaningsih, S., Sumartini dan Yusmani, 1991. Penggunaan *Trichoderma harzianum* untuk pencegahan penyakit rebah kecambah (*Rhizoctonia solani*) pada kedelai. Abstrak Seminar dan Workshop Pengembangan Produksi Kedelai. Bogor, 22-23 Januari 1991. 1p.
23. Sudjadi, M., Mukelar Amir dan R. Martoatmodjo, 1985. Penyakit Kedelai dan Penanggulangannya. *Dalam* Kedelai. S. Somaatmadja, M. Ismunadji, Sumarno, Mahyuddin S., S.O. Manurung dan Yuswadi (Eds.). Puslitbangtan, Bogor. Hal. 331-355.
24. Tulloch, M., 1972. The Genus *Myrothecium* Tode ex Fr. Mycological Papers no.130. CMI, Kew, Surrey, England. 42 p.
25. Yang, C.Y., 1978. Mungbean Diseases and Control. The 1st Int. Mungbean Symp. AVRDC. p.141-146.

PENGENDALIAN GULMA PADA KACANG HIJAU

Joko Purnomo¹⁾ dan A. A. Rabmianna²⁾

Kacang hijau yang ditanam di lahan kering maupun dilahan sawah masih mengikuti sistem produksi dan praktek budidaya yang beragam. Luas pertanaman kacang hijau di lahan kering dan sawah adalah relatif sama. Pada masa mendatang pengembangan kacang hijau akan lebih diarahkan pada lahan sawah. Salah satu kendala produksi kacang hijau di lahan sawah berpengairan adalah cara budidaya yang masih sederhana. Kacang hijau ditanam tanpa dipupuk dan tidak disiang gulmanya. Di lahan sawah tadah hujan, pengolahan tanah biasanya tidak dilakukan dengan baik, hal ini yang menyebabkan tanah menjadi padat dan gangguan gulma menjadi lebih serius (Sumarno dan Manwan, 1990).

Kehadiran gulma akan menimbulkan persaingan yang serius didalam mendapatkan air, hara maupun sinar matahari, akibatnya hasil tanaman tidak akan mampu menunjukkan potensi yang sebenarnya, walaupun secara umum dapat dikatakan bahwa besarnya kerugian karena pengaruh kompetisi dengan gulma sangat ditentukan oleh lokasi atau kesuburan tanah, jenis gulma, tingkat kelembaban tanah, tingkat persiapan/pengelolaan lahan, pupuk, stadia tanaman, maupun tingkat populasi gulmanya. Pergantian lingkungan dari basah ke kering yang terjadi pada lahan sawah sangat memungkinkan dan menguntungkan pertumbuhan gulma.

PENGARUH GULMA TERHADAP PRODUKSI KACANG HIJAU

Gulma berpengaruh negatif terhadap tanaman, di sisi lain kehadiran gulma juga dapat meningkatkan biaya produksi. Kerusakan karena gulma antara lain:

- menurunkan jumlah dan kualitas hasil tanaman karena terjadi persaingan untuk memperoleh udara, hara, sinar matahari dan ruang;
- sering menjadi inang beberapa penyakit, serangga hama atau hama-hama lain;
- gulma yang beracun mengganggu ternak;
- gulma yang berada di air akan menurunkan efisiensi sistem pengairan;

¹⁾ Staf Peneliti Pola Tanam Balittan Malang

²⁾ Staf Peneliti Agronomi Kacang-kacangan Balittan Malang

- ekskresi gulma sering mengganggu tanaman.

Kacang hijau bukan tanaman yang mampu bersaing melawan gulma terutama pada stadia awal pertumbuhan (Moody, 1978). Oleh karena itu pengendalian gulma sangat penting dalam setiap fase pertumbuhan tanaman, khususnya pada awal pertumbuhan.

Besarnya kehilangan hasil karena gulma sangat beragam tergantung pada keadaan lingkungan dan pertumbuhan gulmanya. Di Filipina, kehilangan hasil dapat mencapai 95% pada pertanaman musim hujan. Di musim kemarau saat pertumbuhan gulma lebih rendah, kehilangan hasil hanya 77%. Demikian pula di Taiwan, kehadiran gulma pada pertanaman kacang hijau di musim semi menyebabkan kehilangan hasil hingga 60%. Sedang di musim panas, kacang hijau hanya kehilangan hasil sebesar 27% (Moody, 1978). Penelitian di Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) pada tahun 1984 menunjukkan bahwa gulma pada kacang hijau dapat menurunkan hasil hingga 55% apabila ditanam pada musim panas (AVRDC, 1984).

Penelitian di KP Mojokari, Jawa Timur (Widodo *et al*, 1987; Winarto, 1988) menunjukkan bahwa kehadiran gulma selama umur tanaman kacang hijau menurunkan hasil hingga 43% baik pada pertanaman musim kemarau maupun musim hujan. Purnomo (1986) menginformasikan bahwa kehilangan hasil karena gulma pada tanaman kacang hijau yang ditanam pada musim hujan maupun kemarau adalah sama, rata-rata sebesar 33%. Dari penelitian tersebut diperoleh data bahwa bobot kering gulma mencapai $74,4 \text{ g/m}^2$ apabila tidak dilakukan penyiangan sama sekali. Penyiangan dua kali pada umur 21 dan 42 hari ternyata menurunkan bobot kering gulma dan bobot gulma hanya $13,8 \text{ g/m}^2$ sedang bobot kering gulmanya $2,9 \text{ g/m}^2$. Pada petak yang disiang tiga kali.

Walaupun kehilangan hasil akibat gangguan gulma cukup besar, tetapi sebagian besar petani masih beranggapan bahwa penyiangan gulma merupakan suatu tindakan pilihan daripada suatu keharusan.

Untuk mengendalikan gulma secara intensif faktor tenaga dan biaya seringkali menjadi pertimbangan utama bagi kebanyakan petani. Mereka tidak ingin mengambil risiko untuk melakukan penyiangan gulma dengan keterbatasan sumberdaya yang dipunyainya dengan tanpa adanya kepastian hasil yang diperoleh akan jauh lebih tinggi. Pada musim kemarau penyiangan dilaksanakan sebagai tindakan penyediaan bahan hijauan untuk ternak.

METODE PENGENDALIAN GULMA

Periode kritis kacang hijau terhadap gangguan gulma

Vega *et al.* (*dalam* Utomo *et al.*, 1986) menyatakan bahwa tidak semua fase pertumbuhan suatu tanaman budidaya peka terhadap kompetisi dengan gulma. Apabila gulma tumbuh bersama pada suatu fase tumbuh tanaman budidaya dan mengakibatkan hasilnya rendah maka pada saat inilah sesungguhnya tanaman budidaya sangat peka terhadap persaingan gulma. Periode ini disebut periode kritis dan merupakan saat yang tepat untuk mengendalikan gulma. Penelitian Utomo *et al.* (1986) menyimpulkan bahwa periode kritis tanaman kacang hijau terhadap persaingan gulma adalah antara empat hingga enam minggu setelah tanam.

Pada kebanyakan tanaman, gulma dapat bersaing secara efektif selama seperempat hingga sepertiga dari umur tanaman. Pengendalian gulma pada fase awal pertumbuhan tanaman adalah tepat guna. Madrid dan Vega (*dalam* Moody, 1978) mengatakan agar kacang hijau dapat memberi hasil setinggi dan sebaik tanaman yang bebas gulma sepanjang hidup tanaman, maka kacang hijau yang ditanam pada musim hujan menghendaki agar selama lima minggu pertama bebas dari gangguan gulma, sedang yang ditanam pada musim kemarau hanya menghendaki tiga minggu pertama saja. Gulma yang dibiarkan tumbuh di lapang dan kemudian bersaing dengan kacang hijau selama dua minggu pada musim kemarau dan empat minggu musim hujan akan berpengaruh kecil terhadap hasil biji. Persaingan antara tanaman dengan gulma yang melebihi lima minggu pertama untuk musim hujan atau tiga minggu untuk musim kemarau akan nyata menurunkan hasil, dan penyiangan gulma harus segera dilaksanakan.

Saat penyiangan gulma pada tanaman kacang hijau

Penelitian Damanik (1979) menunjukkan bahwa kacang hijau yang bebas gulma hingga umur 30 hari ternyata memberikan hasil paling tinggi.

Penyiangan gulma satu kali pada saat tanaman berumur 30 hari walaupun sudah terlambat ternyata masih dapat meningkatkan hasil kacang hijau 34% lebih tinggi dari tanaman kacang hijau yang tidak disiang sama sekali di daerah Ilo-Ilo, Filipina (Moody, 1978).

Penelitian di AVRDC (1982) menunjukkan bahwa penyiangan gulma satu kali pada umur 30 hari memberikan hasil sama dengan yang dicapai tanaman yang bebas gulma.

Yadav *et al.*, (dalam Radjit dan Adisarwanto, 1988) mengatakan bahwa untuk mencapai hasil maksimal maka penyiangan gulma harus dilakukan kira-kira pada saat tanaman berumur 20 hari.

Penelitian Purnomo (1986) di Sub Balittan Muneng pada tahun 1984 menunjukkan bahwa penyiangan gulma dua kali pada umur dua dan empat minggu setelah tanam (MST) dapat meningkatkan hasil 34% dari hasil tanaman yang tidak disiang sama sekali. Penyiangan tambahan yang dilakukan pada umur enam MST di samping mengurangi persaingan gulma, dapat juga meningkatkan hasil biji sebesar 11% dari hasil tanaman yang disiang dua kali atau 48% dari hasil tanaman yang tidak disiang sama sekali (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh saat penyiangan gulma atas hasil kacang hijau. Muneng, MK 1984.

Penyiangan	Hasil biji ¹⁾
	(t/ha)
Tanpa disiang	0,86
Disiang 2x (2 dan 4 MST)	1,15
Disiang 3x (2, 4 dan 6 MST)	1,28

¹⁾ : berbeda nyata menurut uji BNT taraf 5%.

Hasil penelitian di Sub Balittan Mojosari pada musim kemarau tahun 1985 dan musim hujan tahun 1986/87 (Winarto, 1988) menunjukkan bahwa penyiangan terhadap kacang hijau yang dilakukan sekali pada umur dua minggu setelah tanam maupun penyiangan dua kali pada umur dua dan empat minggu setelah tanam dapat meningkatkan hasil antara 30 hingga 60% dari hasil tanaman yang tidak disiang sama sekali (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh saat penyiangan gulma atas hasil kacang hijau. Mojosari, MK 1985 dan MH 1986/87.

Penyiangan	Hasil biji (t/ha)	
	MK 1985	MH 1986/87
Tanpa disiang	0,60 a	0,63 a
Disiang 1x (2 MST)	0,82 b	0,90 b
Disiang 2x (2 dan 4 MST)	0,97 c	1,01 c
Bebas gulma	1,05 d	1,08 c

Cara pengendalian gulma pada tanaman kacang hijau

Rencana pengendalian gulma harus mempertimbangkan beberapa faktor, seperti cara dan metode yang dipakai, populasi gulma yang ada, lamanya gulma tumbuh bersama tanaman budidaya.

Pengendalian gulma pada tanaman kacang hijau dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

- dengan pengolahan tanah
- dengan penyiangan / secara mekanik
- dengan persaingan tanaman, seperti meningkatkan populasi tanaman
- secara kimiawi
- dengan pemberian mulsa
- dengan pergiliran tanaman
- secara biologis

Kombinasi dari dua atau lebih cara-cara tersebut memberikan hasil yang lebih baik daripada hanya menggunakan satu cara saja.

Pengolahan tanah

Gulma akan menjadi masalah serius pada tanaman kacang hijau apabila ditanam pada tanah yang diolah tidak sempurna atau bahkan tidak diolah sama sekali. Budidaya kering setelah bertanam padi merangsang perkecambahan biji atau tumbuhnya umbi-umbi gulma. Kurang sempurnanya pengolahan tanah menyebabkan gulma tumbuh subur. Apabila tidak dilakukan penyiangan hingga saat panen maka akan mempersulit pekerjaan pemanenan di samping juga menurunkan kualitas maupun kuantitas hasil.

Hasil penelitian Bangun *et al.* (1986) menunjukkan bahwa persiapan lahan yang paling baik untuk bertanam kacang hijau di tanah podsolik merah kuning bekas alang-alang adalah pengolahan tanah konvensional dengan atau tanpa penyiangan gulma, atau pengolahan tanah sederhana yaitu hanya dicangkul sepanjang barisan yang akan ditanami kemudian lahan disemprot herbisida Target dua kali sebelum tanam dan, diikuti penyiangan gulma dua kali pada umur 21 dan 42 HST (Tabel 3).

Tanah yang diolah secara konvensional sudah dapat mengurangi populasi gulma sehingga penyiangan dua kali hanya meningkatkan hasil tiga persen dari hasil kacang hijau yang tidak disiang sama sekali. Pengolahan tanah sederhana dan

aplikasi herbisida pratumbuh pada 38 dan 17 hari sebelum tanam (hbt) tetapi tanaman tidak disiang sama sekali hasilnya rendah, dan apabila dilakukan penyiangan dua kali meningkatkan hasil sebesar 80% (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh cara pengolahan tanah atas hasil kacang hijau di tanah Podsolik Merah Kuning. Sukadana - Lampung Tengah, MH 1983/84.

Cara pengolahan tanah	Hasil biji	Penurunan hasil
Pengolahan tanah biasa/konvensional.		
- tanpa disiang	0,63	3
- disiang 2x (21 dan 42 HST)	0,65	
Pengolahan tanah sederhana/sepanjang barisan saja kemudian disemprot herbisida Target 15 kg formula/1200 l air/ha pada 38 HBT dan 5 kg target/800l air/ha pada 17 HBT.		
- tanpa disiang	0,15	80
- disiang 2x (21 dan 42 HST)	0,72	
Pengolahan tanah sederhana/sepanjang barisan saja kemudian disemprot herbisida Dowpon 10 kg formula/1000 l air/ha pada 38 HBT dan 17 HBT.		
- tanpa disiang	0,39	13
- disiang 2x (21 dan 42 HST)	0,45	

HST : hari setelah tanam

HBT : hari sebelum tanam.

Sumber : Bangun *et al.*, 1986.

Terlihat di sini bahwa pengolahan tanah sangat penting dalam usaha pengendalian gulma. Untuk gulma semusim hanya perlu pengolahan tanah dangkal. Dengan cara ini gulma dirusak hanya pada bagian atas saja. Untuk gulma tahunan maka bagian gulma baik yang di atas maupun bawah permukaan tanah harus dirusakkan. Pengolahan tanah bertujuan untuk menimbun titik tumbuh dan memotong sistem perakaran gulma.

Pengendalian Gulma secara Mekanik

Pengendalian gulma dengan cara ini mengandalkan kekuatan fisik atau mekanik, baik memakai tangan, alat sederhana maupun alat berat. Penyiangan

dengan tangan (pencabutan) dan alat sederhana merupakan cara yang sangat praktis, efisien dan murah apabila diterapkan pada suatu areal yang tidak luas, untuk gulma yang tumbuh dalam barisan tanaman atau guludan dan di daerah yang cukup banyak tenaga kerja. Pengendalian ini paling tepat dilaksanakan sebelum gulma membentuk biji. Menurut Sahora dan Gupta (*dalam* Moody, 1978) ternyata penyiangan gulma dengan alat sederhana memberikan hasil lebih tinggi dari tanaman yang penyiangan-annya dilakukan dengan cara mengolah tanah di antara barisan.

Persaingan Tanaman

Penggunaan suatu jenis tanaman yang mampu bersaing dan dapat menekan pertumbuhan gulma merupakan cara pengendalian gulma yang sering dilupakan. Sifat penting tanaman yang digunakan untuk mengendalikan gulma adalah tanaman yang pertumbuhan kanopinya rimbun dan cepat menutupi tanah sehingga tanaman mampu bersaing dengan gulma terutama untuk faktor cahaya. Penelitian di International Rice Research Institute (IRRI) pada tahun 1976 (*dalam* Moody, 1978) dengan menggunakan lima varietas kacang hijau diperoleh hasil bahwa varietas yang mempunyai LAI tertinggi ternyata berat gulmanya paling rendah pada pengamatan 41 HST.

Tanam dengan kepadatan tanaman yang tinggi secara tidak disadari merupakan salah satu cara pengendalian gulma yang menggunakan efek persaingan tanaman. Biasanya, dengan meningkatkan kepadatan tanaman menjadi lebih kompetitif dan kehilangan hasil karena gulma akan berkurang. Di IRRI, cara ini berhasil untuk tanaman kedelai, dan kacang tunggak. Sedang untuk kacang hijau diperoleh data bahwa walaupun jarak antar baris diturunkan dari 100 menjadi 33 cm ternyata investasi gulma hampir sama demikian pula penurunan hasilnya (Tabel 4). Penelitian Purnomo (1986) menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan dari 250.000 menjadi 500.000 tanaman/ha ternyata berpengaruh sama terhadap penekanan pertumbuhan gulma pada tanaman kacang hijau di musim kemarau.

Tabel 4. Pengaruh jarak antar baris atas berat gulma dan penurunan hasil kacang hijau. IRRI, 1976.

Jarak antar baris (cm)	Berat gulma (kg/ha)	Penurunan hasil (%)
33	3.316	50
50	2.997	57
100	3.603	49

Sumber : K. Moody., 1978.

Secara Kimiawi

Pengendalian gulma secara kimiawi dengan menggunakan herbisida (baik pra-tumbuh maupun pasca-tumbuh) sering dilakukan di lembaga penelitian. Di tingkat petani cara pengendalian ini sangat jarang diterapkan karena masalah biaya, kemudahan memperoleh herbisida, atau masalah teknis lainnya, walaupun petani tahu bahwa penyiangan dengan tangan adalah padat tenaga kerja dan banyak memakan waktu.

Penggunaan herbisida pada tanaman kacang hijau diteliti di AVRDC tahun 1984 (AVRDC, 1984) dan diperoleh hasil bahwa aplikasi herbisida pasca- tumbuh Furore, atau aplikasi herbisida pasca-tumbuh Illoxan, Onecide atau Nabu dosis tinggi sama efektifnya dengan herbisida pra-tumbuh Metolachlor untuk mengendalikan gulma rumput yang ada pada tanaman kacang hijau di musim panas.

Penelitian di AVRDC (Moody, 1978) menunjukkan bahwa beberapa herbisida komersial ternyata sama efektifnya dengan penyiangan dengan tangan dalam mengendalikan gulma jenis rumput dan berdaun lebar (Tabel 5).

Tabel 5. Efektivitas beberapa herbisida dalam mengendalikan gulma pada kacang hijau. AVRDC, 1976.

Herbisida	Dosis (kg/ha)	Efektivitas herbisida terhadap penekanan gulma		
		Jenis rumput & berdaun lebar	Jenis teki	Hasil biji (t/ha)
		 %		
Butachlor	1,0	90	8	2,25
Pendimethalin	0,5	84	0	1,6
Butralin	2,0	87	43	1,55
Butralin	1,0	77	0	1,45

Sumber : K. Moody., 1978.

Penelitian Bangun *et al.* (1986) menunjukkan bahwa penggunaan Alachlor dan Modown cukup efektif untuk memberantas teki tetapi tidak untuk gulma jenis rumput dan berdaun lebar (Tabel 6).

Pemberian mulsa

Salah satu cara untuk mencegah tumbuhnya gulma yang berada di dalam tanah adalah menghalangi cahaya matahari sampai ke permukaan tanah. Dengan pem-

berian selapis bahan mulsa dalam jumlah tepat yang ditutupkan di atas tanah atau di atas gulma yang sudah tumbuh akan sangat berhasil dalam menghambat/menanggulangi pertumbuhan gulma. Jerami padi, alang-alang atau sisa-sisa tanaman yang lain dapat digunakan sebagai bahan mulsa.

Penelitian Harsono (1986) menggunakan mulsa dengan bahan jerami padi sebanyak 10 t/ha mampu menekan pertumbuhan gulma dari 23 hingga 68% (Tabel 7).

Babatan alang-alang dapat digunakan untuk bahan mulsa. Cara ini digunakan oleh Bangun *et al.* (1979) untuk menekan pertumbuhan gulma pada pertanaman kacang hijau di lahan bekas alang-alang di Lampung Tengah. Pengaruhnya terhadap pertumbuhan gulma dicantumkan pada Tabel 8.

Tabel 6. Pengaruh herbisida atas berat gulma pada pengamatan 60 HST pada tanah Podsolik Merah Kuning bekas alang-alang di Sukadana, Lampung Tengah, MH 1983/84.

Herbisida	Berat gulma (g/0,5 m ²)				Hasil biji (t/ha)
	<i>P. niruri</i>	<i>C. birtus</i>	<i>H. brevipes</i>	<i>Cyperus</i>	
Alachlor	0,9	0,9	1,1	0,7	0,39
Modown	1,2	0,7	1,0	0,7	0,30
Tanpa penyiangan	1,5	1,0	1,7	1,6	0,39
Penyiangan 2x	0,7	0,7	0,7	0,7	0,61
	tn	tn	tn	s	s

tn : tidak berbeda nyata

s : berbeda nyata

tn : tidak berbeda nyata.

Tabel 7. Pengaruh mulsa asal jerami padi atas berat gulma pada pengamatan 60 HST. Muneng dan Jambegede, MK 1984.

Perlakuan	Berat gulma (g/m ²)		Hasil biji (t/ha)	
	Muneng	Jambegede	Muneng	Jambegede
Tanpa mulsa	180	247	0,61	1,03
Diberi mulsa 10 t/ha	55	188	1,05	1,32
Penekanan gulma (%)	68	23	s	s

s : berbeda nyata;

Sumber : Harsono, 1986.

Ternyata mulsa dengan bahan alang-alang efektif menekan gulma jenis teki hingga 44%, sama efektifnya dengan penyiangan gulma dengan tangan sebanyak dua kali pada 21 dan 42 HST (lihat Tabel 6). Walaupun pertumbuhan gulma tertekan tetapi tidak diperoleh kenaikan hasil kacang hijau.

Tabel 8. Pengaruh mulsa dengan bahan alang-alang atas berat gulma. Sukadana, Lampung Tengah, MH 1983/84.

Macam gulma	Berat gulma (g/0,5 m ²)	
	Tanpa penyiangan	Diberi mulsa 3 t/ha
<i>P. niruri</i>	1,5	0,9 (tn)
<i>C. birtus</i>	1,0	0,8 (tn)
<i>H. brevipes</i>	1,7	1,1 (tn)
<i>Cyperus</i> sp	1,6	0,9 (s)

tn : angka sebaris pada kedua kolom tidak berbeda nyata

s : angka sebaris pada kedua kolom berbeda nyata;

Pergiliran tanaman

Masing-masing tanaman akan berasosiasi dengan sejenis gulma tertentu dan hubungan tersebut bersifat khas. Apabila di suatu lahan, satu jenis tanaman ditanam terus-menerus (beruntun) dapat mengakibatkan akumulasi gulma. Dengan adanya pergiliran tanaman maka akan memberi kemungkinan beberapa jenis gulma tidak mempunyai kesempatan tumbuh dan berkembang. Dengan kata lain pergiliran tanaman diharapkan dapat memutus daur hidup sesuatu jenis gulma (Moenandir, 1990). Pengendalian gulma dengan cara ini pada tanaman kacang hijau masih jarang dilakukan dan perlu untuk dipopulerkan sebagai cara pengendalian gulma yang aman, mudah dan murah. Tentu saja perlu diteliti/dicari jenis tanaman yang dirotasikan yang dapat mengganggu pertumbuhan gulma yang banyak terdapat di pertanaman kacang hijau.

Secara Biologis

Merupakan cara pengendalian dengan menggunakan musuh alami gulma, terutama serangga, penyakit tanaman, dan tanaman lain melalui pengaruh alelopati (Klingman *et al.*, 1982). Musuh alami gulma ini haruslah tidak menyerang tanaman budidaya. Penggunaan cendawan sebagai sarana pengendalian hayati gulma merupakan suatu teknik yang relatif baru, hal ini dilaporkan oleh Wilson tahun 1969

(dalam Soerjani *et al.*, 1979). Sedang pemakaian serangga sebagai sarana pengendalian gulma telah terbit 33 tahun sebelumnya.

Pengendalian gulma dengan pergiliran tanaman maupun secara biologis masih penelitian lebih lanjut untuk dapat diterapkan sebagai salah satu cara pengendalian gulma pada tanaman kacang hijau.

PUSTAKA

1. Asian Vegetable Research and Development Center. 1982. AVRDC Progress Report Summaries 1982. AVRDC Pub. Shanhua. 77p.
2. Asian Vegetable Research and Development Center. 1984. Herbicide evaluation for mungbean. p.305-307. *In* AVRDC Progress Report 1984. AVRDC Pub. Shanhua. 480p.
3. Widodo, Y., A. Winarto, dan M. Dahlan. (Eds.). 1987. Laporan Tahunan Balittan Malang, April 1985 - Maret 1986. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. 130p.
4. Winarto, A. (Ed.). 1988. Laporan Tahunan Balittan Malang, April 1986 - Maret 1987. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang. 130p.
5. Bangun, P., D. Pasaribu, and E. Partasasmita. 1986. Minimum tillage on mungbean in alang-alang. p.263-274. *In* Pancho, J.V., S. S. Sastroutomo, and S. Tjitrosemito. (Eds.). Proc. of the Symp. in Weed Science. Bogor, Indonesia, 10-12 April 1984. SEAMEO-Biotrop. Bogor. 376p.
6. Damanik, M. 1979. Pengaruh lamanya penyiangan terhadap pertumbuhan dan hasil dari kacang hijau. *Penel. Pertanian* 8(10):1-4.
7. Harsono, A. 1986. Cara tanam kacang hijau setelah padi sawah. p.177-180. *In* Syam, M. dan Yuswadi (Eds.). Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Vol. 1. Palawija. Puslit-bangtan. Bogor. 227p.
8. Klingman, G.C., F.M. Ashton, and L.J. Noordhoff. 1982. Weed Science: Principles and Practices. A Wiley-Interscience Pub. New York. USA. 449p.
9. Moenandir, J. 1990. Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma. (Ilmu Gulma-Buku I). CV Rajawali. Jakarta. 122p.
10. Moody, K. 1978. Weed control on mungbean. p.132-137. *In* Cowell, R. (Ed.). The First Int. Mungbean Symp. Office of Inf. Services at AVRDC. Shanhua. 263p.
11. Purnomo, J. 1986. Pengaruh pengelolaan tanah dan tanaman terhadap pertumbuhan gulma dan produksi kacang hijau. *Penelitian Palawija* 1(1):43-50.

12. Radjit, B.S. and T. Adisarwanto. 1988. Effect of tillage, plant population and weed control in mungbean following lowland rice. p.385-387. *In* Shanmugasundaram, S., and B.T.Mc-Lean (Eds.). Mungbean. Proc. of the Second Int. Symp. Bangkok, Thailand, 16-20 November 1987. Shanhua. 730p.
13. Soerjani, M., S. Tjitrosemito, dan Kasno. 1979. Pendekatan terpadu sebagai usaha pengendalian penyakit tanaman dalam hubungannya dengan masalah gulma. *Dalam* Konggres Fitopatologi Indonesia. Malang, Indonesia, 18-20 Januari 1979. 19p.
14. Sumarno, dan I. Manwan. 1990. Grain Legumes. CRIFC - AARD. Bogor. 90 p.
15. Utomo, I.H., D. Nuswandari, dan A.P. Lontoh. 1986. Periode kritis kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap kompetisi gulma. p.51-54. *Dalam* Prosiding Konperansi HIGI ke 8 di Bandung, Indonesia.