

BEBERAPA ASPEK PERBAIKAN PENYEMPROTAN PESTISIDA UNTUK MENGENDALIKAN ORGANISME PENGANGGU TANAMAN

Gayuh Prasetyo Budi

Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuwaluh PO Box 202 Purwokerto 53182

ABSTRAK

Penggunaan pestisida dengan volume tinggi dan interval aplikasi penyemprotan yang pendek berakibat meningkatkan biaya produksi usahatani, meningkatkan pencemaran terhadap lingkungan, mempercepat terjadinya resistensi organisme pengganggu tanaman (opt) terhadap pestisida, kematian pada musub-musub alami dan residu pestisida pada tanaman dan lingkungan. Program pengendalian opt secara terpadu (PHT) dan falsafah penggunaan pestisida sebagai alternatif terakhir dan memilih pestisida yang lebih selektif, efektif tetapi kurang persisten, efisien dan aman bagi lingkungan. Selektivitas pestisida dapat diciptakan antara lain dengan perbaikan teknik penyemprotan, yaitu menurunkan volume larutan pestisida yang digunakan. Flat spray nozzle atau spuyer kipas dapat digunakan untuk menekan volume larutan pestisida yang digunakan minimal 30%, sehingga biaya produksi usahatani dapat ditekan, pendapatan petani dapat ditingkatkan dan kepedulian terhadap lingkungan hidup dapat dipelihara lebih baik.

PENDAHULUAN

Dalam usahatani sayuran di Indonesia, baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah, penggunaan pestisida adalah merupakan salah satu cara yang penting untuk mempertahankan hasil panen. Sampai saat ini pestisida merupakan pilihan utama bagi petani untuk melindungi pertanaman dari gangguan opt. Pestisida mempunyai banyak keuntungan untuk digunakan petani,

antara lain adalah cara aplikasi relatif mudah, dapat digunakan dalam areal yang luas, pestisida tersedia di kios-kios sarana pertanian dan hasilnya mudah dievaluasi. Di samping beberapa keuntungan tersebut, penggunaan pestisida tidak luput dari resiko yang tidak kecil, yang perlu diwaspadai setiap waktu. Banyak hal yang perlu mendapat perhatian dan pertimbangan dalam penggunaan pestisida terutama oleh para pengguna (petani). Salah satu sifat

yang harus diketahui oleh petani adalah, bahwa pestisida itu beracun bukan saja terhadap opt tetapi juga berbahaya bagi manusia dan hewan ternak lainnya. Dari hasil pemantauan diketahui bahwa sesungguhnya para pengguna pestisida (petani) pada umumnya relatif kurang menyadari akan hal tersebut. Petani rata-rata hanya mementingkan kepentingan sendiri, yaitu hanya berusaha melindungi pertanamannya dari kerusakan karena opt. Cara penggunaan pestisida yang baik yang dapat mempertahankan kemanjuran pestisida dalam waktu yang relatif lama dan menekan pengaruh sampingan yang serendah-rendahnya belum banyak diketahui.

Hal lain yang dipandang sangat penting adalah menentukan jumlah volume larutan pestisida yang digunakan. Sampai saat ini sebagian besar petani belum mempertimbangkan efisiensi penggunaan volume pestisida. Dengan demikian apabila diperhitungkan secara matang biaya produksi usahatani dapat ditekan

dengan cara menurunkan biaya pestisida.

Alokasi biaya yang dibutuhkan petani untuk pestisida dalam suatu usahatani sayuran di sekitar Lembang adalah 27% dari biaya total. Bahkan dalam musim penghujan untuk tanaman tomat, alokasi biaya yang dibutuhkan untuk pestisida lebih besar, yaitu berkisar antara 30-50% dari biaya total produksi (Oudejans, 1992).

Besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pembelian pestisida dalam memproduksi sayuran diakibatkan oleh tingginya kebutuhan volume larutan pestisida untuk setiap aplikasi. Di Indonesia variasi penggunaan volume larutan pestisida yang biasa digunakan oleh petani antara 1.000 – 1.500 liter larutan per hektar per aplikasi. Dengan tipe spuyer yang sama petani bawang merah di daerah Klampok Brebes membutuhkan volume larutan pestisida sebanyak 1.000 – 1.400 liter per hektar per aplikasi. Petani bawang merah rata-rata menggunakan pestisida sebanyak 924 liter larutan per hektar per aplikasi (Stallen and Lumkes, 1989). Petani

cabai di daerah yang sama biasanya menghabiskan lebih dari 1.800 liter per hektar per aplikasi. Sedangkan di dataran tinggi khususnya petani kentang di Pangalengan dengan menggunakan power sprayer menghabiskan 1.400 liter larutan per hektar per aplikasi dan apabila digunakan alat penyemprot punggung semi otomatis, volume larutan yang dibutuhkan lebih banyak yaitu 1.800 liter larutan per hektar per aplikasi.

TEKNIK PENYEMPROTAN PESTISIDA

Teknik penyemprotan pestisida (*Spraying techniques*) dalam pengertian pengendalian opt, adalah suatu teknik dengan cara manaagent perlindungan (pestisida) diaplikasikan kepada sasaran yaitu tanaman dan opt. Dalam teknik penyemprotan pestisida ditekankan pada :

- Penggunaan air yang lebih sedikit dan peningkatan efektifitas pestisida yang digunakan.
- Perpanjangan periode efektivitas pestisida untuk perlindungan

tanaman (Ciba-Geigy, Lumkes, 1989)

Teknik penyemprotan pestisida ini merupakan perbaikan dari teknik aplikasi yang sudah ada, yaitu tidak lagi mengikuti cara kebiasaan menyemprot sampai basah kuyup, tetapi disesuaikan dengan kebutuhan. Dengan demikian larutan pestisida atau air yang digunakan menjadi lebih sedikit. Penggunaan air yang lebih banyak mendorong butir-butir semprotan cepat luruh dari permukaan tanaman ke pangkal batang dan terus ke tanah di sekitarnya. Dengan teknik penyemprotan, residu pestisida relatif lebih lama tinggal pada permukaan tanaman, sehingga periode efektivitasnya lebih lama. Dengan penggunaan volume larutan yang tepat, organisme bukan sasaran terutama musuh-musuh alami tidak terganggu dan resurgensi opt dapat dihindarkan, sehingga kemanjuran pestisida yang digunakan dapat dipertahankan lebih lama.

Untuk menjamin keberhasilan penyemprotan perlu digunakan spuyer

yang cocok, waktu penyemprotan yang tepat terutama tidak dalam keadaan angin yang berhembus kencang, tidak dilakukan saat terik matahari dan tidak dilakukan dalam keadaan cuaca kabut atau kelembaban lebih dari 80% atau pada keadaan kelembaban lebih rendah dari 50%.

Menurut Metcalf (1982), bahwa efisiensi hasil penyemprotan dan penggunaan pestisida tepung sangat rendah. Penggunaan pestisida tepung yang disebarkan hanya membuat deposit pada permukaan tanaman 10-20% dan pestisida yang disemprotkan hanya membuat deposit pada permukaan tanaman 25-50% sedangkan pada permukaan tubuh serangga hama sasaran hanya terdapat kurang dari 1 %. Data lain dilaporkan bahwa 50-75% hasil penyemprotan pestisida tidak bermanfaat dan gagal, yaitu luruh dan jatuh ke tanah atau terbang kerana tertiuap angin. Lumkes (1989), melaporkan bahwa hasil penyemprotan yang dilakukan petani Brebes 80% dari volume semprotannya membuat deposit di luar target sasaran, yaitu pada

tanah. Hal ini berarti hanya menyebabkan pencemaran pada lingkungan sekitarnya.

PERBAIKAN TEKNIK PENYEMPROTAN DENGAN PENGGUNAAN SPUYER BARU

Dengan pengukuran yang sangat sederhana keluaran volume larutan pestisida dari setiap spuyer yang digunakan setiap menit dapat diketahui. Dari pengalaman diketahui bahwa umur spuyer yang digunakan sangat berpengaruh terhadap tingginya volume larutan yang dibutuhkan. Hal ini masuk akal karena cara pemeliharaan spuyer oleh petani yang tidak baik, sehingga makin lama lubang spuyer makin bertambah besar.

Sifat-sifat spuyer yang biasa digunakan oleh petani antara lain besar butir semprotannya heterogen. Hollow-cone metal 4 lubang adalah spuyer yang biasa digunakan oleh petani. Ukuran butir semprotannya berkisar antara 20-600 mikron (0,02-0,6 mm).

Ukuran butir semprotan pada saat aplikasi sangat menentukan

keberhasilan dari penggunaan pestisida. Butir semprotan yang berukuran lebih kecil dari 150 mikron, umumnya mudah tertiuip angin. Residu yang terjadi sangat singkat atau mungkin sama sekali tidak terjadi deposit apalagi sampai pada penetrasi. Butir semprotan yang lebih besar dari 400 mikron cenderung cepat luruh (*roll off*) dari permukaan tanaman karena terlalu berat. Dengan demikian pencemaran lingkungan mudah terjadi terutama bagi daerah sekitar pertanaman tersebut, yaitu yang terdapat pada tanah dan air di areal setempat. Serangga berguna yang terbang lebih banyak mati sebagai akibat dari butir semprotan yang mudah tertiuip angin. Demikian juga parasitoid, lebah madu yang berperan dalam membantu penyerbukan dan predator terbunuh karena butir semprotan pestisida yang melayang tertiuip angin. Butir semprotan yang halus ini disebut kabut atau aerosol, lebih banyak jatuh jauh dari daerah semprotan.

Spuyer kipas (*Flat spray nozzle*), digunakan untuk memperbaiki teknik

penyemprotan pestisida. Spuyer kipas disebut demikian karena semburannya berbentuk kipas. Ukuran butir semprotannya homogen, rata-rata 200 mikron. Butir semprotan ini cocok untuk diaplikasikan pada permukaan tanaman, tidak mudah tertiuip angin dan lama menempel pada bidang permukaan tanaman. Dengan demikian residunya yang terjadi lebih lama (Lumkes, 1989).

Spuyer kipas keluaran per menitnya ditentukan oleh ukuran lubang spuyer, yang disesuaikan dengan nomornya. Untuk fungisida ukuran lubangnya lebih besar untuk menjaga agar tidak terjadi penyumbatan pada saat pemakaian di lapangan. Demikian pula keadaan angin menjadi bahan pertimbangan untuk memilih ukuran spuyer yang akan digunakan.

Keadaan *canopy* tanaman di lapangan juga menjadi bahan pertimbangan untuk spuyer yang didasarkan kepada besar sudut semburan dari tiap spuyer (*spray angle*). Besar sudut semburan ini berhubungan erat dengan lebar bidang semprotan

atau daerah liputan dari spuyer. Daerah liputan dari spuyer ditentukan pula oleh tekanan dalam sprayer dan tinggi antara spuyer dengan permukaan bidang semprotan (canopy tanaman). Untuk pertanaman bawang merah yang ditanam rapat dan bedengan selebar 1,50 meter lebih cocok apabila dipilih spuyer dengan sudut semburan 120° atau 110° . Dengan ketinggian semprotan (*spray distance*) 30-40 cm dapat meliputi selebar 85,7-104 cm sampai 114-139 cm. Tipe spuyer ini diduga cocok pula untuk pertanaman cabai di dataran rendah. Tipe spuyer yang mempunyai sudut semburan yang cocok untuk pertanaman kubis di saat muda dan pertanaman cabai merah di daerah dataran tinggi lebih cocok untuk dipilih yang sudut semburannya kecil, misalnya 65° , atau ketinggian semprotannya diperpendek 20-30 cm (Anonymous, 1992).

KEBUTUHAN VOLUME LARUTAN PESTISIDA

Kebutuhan volume larutan pestisida dapat dihitung secara kalibrasi. Cara lain dapat dihitung dengan jalan

menjumlahkan butir semprotan per cm^2 dan mengukur besar butir semprotan. Cara penghitungan ini erat kaitannya dengan kebutuhan jumlah butiran yang meliputi permukaan tanaman yang diperlukan untuk mengendalikan suatu organisme pengganggu tanaman. Tiap organisme pengganggu tanaman pengendaliannya berbeda terutama dalam hal jumlah volume larutan pestisida yang digunakan. Untuk pengendalian larva hama yang mudah bergerak, cukup diperlukan dengan 3-4 butir semprotan per cm^2 . Larva yang kegiatannya hanya makan, karena perilakunya yang mobil untuk menghentikan kehidupannya cukup dengan jumlah butir semprotan yang rendah. Serangga penusuk penghisap yang sedikit mobil seperti kutu daun, tungau, thrips, tiap cm^2 perlu disediakan butir semprotan lebih banyak, yaitu 100 butir. Sedangkan untuk mengendalikan serangga hama yang sesil seperti scale insek, setiap cm^2 dibutuhkan 300 butir semprotan yang seragam/rata setiap cm^2 (Frankel, 1986).

Keseragaman hasil liputan penyemprotan dan jumlah butir semprotan per cm^2 serta ukuran butir semprotan dapat diketahui dengan pertolongan kertas indikator, yaitu kertas peka air. Untuk mengetahui keseragaman hasil liputan penyemprotan kertas indikator tersebut dapat ditempelkan pada permukaan atas tanaman, pada bagian tengah dan bagian bawah. Keseragamannya dapat diketahui dari jumlah butir semprotan, besar butir semprotan yang seragam/rata setiap cm^2 (Frankel, 1986).

Formula atau rumus untuk menduga volume kebutuhan tiap aplikasi per hektar dikemukakan oleh Matthews (1985) sebagai berikut :

$$n = \frac{60}{22/7} \left(\frac{100}{d} \right)^3 Q$$

n = jumlah butir semprotan per cm^2 .

d = besar butir semprotan (mikron)

Q = kebutuhan volume larutan

Contoh perhitungan dengan mengacu rumus di atas dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 diketahui bahwa dalam suatu penelitian 100 butir semprotan per cm^2 cukup optimal untuk melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit. Andaikan jumlah tersebut dapat diterapkan pada petani di Indonesia, maka untuk ukuran butir semprotan sebesar 200 mikron dengan jumlah butir semprotan

Tabel 1. Jumlah Volume yang Dibutuhkan per Hektar untuk Ukuran Butir Semprotan Khusus untuk Membuat 100 atau 500 Butir Semprotan per cm^2

Ukuran butir semprotan (mikron)	Liter per ha yang dibutuhkan	
	100 butir/ cm^2	500 butir/ cm^2
100	5,23	26,15
200	41,88	209,40
250	81,81	409,05
300	141,37	706,85
400	335,10	1675,50

Sumber : Lumkes, 1989

100 per cm^2 , cukup hanya membutuhkan volume larutan pestisida sebanyak 41,88 liter per hektar. Di lapangan volume larutan yang dibutuhkan tergantung pula dari keadaan permukaan daun (LAI). Setiap hektar permukaan daun meningkat pada tiap fase pertumbuhan. Bawang merah peningkatannya 5,6 kali dan untuk jenis tanaman lain peningkatannya lebih besar. Dalam keadaan seperti itu jumlah butir semprotan harus dilipatgandakan, sehingga larutan pestisida yang dibutuhkan menjadi besar. Jika ukuran butir semprotan 200 mikron dengan 477 butir per cm^2 , maka dibutuhkan volume larutan 200 liter per ha. Akan tetapi apabila dalam setiap cm^2 terdapat 716 butir, maka volume larutan yang dibutuhkan meningkat lagi menjadi 300 liter per hektar.

FAKTOR-FAKTOR LAIN YANG MENDUKUNG KEBERHASILAN PENYEMPROTAN

Selain faktor spuyer, faktor lain yang mendukung untuk keberhasilan penyemprotan pestisida pada

pertanaman antara lain : perilaku opt, jenis pestisida yang digunakan, perilaku terhadap pestisida (persiapan sebelum penyemprotan), sprayer yang baik, waktu penyemprotan yang tepat baik disesuaikan dengan perilaku opt sasaran maupun keadaan di lapangan.

Perlakuan terhadap pestisida sebelum disemprotkan antara lain adalah pengenceran pestisida untuk membuat larutan atau suspensi yang homogen dengan konsentrasi yang sesuai anjuran. Larutan pestisida dibuat homogen dengan harapan agar bahan aktifnya merata pada setiap butir semprotan. Sprayer yang baik artinya yang dapat dioperasikan dengan baik dengan dilengkapi oleh spuyer yang cocok agar diperoleh outputnya yang optimal yaitu dapat mengendalikan organisme pengganggu tanaman dengan baik, efisien terhadap biaya. Jenis sprayer yang baik dilengkapi dengan alat pengatur tekanan. Tekanan yang konstan dalam sprayer menjadikan keluaran pestisida pada setiap menitnya tetap (marata) dan dapat mengatur besar sudut semburan sesuai dengan

kebutuhan. Cuaca yang perlu diperhatikan pada waktu melakukan penyemprotan pestisida adalah sebagai berikut: suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin.

SUHU UDARA

Suhu udara atau temperatur merupakan faktor kritis untuk keberhasilan penyemprotan pestisida. Perbedaan suhu udara di atas dan di bumi menyebabkan terjadinya aliran angin yang menghembuskan butir semprotan pestisida, sehingga penyemprotan tidak sampai kepada target sasaran atau permukaan tanaman. Suhu udara menyebabkan terjadinya penguapan yang lebih cepat.

Bergeraknya butir semprotan yang menguap tergantung dari besar butir semprotan, makin kecil ukuran butir semprotan penguapannya semakin cepat. Pada Tabel 2. diketahui bahwa butir semprotan yang kecil (50 mikron), memerlukan waktu yang sangat cepat/singkat untuk menguap dari permukaan bidang semprotan. Pada suhu udara lebih tinggi dari 20°C, proses penguapan akan berjalan lebih cepat terutama untuk ukuran butir semprotan yang lebih kecil. Kecepatan dalam perjalanan butir semprotan dari spuyer sampai mencapai bidang sasaran (permukaan daun), biasanya lebih lambat dari 1 (satu) meter per detik.

Tabel 2. Rata-rata Penguapan dari Butir Semprotan pada Suhu 20°C dan Kelembaban 80 %

Ukuran butir semprotan (mikron)	Waktu untuk penguapan (detik)
300	400,00
200	200,00
100	50,00
50	12,50

Sumber : Lumkes, 1989.

Jadi dalam kenyataannya butir semprotan yang paling kecil menguap lebih cepat, terutama pada temperatur (suhu) udara di atas 20°C. karenanya ukuran butir semprotan perlu dipertimbangkan sesuai dengan jenis sprayer yang digunakan. Penguapan butir semprotan membantu menambah pencemaran lingkungan, terutama meracuni serangga penyerbuk, parasitoid/predator dan akan lebih berbahaya bagi operator atau pekerja yang sedang melakukan penyemprotan. Hal ini perlu diperhatikan karena di beberapa daerah alat keselamatan kerja selama melakukan penyemprotan pestisida kurang atau sama sekali tidak digunakan. Alat-alat untuk keselamatan kerja selama melakukan penyemprotan pestisida adalah masker, sarung tangan, pakaian (*uniform*), tutup kepala dan sepatu kebun.

KELEMBABAN UDARA

Pada keadaan kelembaban yang lebih rendah dari 50%, penguapan butir semprotan terjadi lebih cepat, juga setelah terjadi deposit pada permukaan daun. Karena itu tidak dianjurkan

melakukan penyemprotan pada keadaan suasana kelembaban kurang dari 50%. Pada kelembaban lebih dari 80%, keadaan udara lebih mudah terjadi hidrolisa pada butir semprotan pestisida sehingga dapat menurunkan daya racunnya. Butir-butir udara yang berupa kabut menghalangi lajunya butir semprotan sampai pada bidang semprotan atau permukaan tanaman, terutama untuk butir semprotan pestisida yang berukuran antara 50-100 mikron. Dengan demikian keadaan kelembaban antara 50-80%, adalah keadaan kritis (*critical limits*) untuk melakukan penyemprotan.

KECEPATAN ANGIN

Faktor angin dalam penyemprotan sama dengan kedua faktor terdahulu yaitu dapat menggagalkan hasil penyemprotan apabila tidak diperhatikan. Di lapangan angin dapat diukur dengan alat yang disebut anemometer. Dalam keadaan biasa tanpa alat tersebut kecepatan angin yang tidak mempengaruhi hasil penyemprotan dapat diukur atau diperkirakan dengan bantuan alat yang

sangat sederhana. Kecepatan angin yang paling kencang yang tidak mempengaruhi pelaksanaan penyemprotan adalah pada kecepatan 4-6 km per jam. Tanda pada bendera dapat dilihat kira-kira dalam kedudukan bendera membentuk sudut 45 derajat dengan tiang. Keadaan angin yang lebih kencang dari 6 km/jam dapat terlihat dari kedudukan bendera yang membentuk sudut lebih besar dari 45 derajat dengan tiang.

Cara lain untuk mengetahui ada tidaknya angin yang berhembus dengan asap rokok. Pada keadaan deskripsi calm, udara tenang, asap rokok naik secara vertikal. Pada keadaan light air, angin arahnya terlihat dari gerakan asap tetapi belum bisa menggerakkan arah angin (*wind vane*), kecepatan angin diperkirakan antara 1-3 km. Keadaan angin yang paling kencang di mana penyemprotan masih bisa dilakukan ialah pada keadaan *light breeze*, tiupan angin terasa pada muka (wajah) kita, daun terlihat bergoyang dan panah angin (*wind vane*) tergerakkan. Kecepatan angin pada keadaan

demikian pada skala Beaufort adalah 4-6 km per jam.

Dari uraian di atas teknik penyemprotan pestisida yang lebih baik tidak terlalu sulit untuk diadopsi oleh petani. Spuyer kipas dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan dan sudah tersedia di dalam negeri. Hasil-hasil penelitian baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi, spuyer kipas dapat menekan volume larutan pestisida minimal 30%. Dengan demikian biaya produksi usahatani dapat ditekan lebih murah dan kepedulian terhadap lingkungan dapat ditingkatkan, langkah-langkah usaha untuk meningkatkan teknik penyemprotan pestisida sudah banyak dilakukan antara lain: melalui kursus PHT bagi para penyuluh dan petani andalan, percobaan di lahan petani, temu lapang dan diskusi antara peneliti dengan petani.

Beberapa hambatan yang selama ini dihadapi di daerah sayuran dataran tinggi adalah masih sulit untuk meninggalkan kebiasaan penyemprotan yang basah kuyup, sehingga masih sulit

untuk mengganti spuyer hollowcone metal 4 lubang (spuyer kosong) dengan spuyer kipas. Petani merasa bahwa untuk menghabiskan pestisida satu tangki sprayer harus menggendong lebih lama dari biasanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous , 1992. Teejet Catalog. *Agricultural Spray Products*. Spraying Systems Co. USA.
- Ciba-Geigy, 1989. *Application Technique for Plant Protection in Field Crops*. 2nd Edition.
- Frankel, H., 1986. *Pesticide Application Technique and Efficiency*. Contribution in Advisory Work in Crop Pest and Disease Management by Palti, J. and R. Ausher, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Koestomi, M.T. dan M.P.K. Stallen, 1990. *Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Flat Spray Nozzle terhadap Serangan Hama dan Penyakit serta Hasil Panen Bawang Merah di Musim Hujan*. Improving Spraying Techniques for Lowland Vegetables, A Compilation of Research Papers. Internal Communication LEHRI/ATA 395 No. 22.
- Lumkes, L.M., 1989. *Course on Spraying Techniques for Integrated Pest Management*. Proefstation voor de Akkerbouw in de Groenteteelt in the Vollegrond. PAGV, Lelystad, Netherlands.
- Lumkes, L.M., 1989. *Report on A Consultancy on Spraying Techniques and Farm Mechanization*. Balai Penelitian Hortikultura Lembang – ATA-395, Belanda.
- Matthews, G.A., 1985. *Pesticide Application Methods*. Longman, London and New York.
- Oudejans, J.H., 1992. *Agropesticides, their Management and Application*. ESCAP, Bangkok.
- Stallen, M.P.K., T. Koestami and T.R. Omoy, 1990. *Comparison of Various Types of Knapsack Sprayer on Their Economy and Efficiency for Cultivation on Shallots*. LEHRI/ATA-395. Improving Spraying Techniques for Lowland Vegetables, A Compilation of Research Papers. Internal Communication LEHRI/ATA-395.
- Stallen, M.P.K., T. Koestami and Arifin, A.T., 1990. *Evaluation of Performance of Knapsack Sprayer Used for Cultivation of Hot Pepper and Shallots in Farmers' Fields*. LEHRI/ATA-395.