

**Pengaruh Kadar Air Tanah Terhadap Pertumbuhan
dan Produksi Dua Tipe Kapolaga Sabrang**

Effect of Soil Moisture Content on Growth and Yield of Two Type Cardamon

Saras Winarbawa¹⁾

X

ABSTRACT

Research of effects of soil moisture content on growth and production of cardamon was done in Lembang, Manoko Research Garden, from on November 1994 to July 1995. The aim of this research was to identify of the effect of soil moisture content growth and production of two types of cardamon, were Mysore type and Malabar type. A factorial randomized block design with two factors, three replications was used, and each replication on one treatment contained three plants, and each plant planted in one polybag. The first factor was soil moisture content consisted five treatments at 30% AW, 45% AW, 60% AW, 75% AW, and 90% AW. The second factor was cardamon type ie Mysore type and Malabar type. Andosol soil type mixed animal manure with 2 : 1 ratio was used for plant media. NPK fertilizer application with 120 gram/polybag/year was used as basic fertilizer was given in three time. The first application as fertilizer given two week after planting (WAP). Teh second was given on February 1995 and June 1995. Soils were irrigated to varied water content, and all polybag moved to roof house. The 3rd was on values of the tiller at Malabar type 4 WAP was found on 60% AW, shoot at 16 MST and 30 WAP. The highest value of "rim pang" was found on 15% AT, in Malabar type.

Key words : Cardamon, Soil, Moisture content

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu faktor pembatas utama dalam pertumbuhan tanaman. Kekurangan air bagi tanaman untuk melangsungkan proses evapotranspirasi akan menghambat pertumbuhannya dan kemudian pada tingkat kritis dapat mengakibatkan kekeringan dan kematian tanaman. Kekeringan terjadi karena penurunan kandungan air tanah sampai pada titik kritis (titik layu permanen). Pada lahan tadah hujan, kekeringan terjadi akibat berkurangnya hujan, baik dari segi jumlah (curah hujan) maupun kejadiannya (hari hujan) (Handoko dan Las, 1995). Siklus air melibatkan energi, terutama jumlah bahang laten yang tersimpan di dalam uap air. Daratan tropis yang merupakan 40 persen luas daratan bumi menyumbangkan uap air sekitar 58 persen ke dalam siklus air.

Siklus tersebut berlangsung cepat karena itu uap air H₂O hanya tinggal di atmosfer dalam waktu 9 – 10 hari, bahkan lebih singkat lagi untuk daerah tropis. Komponen penting dalam neraca air adalah presipitasi, evaporasi, limpasan dan cadangan air tanah. Neraca air disebabkan oleh perubahan neraca energi, karena transfer uap air atau bahang laten dikendalikan oleh ketersediaan energi (Murdiyarto dan Satjapradja, 1991).

Model neraca air dapat digunakan untuk menganalisis dan mensimulasi berbagai komponen air. Simulasi tersebut sangat berguna dalam menyusun

berbagai skenario di dalam perencanaan penggunaan dan pengelolaan dalam berbagai alternatif masukan dan teknologi. Dengan skenario tersebut dapat diduga pengaruh suatu sistem pengelolaan lahan dan penerapan teknologi terhadap setiap komponen neraca air dan dampaknya terhadap sifat fisik lahan. Dengan demikian setiap pilihan dapat diduga resikonya dan langkah antisipasi yang diperlukan (Baharsyah, *at. al.*, 1996).

Air tersedia bagi tanaman merupakan air yang dapat diabsorpsi oleh tanaman. Kadar air tanah berbeda antara kapasitas lapang ($pF_{2,54}$) dan titik layu permanen ($pF_{4,2}$). Kebutuhan air tanaman merupakan jumlah air yang harus tersedia untuk mengimbangi air yang hilang akibat evapotranspirasi (Sasrodarsono dan Takeda, 1978). Air sering menjadi faktor pembatas dalam menunjang pertumbuhan dan produksi, karena air merupakan bahan baku fotosintesis. Tanaman akan beradaptasi secara fisiologis dan morfologis terhadap kekurangan air yaitu dengan menutup stomata lebih awal untuk mengurangi hilangnya air. Penutupan stomata akan mengurangi pengambilan CO₂ sehingga laju fotosintesis menurun yang mengakibatkan terganggunya proses pertumbuhan dan produksi (Kramer, 1967).

Kapolaga atau kardamon merupakan tanaman rempah dan obat dari famili Zingiberaceae (temu-temuan). Tanaman ini merupakan salah satu komoditi yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia,

1) Instalasi Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Manoko, Lembang
Jl. Raya Manoko – Lembang PO Box 8405 Manoko, Lembang 40391

mengingat nilai per satuan luasnya yang cukup tinggi dan dapat ditanam di pekarangan. Kapolaga membutuhkan intensitas penyinaran yang relatif rendah dan merupakan vegetasi lantai berbentuk rumpun tahunan yang dapat mengurangi erosi permukaan tanah, dengan demikian merupakan satu komoditi ideal untuk dikembangkan di daerah aliran sungai. Tanaman ini bersifat vegetasi rumput permanen, yang sesuai untuk konservasi lahan sekaligus dapat meningkatkan pendapatan petani dan ekspor (Ruhnayat dan Emmyzar, 1994). Kapolaga dalam bentuk buah, biji, minyak atsiri ataupun oleoresin digunakan terutama untuk mengharumkan makanan dan minuman. Di Indonesia buah kapolaga digunakan dalam campuran "makan sirih" yang mengharumkan mulut. Dalam pengolahan makanan, kapolaga digunakan antara lain sebagai salah satu komponen bumbu nasi, bumbu sup, bumbu ikan kalengan, pengharum kue dan roti dalam industri makanan dan industri rokok. Di kawasan Timur Tengah buah atau biji kapolaga banyak digunakan dalam minuman kopi.

Beberapa permasalahan yang dihadapi dan dapat menjadi kendala serta perlu mendapat perhatian agar pembudidayaan tanaman ini dapat berhasil dengan sukses antara lain sebagai berikut: lingkungan, pertumbuhan, varietas yang akan dikembangkan, perbanyakan tanaman, hama dan pengeringan buah. Pertanaman kapolaga sabrang seluas 2 ha di Kebun Percobaan Manako, Lembang ini ditanam pada dekade tujuh puluhan yang mendapat naungan sengon dan *Clotalaria anagyroides* dengan jarak tanam 2 x 1 m ternyata produksi buahnya sangat rendah, yakni 10 – 30 kg. Faktor yang diduga menjadi kendala antara lain adalah keadaan tekstur tanahnya yang berdasarkan analisis tanah tergolong lempung berdebu dan kandungan bahan organik yang relatif rendah untuk lokasi ini. Tanaman yang tidak ternaungi pada musim kemarau merana tumbuhnya, pucuk daunnya terbakar. Faktor ketersediaan air tanah dan laju transpirasi yang relatif tinggi dan tanaman yang tidak ternaungi diduga menyebabkan terbatasnya pucuk daun. Tanaman yang mendapatkan naungan yang cukup rindang tidak memperlihatkan gejala lain, namun hasil buahnya masih rendah (Sidiarto, 1989).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat kadar air tanah terhadap pertumbuhan dan produksi kapolaga sabrang.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan Manako, Lembang mulai bulan November 1994 sampai dengan Juli 1995. Lokasi ini mempunyai jenis tanah Andosol, pH tanah 5.5 – 7.0 dan ketinggian tempat 1200 meter di atas permukaan laut.

Bahan tanaman yang digunakan adalah kapolaga sabrang yang terdiri dari 2 tipe yaitu kapolaga tipe Mysore dan tipe Malabar.

Media tanaman yang digunakan adalah tanah yang dicampur pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1. Pupuk dasar yang digunakan adalah pupuk NPK dengan takaran 120 g/pot/tahun dan diberikan dalam 3 kali pemberian. Pupuk pertama diberikan pada umur 2 minggu setelah tanam (MST). Pupuk kedua dan ketiga masing-masing diberikan pada bulan Februari dan Juni 1995. Tanah diairi dan dibiarkan sampai mencapai kadar air yang dikehendaki, setelah itu semua pot dipindahkan ke rumah atap. Setek anakan ditanam pada kedalaman 10 cm. *Cypsummeter* ditanam pada 1 pot untuk setiap ulangan, dan ditanam pada kedalaman 20 cm. Setiap ulangan di dalam satu perlakuan terdiri atas 3 tanaman.

Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok dengan pola faktorial, dengan 2 faktor dan setiap perlakuan diulang 3 kali. Faktor pertama adalah tingkat ketersediaan air tanah yang terbagi atas 5 perlakuan yaitu 30% AT, 45% AT, 60% AT, 75% AT, dan 90% AT. Faktor kedua adalah tipe kapolaga yaitu tipe Mysore dan tipe Malabar. Bahan tanaman yang digunakan adalah setek anakan dari tanaman yang berumur 5 tahun dengan panjang 10 – 15 cm dan mempunyai 1 – 2 buah mata tunas. Media berupa tanah Andosol yang telah diayak dengan ayakan berdiameter 2 mm, dicampur pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1.

Analisa sifat fisik tanah diperlukan untuk mengetahui Kadar Air Tanah (KAT) pada Kapasitas Lapang (KL), KAT pada Titik Layu Permanen (TLP) dan KAT kering udara. KAT pada KL dan TLP masing-masing ditetapkan pada $pF_{2,54}$ dan $pF_{4,2}$ sehingga jumlah air tersedia (AT) dapat ditentukan yaitu antara KL dan TLP. Contoh tanah untuk pengukuran KAT pada KL dan TLP adalah tanah asli yang diambil menggunakan ring sample, sedangkan untuk tanah kering udara dapat digunakan tanah terganggu. Analisa dilakukan untuk tiga ulangan.

Pengukuran dan Pemberian Air

Penimbangan dilakukan pada salah satu ulangan yang dapat mewakili ulangan lainnya. Penimbangan dan pemberian air dilakukan 2 hari sekali.

Untuk mengetahui jumlah air yang diberikan dapat ditentukan dari hasil analisa fisik tanah, yaitu dari nilai KAT pada KL, TLP dan kering udara. Misalnya untuk tingkat ketersediaan air tanah 30%.

$$KA = 30/100 \times AT + KAT \text{ pada TLP}$$

Berat Kering Mutlak (BKM) :

$$BKM = BKU / (1 + KAT \text{ KU})$$

sehingga bobot basah tanah (BB) pada setiap perlakuan dapat dihitung dengan :

$$BB = BKM (KA + 1)$$

Pemberian air untuk mencapai kadar air yang dikehendaki adalah sampai timbangan menunjukkan bobot basah yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam pelaksanaannya yang ditimbang adalah bobot pot + bobot tanah + bobot tanaman. Sedangkan pengukuran dengan gypsummeter dilakukan dengan mengukur nilai kadar air aktual, kemudian diberi air sampai mencapai kadar air yang diinginkan. Pengukuran dan pemberian air juga dilakukan dua hari sekali. Jumlah air yang diberikan dicatat untuk setiap perlakuan.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap dua minggu sekali terhadap pertumbuhan iklim mikronya. Parameter yang diamati meliputi : jumlah daun, panjang daun, lebar daun, diameter batang, tinggi tanaman, jumlah tunas/anakan. Pada pengamatan hasil panen dari sampel tanaman yakni umur 22 MST, diamati berat kering batang, berat kering rimpang, dan berat kering daun. Pengamatan pertama dilakukan satu bulan setelah daun (4 MST).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh tingkat kadar air tanah terhadap pertumbuhan daun tanaman kapolaga.

Pengaruh tingkat kadar air tanah terhadap rata-rata pertumbuhan daun dari ketiga ulangan disajikan di dalam Tabel 1.

Pada pengamatan 4 minggu setelah tanam (MST) rata-rata jumlah daun yang tertinggi adalah perlakuan 60% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 9.11 helai, sedangkan yang terendah adalah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 4.89 helai. Jika dibandingkan antara kedua tipe kapolaga, maka terlihat bahwa rata-rata jumlah daun pada kapolaga tipe Mysore lebih tinggi dibandingkan tipe Malabar, yang dicapai pada 60% AT sebesar 9.11 helai, sedangkan pada tipe kapolaga Malabar dicapai pada 45% AT sebesar 6.11 helai. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa perbedaan tipe kapolaga mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap cekaman air. Pada tanaman jambu mente, nilai pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder dan diameter kanopi) mengalami penurunan seiring dengan peningkatan cekaman air (Lubis, Pitono, dan Wahid, 1999). Tanaman yang mengalami cekaman air akan mengakibatkan ketidakseimbangan potensial air antara sistem jaringan dan lingkungannya, kemungkinan lebih lanjut,

air akan berpindah (keluar sel) sehingga keseimbangan tercapai. Jika kehilangan air terus berlangsung sel-sel akan mencapai kondisi potensial turgor nol, yang akhirnya akan terjadi plasmolisis, mengakibatkan tanaman menjadi layu dan lama kelamaan mengalami kematian (Matsuda dan Ryan, 1990 dalam Lubis, Pitono, dan Wahid, 1999). Pengamatan setelah 16 MST menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun yang tertinggi adalah perlakuan 60% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 34.0 helai dan terendah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 14.7 helai. Pada pengamatan 16 MST tersebut kadar air 60% AT pada tipe kapolaga Malabar menunjukkan rata-rata jumlah daun sebesar 18.0 helai, yang merupakan nilai tertinggi untuk tipe kapolaga tersebut. Pada pengamatan 30 MST rata-rata jumlah daun yang tertinggi adalah perlakuan 60% AT, tipe kapolaga tipe Mysore sebesar 7.88 helai, sedangkan terendah perlakuan 30% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 28.6 helai. Kekurangan air pada tanaman dapat meningkatkan sintesis enzim hidrolitik dan penimbunan asam absisik, sehingga dapat mempercepat proses pengguguran daun (Prawiranata, Harrant, dan Tjonronegoro, 1981 dalam Tarigans, Sopandie, dan Ruspindi, 1994).

Pada pengamatan 4 MST, rata-rata panjang daun yang tertinggi adalah perlakuan 45% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 27.9 cm dan terendah perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 21.0 cm. Pengamatan 16 MST, rata-rata panjang daun yang tertinggi adalah perlakuan 30% AT, tipe kapolaga Malabar dan perlakuan 45% AT, tipe kapolaga Malabar masing-masing sebesar 27.6 cm dan 27.6 cm, sedangkan yang terendah adalah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 21.8 cm. Pengamatan 30 MST, rata-rata panjang daun yang tertinggi adalah perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 42.6 cm, dan terendah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 30.4 cm. Di sini terlihat bahwa pengamatan pada umur yang berbeda, rata-rata panjang daun yang tertinggi dan terendah terjadi pada perlakuan yang berbeda. Diduga bahwa aktifitas metabolisme sel-sel pada daun berbeda pada umur tanaman yang berbeda. Air merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, jika kekurangan air akan terhambat pertumbuhannya (Koufmann dalam Syakir, Effendi, dan Emmyzar, 1994).

Pada pengamatan 4 MST, rata-rata lebar daun yang tertinggi adalah perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 5.88 cm dan terendah perlakuan 30% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 4.0 cm. Pengamatan 16 MST, rata-rata lebar daun yang tertinggi adalah perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 6.0 cm dan terendah perlakuan 30% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 4.3 cm. Pengamatan 30 MST, rata-rata lebar daun yang tertinggi adalah perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 7.1 cm dan terendah perlakuan 30% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 4.9

cm. Lebar daun dan panjang daun akan menentukan luas daun, yang akan mempengaruhi jumlah stomata dan klorofil di dalam daun. Hal tersebut secara bersama-sama dengan faktor kadar air tanah dan radiasi matahari akan mempengaruhi proses foto-sintesis pada setiap helaian daun, yang pada akhirnya mempengaruhi jumlah fotosintat yang dihasilkan. Pada masa pertumbuhan vegetatif tanaman, ada kecenderungan pendistribusian fotosintat untuk pertumbuhan ke aparat fotosintesis lebih banyak khususnya bagian daun (Gardner *et. al.*, 1991 dalam Dhalimi, 1994).

Pengaruh tingkat kadar air tanah terhadap pertumbuhan batang kapolaga.

Pengaruh kadar air tanah terhadap rata-rata pertumbuhan batang kapolaga dari ketiga ulangan, yang meliputi : diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah tunas/anakan disajikan di dalam Tabel 2.

Pada pengamatan 4 MST, rata-rata diameter batang yang tertinggi dihasilkan perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 0.74 cm dan terendah 30% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 0.57 cm. Demikian pula pada 16 MST, rata-rata diameter batang yang tertinggi dihasilkan perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 1.19 cm dan terendah perlakuan 30% AT sebesar 0.69 cm. Pada pengamatan 30 MST, rata-rata diameter batang yang tertinggi dihasilkan perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 1.31 cm dan terendah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 0.9 cm. Percobaan mengenai pengaruh cekaman air tanah pada tanaman makadamia mempengaruhi pertumbuhan tanaman tersebut (Awada, Warner, and Watanabe, 1967).

Pada pengamatan 4 MST, rata-rata tinggi tanaman yang tertinggi diperoleh pada perlakuan 60% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 51.39 cm dan terendah pada perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 33.3 cm. Pengamatan 16 MST, rata-rata tinggi tanaman yang tertinggi dihasilkan perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 70.89 cm dan terendah perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 50.44 cm. Pengamatan 30 MST, rata-rata tinggi tanaman yang tertinggi adalah perlakuan 39% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 99.75 cm dan terendah perlakuan 30% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 54.0 cm. Penelitian mengenai hubungan antara curah hujan dengan pertumbuhan kapolaga menunjukkan bahwa curah hujan mempunyai hubungan yang sangat nyata terhadap tinggi tanaman kapolaga sabrang (Ruhnayat, dan Tarigans, 1994).

Pada pengamatan 4 MST, rata-rata jumlah tunas/anakan yang tertinggi dihasilkan perlakuan 60% AT, tipe kapolaga Malabar dan perlakuan 75% AT, tipe kapolaga Malabar masing-masing sebesar 2.22 buah dan 2.22 buah, sedangkan yang terendah adalah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 1.4 buah. Pada

pengamatan 16 MST, rata-rata jumlah tunas/anakan yang tertinggi dihasilkan perlakuan 60% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 6.6 buah dan yang terendah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 2.67 buah. Pengamatan 30 MST menunjukkan bahwa jumlah tunas/anakan yang tertinggi dihasilkan perlakuan 60% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 15.8 buah dan terendah adalah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 6.4 buah. Kadar air tanah akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara, serta penyerapannya oleh tanaman. Diduga keadaan tersebut akan mempengaruhi metabolisme di dalam jaringan tanaman, yang salah satu diantaranya berpengaruh di dalam pembentukan tunas/anakan.

Pengaruh kadar air tanah terhadap produksi kapolaga.

Parameter produksi yang meliputi : berat kering batang, berat kering rimpang, dan berat kering daun pada hasil panen sampel tanaman kapolaga umur 22 MST disajikan di dalam Tabel 3.

Pada pengamatan hasil panen sampel tanaman kapolaga, yang dilakukan pada 22 MST, berat kering batang yang tertinggi dihasilkan perlakuan 45% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 60 g, dan terendah perlakuan 90% AT, tipe kapolaga Mysore sebesar 2.0 g.

Hasil panen pada 22 MST terhadap berat kering rimpang menunjukkan bahwa berat kering rimpang yang tertinggi diperoleh pada perlakuan 45% AT, tipe kapolaga Malabar sebesar 15 g dan terendah perlakuan 30% AT, tipe kapolaga Malabar ; 60% AT tipe kapolaga Malabar ; 75% AT, tipe kapolaga Mysore ; 90% AT, tipe kapolaga Mysore yang kesemuanya mempunyai nilai sebesar 2.0 g.

Hasil panen 22 MST menunjukkan berat kering daun, yang tertinggi diperoleh pada perlakuan 45 % AT, tipe kapolaga Mysore dan 75% AT, tipe kapolaga Mysore yang kesemuanya bernilai 22 gram, sedangkan yang terendah adalah perlakuan 30% AT, tipe kapolaga Mysore ; 60% AT, tipe kapolaga Malabar; 75% AT, tipe kapolaga Malabar; dan 90% AT, tipe kapolaga Mysore yang kesemuanya bernilai 3.00 gram. Perbedaan kadar air tanah yang berpengaruh terhadap jumlah daun, lebar daun dan panjang daun, diduga juga mempengaruhi laju fotosintesis di dalam daun, yang akan mempengaruhi juga terhadap berat kering batang, rimpang dan daun. Penelitian mengenai pengaruh cekaman air terhadap mutu simplisia pegagan (*Centella asiatica* L) menunjukkan bahwa pemberian cekaman air dapat menurunkan akumulasi biomas (bobot kering daun + tangkai daun + batang) dan peningkatan cekaman air sebesar 1% Kapasitas Lapang (KL) dapat menurunkan bobot bias sebesar 191 mg (Rahardjo, *et. al.*, 1999).

DAFTAR PUSTAKA

- Awada, M., R.M. Warner, Y. Watanabe. 1967. Effects of soil moisture stress on growth and yield of macadamia (*Macadamia integrifolia*). Technical Bulletin. No. 69. Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii. 27 hal.
- Baharsyah, A. 1994. Tanggapan bibit cengkeh terhadap pupuk fosfat dan triakontanol. Buletin Penelitian Tanaman Industri. No. 8. Hal : 64 – 69.
- Handoko, I. Las 1995. Tipologi pendekatan strategis dan taktis untuk pendugaan serta penanggulangan kekeringan tanaman. Prosiding Diskusi Panel Antisipasi Kekeringan dan penang-gulangan Jangka Panjang. PERAGI DAN PERHIMPI. Hal : 102 – 118.
- Kramer, P.J. 1969. Plant and Soil Water Relationship. A Modern Synthesis. Mc Graw-Hill Book. New York.
- Lubis, M.Y., J. Pitono, P. Wahid. 1999. Pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan dan produksi pada tanaman jambu mente. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 5(1) : 1 – 7.
- Murdiyarso, D., O. Satjapradja. 1991. Dampak penebangan hutan Tropis terhadap variasi iklim. Prosiding Seminar Nasional PERUBAHAN IKLIM BUMI Menyongsong Kongres Kehutanan Indonesia II. Kerjasama PERHIMPI dengan Badan Litbang Kehutanan dan Masyarakat Perhutanan Indonesia. Hal : 79 – 98.
- Rahardjo, M., Rosita SMD, R. Fathan, Sudiarto. 1999. Pengaruh cekaman air terhadap mutu simplisia pegagan (*Centella asiatica* L). Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 5(3) : 92 –97.
- Ruhnayat, A., D.D. Tarigans. 1994. Hubungan antara curah hujan dengan pertumbuhan tanaman kapolaga. Buletin Penelitian Tanaman Industri. No. 7. Maret 1994. Hal : 7 – 11.
- Ruhnayat, A., Emmyzar. 1994. Tanaman Kapolaga. Edisi Khusus Tanaman Rempah dan Obat. Vol. X. No.1. 1994. Hal : 43 – 53
- Sosrodarsono, S., T. Takeda. 1978. Hidrologi Pengairan. PT Pradnya Paramitra Jakarta. 226 hal.
- Sudiarto. 1989. Kendala dalam pengembangan kapolaga di Indonesia. Prosiding Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Buku VIII. TANAMAN INDUSTRI LAINNYA. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Hal : 1244 – 1247.
- Syakir, M., D.S. Effendi, Emmyzar. 1994. Pengaruh cara pengolahan tanah dan pertumbuhan mulsa serta pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan produksi panili (*Vanilla planifolia*). Buletin Penelitian Tanaman Industri. No. 8. September 1994. Hal : 45 – 51.
- Tarigans, D.D., D. Sopandie, Ruspindi. 1994. Pengaruh kadar air tanah dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produksi minyak jarak (*Ricinus communis* Linn). Media Komunikasi Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. No. 13: 43 – 51.