PENGARUH ASAM FULVAT TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKTIVITAS, DAN MUTU RIMPANG JAHE

MUHAMAD DJAZULI, IRENG DARWATI, dan ROSITA SMD

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

RINGKASAN

Asam fulvat merupakan salah satu hasil ekstraksi dari humus yang sangat potensial dikembangkan sebagai pupuk suplemen yang dapat menurunkan kebutuhan pupuk anorganik dan organik. Informasi penggunaan asam fulvat sebagai pupuk suplemen di Indonesia khususnya pada tanaman jahe sangat terbatas. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh asam fulvat sebagai pupuk suplemen terhadap pertumbuhan, produktivitas, dan kualitas tanaman jahe muda. Sebuah penelitian pot dilaksanakan di rumah kaca Balittro pada bulan Juli sampai dengan November 1996. Lima taraf larutan asam fulvat masing-masing 0, 2.5, 5, 7.5, dan 10% diaplikasikan melalui daun setiap minggu mulai umur 4 sampai dengan 15 minggu setelah tanam (MST). Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 5 ulangan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pertambahan tinggi tanaman dan jumlah anakan meningkat cepat pada umur 8 MST kemudian melambat pada umur 12 sampai 15 MST. Pemberian asam fulvat pada taraf 10% mampu meningkatkan bobot kering brangkasan 99.6%, bobot segar dan kering rimpang masing-masing 89 dan 125% dan kadar pati rimpang saat panen 22.6% dibandingkan kontrol. Untuk mendapatkan pengaruh optimal asam fulvat terhadap produktivitas dan mutu jahe perlu pengujian lanjutan menggunakan taraf dan frekuensi pemupukan asam fulvat yang lebih tinggi hasil ekstrak dari berbagai jenis humus di Indonesia.

Kata kunci : *Zingiber officinale* Rose, asam fulvat, pertumbuhan, produktivitas

ABSTRACT

Effect of fulvic acid on the growth, productivity, and rhizome quality of ginger

Fulvic acid is an extraction product of humus which is very potential for supplement fertilizer and able to reduce either inorganic or organic fertilizer application. The information about fulvic acid application as supplement fertilizer on ginger in Indonesia is still limited. The objective of the study was to find out the effect of fulvic acid as supplement fertilizer on the growth, productivity and quality of young ginger. A green house trial was conducted from July to November 1996. Five levels of fulvic acid concentration, 0, 2.5, 5, 7.5, and 10% were sprayed every week from 4 to 15 weeks after planting (WAP). A randomized block design was used with five replicates. The results indicated that the growth of plant height and number of tiller of ginger increased rapidly at 8 WAP, then it became slowly from 12 to 15 WAP. Application 10% of fulvic acid was able to increase vegetative parts 99.6%, fresh and dry weight of rhizome 89 and 125% respectively, and starch content of rhizome 22.6%. To find out of the optimal effect of fulvic acid on productivity and quality of ginger, a further research using higher level and application frequency of fulvic acid as an extract product from several humus types in Indonesia is needed.

Keywords : *Zingiber officinale* Rose, fulvic acid, growth, productivity, quality

PENDAHULUAN

Pemupukan merupakan salah satu program intensifikasi yang cukup penting dalam upaya menunjang peningkatan produktivitas lahan dan tanaman. Rendahnya kemampuan petani untuk menggunakan pupuk, baik pupuk anorganik (pupuk buatan) maupun organik (pupuk kandang) menyebabkan adanya kecenderungan penurunan produktivitas lahan akibat rendahnya input (aplikasi pemupukan) dan tingginya output (pengurasan hara bersama hasil panenan) dari dalam tanah.

Salah satu alternatif untuk menurunkan kebutuhan pupuk kandang dan anorganik melalui pemanfaatan humus. Humus merupakan hasil akhir dekomposisi bahan tanaman di dalam tanah dan banyak dijumpai di areal hutan dan perkebunan yang tersebar di seluruh Indonesia, antara lain Bengkulu, Sumatera Utara, dan Kalimantan yang merupakan sentra produksi tanaman jahe (ANON., 1993).

Dari ekstraksi humus akan diperoleh senyawa asam humat yang larut dalam basa, asam fulvat yang larut dalam asam, dan humin yang tidak dapat larut. Asam humat dan asam fulvat mengandung unsur-unsur anorganik dan senyawa-senyawa organik yang berperan sebagai pupuk dan pembenah tanah (TAN, 1991). Telah dilaporkan pula bahwa ekstraksi humus tersebut kini telah mulai dipasarkan dengan nama dagang *liquid humic acid* dan *clod buster*.

Dengan menggunakan basa 0.1 N NaOH dan asam 0.1 N HCl, Balai Penelitian Rempah dan Obat telah berhasil mengekstrak asam humat dan asam fulvat dari humus asal Bengkulu yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai pupuk daun dan merupakan suplemen atau aktivator dari pupuk dasar anorganik dan organik yang diberikan melalui tanah. Namun demikian, penelitian dan pengujian efektivitas kedua ekstrak humus tersebut terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman masih sangat terbatas. SOEDIARTO (1996) melaporkan bahwa pemberian asam humat melalui daun dan akar mampu meningkatkan produktivitas dan kadar pati rimpang jahe. SCHNITZER (1969) menyatakan bahwa asam fulvat dapat menstimulasi sistem pertumbuhan perakaran tanaman. Selanjutnya ORLOV (1985) melaporkan bahwa asam fulvat mengandung karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, asam lemak, dan alkilptalat. Komposisi kandungan tersebut sangat bergantung jenis tanah dan lingkungan agroklimatnya. Kadar

hara nitrogen asam fulvat lebih rendah atau hanya sekitar 30-50% jika dibandingkan dengan kadar nitrogen yang terdapat dalam asam humat (TAN, 1991).

Seperti halnya tanaman ubi-ubian dan temu-temuan, untuk pertumbuhan optimal rimpang, tanaman jahe membutuhkan media tumbuh yang gembur, mengandung humus dan berdrainase baik (SURATMAN *et al.*, 1987).

Tanaman jahe sangat tanggap terhadap pemupukan dan relatif banyak menguras hara dari tanah terutama kalium (ANON., 1976). Dilaporkan bahwa kebutuhan pupuk organik terutama pupuk kandang untuk pertumbuhan rimpang jahe optimal mencapai 20-30 ton/ha. Namun demikian untuk mendapatkan pupuk kandang tersebut cukup sulit terutama daerah-daerah yang populasi ternaknya rendah.

Masak fisiologis rimpang (jahe tua) sekitar umur 8-10 bulan pada kondisi optimal yang ditandai dengan : (1) kandungan serat dan pati nya tinggi (2). kulit licin, keras, dan tidak mudah mengelupas, dan (3) warna kulit mengkilap dan bernas (JANUWATI dan ROSITA, 1997). Sedangkan tanaman jahe yang dipanen muda yaitu 3-4 bulan setelah tanam (BST) untuk keperluan asinan, pikel dan manisan dibutuhkan rimpang segar yang mempunyai kadar air relatif tinggi di atas 90% serta berkadar serat yang rendah (NUR-DJANNAH dan YANTI, 1994) .

Untuk kegunaan khusus, tanaman jahe dipanen pada saat rimpang masih muda, sekitar 3-4 BST atau sekitar 15 MST (SURATMAN *et al.*, 1987).

Sampai saat ini informasi pengaruh penggunaan asam fulvat sebagai suplemen pupuk kandang dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman obat, khususnya tanaman jahe di Indonesia masih sangat terbatas. Dengan dilaksanakannya pengujian efektivitas asam fulvat terhadap produktivitas dan mutu tanaman jahe diharapkan akan diperoleh informasi yang bermanfaat bagi peningkatan produktivitas dan pengembangan tanaman obat khususnya tanaman jahe.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pupuk asam fulvat yang diberikan melalui daun sebagai suplemen dari pupuk dasar anorganik (pupuk NPK) dan organik (pupuk kandang) yang diberikan melalui tanah terhadap pertumbuhan, produktivitas, dan mutu rimpang jahe muda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilakukan di rumah kaca Instalasi Penelitian Balittro Cimanggu, dilaksanakan dari bulan Juli sampai dengan bulan November 1996. Ukuran pot yang digunakan adalah 10 kg tanah kering udara yang berisi campuran tanah Latosol Cimanggu dan pupuk kandang dengan perbandingan 3:1. Semua pot perlakuan diberikan pemupukan N, P, dan K dengan taraf 15 g urea, 15 g TSP, dan 10 g KCl/pot. Pupuk TSP dan KCl diberikan seluruhnya pada saat tanam, sedangkan pupuk urea diberikan dua kali masing-masing pada saat umur 2 dan 3 BST. Humus yang digunakan untuk ekstraksi asam fulvat berasal dari Bengkulu yang merupakan salah satu sentra produksi utama jahe di Indonesia.

Tabel 1. Kandungan hara asam fulvat asal humus dari Bengkulu
Table 1. Nutrient content of fulvic acid from humus originated from Bengkulu

Jenis hara *Nutrients*	Kandungan hara (ppm) *Nutrient content*
N	66
P	12.2
K	8.48
Ca	87

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 5 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 5 tanaman. Lima taraf larutan asam fulvat masing-masing 0, 2.5, 5, 7.5, dan 10% diaplikasikan ke tanaman jahe varietas Gajah melalui daun setiap minggu mulai umur 4 sampai dengan 15 minggu setelah tanam (MST).

Penetapan kisaran lima taraf aplikasi asam fulvat sebagai pupuk daun mengacu pada hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan asam humat yang juga diekstrak dari humus Bengkulu. Kandungan hara N, P, K, dan Ca larutan asam fulvat masing-masing ditetapkan dengan metode mikro Kjeldahl untuk N, Kolorimetri untuk P, Flame fotometri untuk K, dan Atomik Absorbtion Spektrofotometri untuk Ca. Hasil analisis ke empat unsur tersebut tercantum pada Tabel 1. Sedangkan kandungan pati rimpang ditetapkan dengan metode titrasi Luff-Schoorl. Analisis status hara asam fulvat dan kandungan pati rimpang dilaksanakan di Instalasi Laboratorium Ekofisiologi Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.

Secara umum terlihat bahwa kandungan hara N, P, K, dan Ca yang terdapat di dalam asam fulvat asal humus dari Bengkulu relatif rendah, oleh karenanya pemupukan asam fulvat melalui daun hanyalah bersifat suplemen atau tambahan dari upaya pemupukan melalui tanah. Unsur Ca merupakan kandungan hara tertinggi asam fulvat kemudian diikuti oleh N, P dan K.

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah : (1) komponen pertumbuhan meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang akar, jumlah akar, diameter batang, jumlah daun, dan bobot kering brangkasan. (2) produktivitas tanaman meliputi bobot basah dan bobot kering rimpang, dan (3) mutu yang berupa kadar pati rimpang.

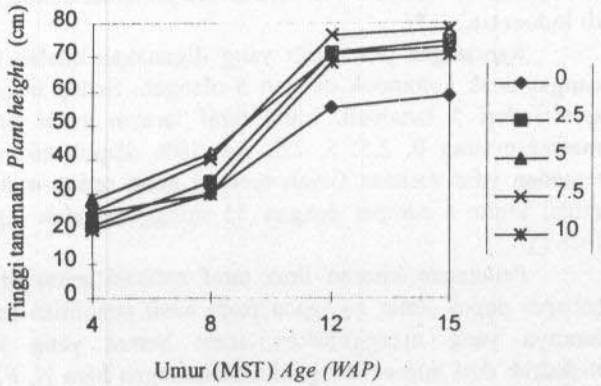
Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah anakan dilakukan setiap bulan sekali, sedangkan pengamatan parameter lainnya dilakukan pada umur 15 MST.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Pertumbuhan

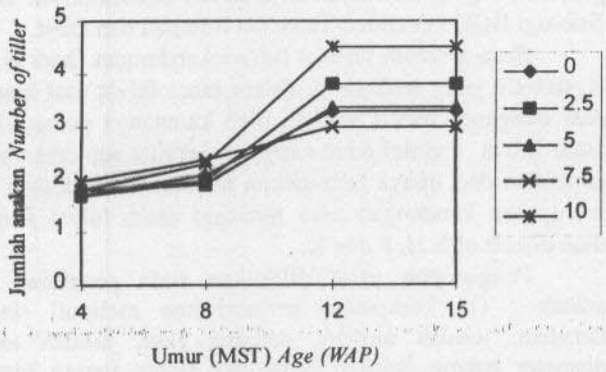
Pertambahan tinggi tanaman dan jumlah anakan meningkat cepat pada umur 8 MST kemudian melambat pada umur 12 sampai 15 MST (Gambar 1 dan 2). Dari kedua gambar tersebut terlihat bahwa perlakuan asam fulvat mampu mendorong peningkatan tinggi dan jumlah anakan tanaman jahe.

Dari lima komponen pertumbuhan yang diamati pada umur 15 MST yang meliputi jumlah anakan, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan bobot kering brangkasan terlihat bahwa aplikasi asam fulvat berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan bobot kering brangkasan (Tabel 2). Aplikasi 10% asam fulvat mampu meningkatkan tinggi tanaman sebesar 20.9% serta bobot batang dan daun jahe saat panen sebesar 100%. Tidak berbeda nyatanya pengaruh perlakuan terhadap jumlah anakan diduga karena masih cukup tersedianya hara di dalam tanah pada umur 15 MST sehingga belum terjadinya kompetisi hara antar anakan ataupun adanya anakan yang mati. Selain itu, tingginya koefisien keragaman juga menjadi penyebab rendahnya tanggapan ketiga peubah pertumbuhan terhadap pengaruh perlakuan asam fulvat yang diberikan.



Gambar 1. Pengaruh asam fulvat terhadap tinggi tanaman jahe selama pertumbuhan

Figure 1. Effect of fulvic acid on the plant height of ginger



Gambar 2. Pengaruh asam fulvat terhadap jumlah anakan jahe selama pertumbuhan

Figure 2 Effect of fulvic acid on the number of tillers in ginger

Produktivitas Tanaman

Pemberian asam fulvat pada taraf 10% mampu meningkatkan bobot segar dan bobot kering rimpang secara nyata sebesar 89 dan 125% dibanding kontrol (Tabel 3). Tidak berpengaruhnya aplikasi asam fulvat pada taraf pemupukan yang rendah menunjukkan bahwa kandungan hara yang ada dalam asam fulvat di bawah 10% tersebut diduga belum cukup untuk memperbaiki produktivitas tanaman jahe. Dari hasil analisis status hara terlihat bahwa kandungan N, P, K, dan Ca di dalam larutan asam fulvat tergolong rendah (Tabel 1).

SCHNITZER dan KHAN (*dalam* TAN, 1991) melaporkan bahwa kadar N yang terdapat pada asam fulvat berkisar antara 0.7-2.6%. Rendahnya kandungan hara yang terdapat dalam asam fulvat tersebut selain karena asam fulvat yang dihasilkan dari humus asal Bengkulu tersebut masih berupa larutan yang belum diuapkan, kemungkinan juga disebabkan oleh jenis humus asal Bengkulu tersebut mengandung hara N yang rendah. Dilaporkan oleh TAN (1991) bahwa status hara asam humat dan asam fulvat hasil ekstraksi humus sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan agroekologi dari masing-masing humus. Oleh karenanya, perlu diteliti lebih lanjut dengan menggunakan berbagai jenis tanah dan agroekologi agar dapat diperoleh asam fulvat yang mempunyai kandungan hara yang tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan alternatif pupuk suplemen melalui daun.

Tingginya koefisien keragaman (sekitar 50%), juga ikut berpengaruh pula terhadap rendahnya tanggapan peubah bobot rimpang jahe terhadap aplikasi asam fulvat di bawah 10%.

Secara umum terlihat bahwa produktivitas jahe muda pada percobaan pot ini relatif rendah apabila dibandingkan dengan produktivitas jahe yang dibudidayakan pada kondisi lingkungan optimal. Tingginya suhu udara dan tanah diduga berpengaruh dalam penghambatan pembesaran rimpang jahe varietas Gajah yang diuji. DJAUHARI dan ISMUNADJI (1983) melaporkan bahwa suhu

Tabel 2. Pengaruh asam fulvat terhadap komponen pertumbuhan tanaman jahe umur 15 MST
Table 2. Effect of fulvic acid on the growth components of ginger at 15 WAP

Perlakuan asam fulvat *Fulvic acid treatment* (%)	Jumlah anakan *Number of tillers*	Tinggi tanaman *Plant height* (cm)	Diameter batang *Stem diameter* (cm)	Jumlah daun *Number of leaves*	Bobot kering brangkasan *Dry weight of vegetative* (g)
0	3.30 a	58.4 b	6.94 a	28.5 a	5.51 b
2.5	3.85 a	75.0 a	6.97 a	41.6 a	10.6 a
5	3.40 a	73.3 a	7.05 a	35.6 a	9.16 ab
7.5	3.00 a	78.0 a	7.29 a	37.3 a	8.58 ab
10	4.52 a	70.6 ab	6.94 a	34.1 a	11.02 a
KK *CV* (%)	31.8	14.5	11.9	34.3	37.0

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan
Note : Numbers of followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% of Duncan test

Tabel 3. Pengaruh asam fulvat terhadap produktivitas tanaman jahe umur 15 MST
Table 3. Effect of fulvic acid on the productivity of ginger at 15 WAP

Perlakuan asam fulvat Fulvic acid treatments (%)	Bobot basah rimpang Fresh weight of rhizome (g/tan *g/plant*)	Bobot kering rimpang *Dry weight of rhizome* (g/tan *g/plant*)
0	30.7 b	2.74 b
2.5	31.7 b	2.75 b
5	44.3 ab	3.74 ab
7.5	49.0 ab	3.84 ab
10	58.0 a	6.17 a
KK *CV* (%)	44.5	56.6

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan
Note : Numbers of followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% of Duncan test

udara dan tanah yang tinggi pada kondisi rumah kaca menekan pertumbuhan dan perkembangan umbi tanaman ubijalar. Selanjutnya CHAISOMPONGPON *et al.* (1990) menambahkan bahwa cekaman suhu tinggi akan menghambat produktivitas tanaman melalui proses photosynthesis.

Mutu Rimpang

Pengaruh asam fulvat terhadap kadar pati rimpang disajikan pada Tabel 4. Pada tabel tersebut terlihat bahwa aplikasi asam fulvat mampu meningkatkan kadar pati rimpang jahe saat umur 15 MST secara nyata. Informasi kenaikan kadar pati tersebut secara tidak langsung akan dapat digunakan untuk pendugaan adanya pengaruh asam fulvat terhadap peningkatan mutu rimpang khususnya kadar pati bila dipanen pada umur 8-10 BST. Kadar pati rimpang yang tinggi merupakan salah satu ciri rimpang yang telah masak fisiologis yang optimal sebagai salah satu persyaratan mutu rimpang jahe (JANUWATI dan ROSITA 1997). Aplikasi asam fulvat dengan taraf 5 dan 10% mampu meningkatkan kadar pati rimpang jahe masing-masing 8.23 dan 22.6% dibandingkan dengan kontrol.

Pengaruh pemberian asam fulvat melalui daun pada dosis 2.5–10% belum mampu mendorong secara nyata pertumbuhan panjang dan jumlah akar tanaman jahe (Tabel 5). Relatif rendahnya kandungan hara, taraf pemupukan dan frekuensi aplikasi asam fulvat diduga sebagai penyebab aplikasi asam fulvat belum mampu memperbaiki sistem perakaran tanaman jahe. Oleh karenanya, peningkatan taraf

Tabel 4. Pengaruh asam fulvat terhadap bobot tanaman dan kadar pati rimpang umur 15 MST
Table 4. Effect of fulvic acid on the starch content of ginger rhizome at 15 WAP

Perlakuan asam fulvat *Fulvic acid treatments* (%)	Kadar pati rimpang *Starch content* (%)
0	34.0 c
2.5	33.1 d
5	36.8 b
7.5	37.4 b
10	41.7 a
KK *CV* (%)	0.73

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan
Note : Numbers of followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% of Duncan test

Tabel 5. Pengaruh asam fulvat terhadap panjang dan jumlah akar tanaman jahe umur 15 MST0
Table 5. Effect of fulvic acid on the length and number of roots of ginger at 15 WAP

Perlakuan asam fulvat *Fulvic acid treatments* (%)	Panjang akar *Root length* (cm/tan *cm/plant*)	Jumlah akar *Number of roots*
0	30.1 a	12.9 a
2.5	38.5 a	16.1 a
5	29.6 a	17.1 a
7.5	35.5 a	16.9 a
10	35.5 a	20.1 a
KK *CV* (%)	20.4	33.4

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan
Note : Numbers of followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% of Duncan test

aplikasi asam fulvat di atas 10% sampai di bawah level batas kritis yang bersifat toksik serta peningkatan frekuensi aplikasi asam fulvat diharapkan akan dapat memperbaiki pertumbuhan dan produktivitas tanaman khususnya sistem perakaran tanaman jahe seperti hasil yang telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya pada tanaman kacang buncis (SCHNITZER dan POAPST, 1967).

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi asam fulvat mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, dan bobot kering brangkasan, namun belum mampu meningkatkan panjang dan jumlah akar tanaman jahe.

Pemberian asam fulvat pada taraf 10% mampu meningkatkan produktivitas tanaman melalui peningkatan bobot segar dan bobot kering rimpang pada umur 15 MST secara nyata, masing-masing 89 dan 125% dibanding dengan kontrol.

Perlakuan 5 dan 10% asam sulfat dapat meningkatkan mutu rimpang berupa kadar pati rimpang jahe masing-masing 8.23 dan 22.6% dibanding kontrol.

Asam fulvat sangat potensial untuk dikembangkan sebagai pupuk daun alternatif dan berperan sebagai suplemen serta mampu menurunkan kebutuhan pupuk dasar anorganik (pupuk buatan) dan organik (pupuk kandang) yang diberikan melalui tanah.

Untuk mendapatkan pengaruh optimal pemupukan asam fulvat terhadap produktivitas dan mutu rimpang jahe, perlu adanya kajian efisiensi pemupukan dan analisis ekonomis lebih lanjut dengan menggunakan beberapa taraf dan frekuensi pemupukan asam fulvat yang lebih tinggi hasil ekstrak dari berbagai jenis humus di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

ANONYMOUS, 1976. Annual report Central Plantation Crops Research Institute. Kerala, India. 18p.

ANONYMOUS, 1993. Jahe. Statistik Perkebunan 1992-1993. Ditjenbun. Departemen Pertanian, Jakarta. 33p.

CHAISOMPONGPON, N., P.H. LI, D.W. DAVIS, and A.W. MARKHAT. 1990. Photosynthetic responses to heat stress in common bean genotypes differing in heat acclimitation potential. Crop Sci. 30:100-104.

DJAZULI, M. dan M. ISMUNADJI. 1983. Pengaruh pemupukan NPK terhadap pertumbuhan dan komposisi senya wa organik umbi tanaman ubijalar. Penelitian Pertanian. 3 (2):76-80.

JANUWATI , M. dan ROSITA SMD. 1997. Perbanyakan benih. Monograf Jahe. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 3:40-50.

NURDJANNAH, N. dan L. YANTI. 1994. Kajian proses pengolahan jahe asin yang memenuhi syarat mutu. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Unpublished.

ORLOV, D.S. 1985. Humus acids of soils. Amerind Publishing. New Delhi. 378p.

SCHNITZER, M. and P.A. POAPST, 1967. Effect of soil humic compound on root initiationginature. 213:598-599.

SOEDIARTO. 1996. Penelitian faktor-faktor kendala produksi untuk peningkatan produktivitas dan mutu jahe. Laporan Bagian Proyek Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Tahun 1995/1996. Unpublished.

SURATMAN, E. JAUHARI. E.M. RAHMAT, dan SOEDIARTO. 1987. Pedoman bercocok tanam jahe *(Zingiber officinale* Rose). Circular No. 39. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 33p.

TAN K.H. 1991. Dasar-dasar kimia tanah (Principle of soil chemistry). Diterjemahkan oleh Gunadi dan Radjagukguk. Gadjah Mada University Press. 295p.