



Pertumbuhan, Kandungan Klorofil, dan Laju Respirasi Tanaman Garut (*Maranta arundinacea* L.) setelah Pemberian Asam Giberelat (GA₃)

The growth, chlorophyll content and respiration rate of arrowroot (Maranta arundinacea L.) after Giberelic Acid (GA₃) treatment

GIYATMI WAHYU LESTARI, SOLICCHATUN[♥], SUGIYARTO

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta 57126.

Diterima: 27 Desember 2005. Disetujui: 2 Pebruari 2006.

ABSTRACT

Giberelic acid (GA₃) would caused specific gene activation, so that specific mRNA formed and would triggered one or more enzim forming which regulate plant growth. Giberelic acid (GA₃) would effected the total chlorophyll and respiration rate that support arrow root (*Maranta arundinacea*) growth. The aim of this research was to learn the effect of treatment the giberelic acid (GA₃) on growth, chlorophyll content and respiration rate of arrow root (*M. arundinacea* L.). This research used completely randomized design with one factor that was GA₃ treatment which 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm and 200 ppm concentration. The measuring variables consist of hight, amount of leaves, width of leaves, fresh weight, dry weight, amount of filial, length and amount of stomata, total chlorophyll content and respiration rate. Data was analized by analysis of varians (ANAVA) and was continued by DMRT 5%. The result of this research showed that treatment 50 ppm of giberellic acid (GA₃) caused the highest of plant growth that was showed by hight plant variabel, fresh weight and dry weight of plant. Giberelic acid concentration that more higher (100, 150, 200) ppm caused decrease of plant growth. Giberelic acid treatments are not influence for chlorophyll content. Giberelic acid (GA₃) with concentration 100 ppm resulting 21,05 ppm CO₂/L/menit as the highest of respiration rate of arrow root (*M. arundinacea*).

[♥] Alamat korespondensi:
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126
Tel. & Fax.: +62-271-663375.
e-mail: biology@mipa.uns.ac.id

Keywords: giberelic acid (GA₃), arrowroot (*Maranta arundinacea* L.), respiration rate, chlorophyll, growth.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian Indonesia masih memprioritaskan pembangunannya pada peningkatan produksi tanaman pangan. Hal ini dilakukan karena tuntutan penyediaan bahan pangan yang terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk (Arfian dan Wijonarko, 2000). Pengembangan pangan berbasis umbi-umbian, biji-bijian dan tanaman pohon terus ditingkatkan untuk memenuhi

kebutuhan pangan (Husodo, 2003). Usaha untuk diversifikasi dan mencegah kerawanan pangan mengharuskan didapatkannya sumber alternatif tanaman pangan yang lain, salah satunya adalah garut (*Maranta arundinacea* L.).

Rimpang garut dapat dikonsumsi setelah direbus, dikukus atau diolah dalam bentuk keripik. Kandungan karbohidrat tanaman garut cukup tinggi (19,4-21,7%) sehingga tanaman garut potensial untuk dikembangkan sebagai salah satu komoditas bahan pangan pengganti

tepung terigu yang impornya terus meningkat yaitu lebih dari 3 ton tiap tahun (Pujiyanto, 2004). Kualitas pati garut tidak setara dengan tepung terigu, tetapi pati garut memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan tepung ubi kayu dan ubi jalar. Bentuk butiran pati garut adalah oval atau bulat panjang sedangkan butiran pati ubi jalar dan ubi kayu berbentuk kristal. Butiran oval menyebabkan butir-butir pati tetap membengkak, dapat menahan udara dan menyebabkan tekstur remah. Pati garut tidak mengandung senyawa antinutrisi seperti HCN dalam ubi kayu, fenol dan oligosakarida dalam ubi jalar (Kumalaningsih, 1998).

Pati garut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kue, bubur, perekat, makanan bayi, pembuat tablet, bedak, pengisi pada industri kertas dan tekstil serta untuk obat luka (Damanhuri, 1998; Pribadi dan Sudiarto, 2002). Kumar (2003) menambahkan bahwa pati garut juga bisa digunakan untuk substrat produksi alkalin protease secara fermentasi dengan menggunakan bakteri alkalofil *Bacillus lentus* dengan biaya murah.

Upaya pengembangan tanaman garut masih perlu ditingkatkan mengingat kebutuhan pangan yang terus meningkat. Agar kebutuhannya terpenuhi harus diimbangi dengan peningkatan jumlah produksi dengan terus berusaha memperbaiki budidaya. Salah satu komponen budidaya adalah penggunaan zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh mampu mempengaruhi sintesis protein termasuk klorofil, dengan peningkatan klorofil diharapkan akan meningkatkan fotosintat yang dihasilkan (Abidin, 1994). Fotosintat merupakan substrat respirasi sehingga peningkatan fotosintat akan meningkatkan respirasi yang menghasilkan energi untuk pertumbuhan tanaman yang pada akhirnya akan meningkatkan hasil tanaman. Untuk mencapai produksi yang tinggi tanaman memerlukan faktor-faktor tumbuh yang optimum baik berupa hormon yang dihasilkan oleh tanaman sendiri maupun zat pengatur tumbuh. Faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, air dan zat hara yang berkaitan erat dengan lingkungan berupa kondisi tanah, daerah dan iklim juga mempengaruhi produksi tanaman.

Zat pengatur tumbuh semakin banyak digunakan untuk memodifikasi perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Zat pengatur tumbuh terutama digunakan untuk meningkatkan produk akhir, kualitas dan kuantitas hasil tanaman. Penelitian dengan zat pengatur tumbuh sebagai hormon eksogen,

dalam bidang pertanian pada masa sekarang ini sudah mencapai kemajuan yang pesat dan luas. Hal ini disebabkan luasnya pengaruh yang ditimbulkan oleh zat tersebut baik yang bersifat memacu atau sebaliknya justru menghambat pertumbuhan.

Salah satu hormon tanaman yang penting adalah giberelin. Giberelin mempercepat pertumbuhan tanaman. Hormon ini bersifat tidak hanya merangsang pertumbuhan melainkan juga merupakan zat yang berfungsi mengendalikan pertumbuhan tanaman termasuk pembungaan, pemanjangan batang dan pematangan dormansi biji (Salisbury dan Ross, 1995c). Menurut Davies (1995) terdapat 89 jenis giberelin. Semua giberelin merupakan turunan ent-giberelan dan bersifat asam sehingga dinamakan GA (asam giberelat) yang dinomori untuk membedakannya.

Giberelin yang biasa digunakan untuk penelitian fisiologi tumbuhan adalah asam giberelat (GA₃). Pada GA₃, GA₄ dan GA₉ terdapat jembatan laktone sehingga golongan giberelin ini memiliki aktivitas biologis yang lebih besar dibandingkan dengan yang lain, selain itu asam giberelat (GA₃) juga banyak tersedia di pasaran (Gardner dkk, 1991). Widiastuti dkk. (1993) menyatakan, penyemprotan GA₃ dengan konsentrasi 50 ppm dapat meningkatkan tinggi dan biomassa herba *Phyllanthus niruri*. Menurut Usman (1999) zat pengatur tumbuh GA₃ dalam proses pertumbuhan tanaman antara lain dapat mendorong perkembangan sel serta pemanjangan pada bagian apikal tanaman. Sudibyo (1997) melaporkan bahwa GA₃ dengan konsentrasi 250 ppm dapat memacu induksi pembungaan brokoli dengan rata-rata umur pembungaan 95,7 hari. Dengan latar belakang seperti tersebut di atas maka penelitian mengenai tanaman garut sebagai sumber alternatif tanaman pangan perlu untuk dilakukan dengan penggunaan zat pengatur tumbuh yaitu asam giberelat (GA₃).

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei sampai dengan bulan November 2005. Tempat penelitian di rumah kaca Sub Lab Biologi, Laboratorium Pusat MIPA Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.

Bahan

Rimpang tanaman garut (*Maranta arundinacea* L.), media tanah, pupuk kandang, asam giberelat (GA_3), akuades, etanol, air, pasir

Cara Kerja

Rancangan percobaan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan tunggal berupa konsentrasi asam giberelat (GA_3) yaitu:

G_0 = GA_3 konsentrasi 0 ppm

G_1 = GA_3 konsentrasi 50 ppm

G_3 = GA_3 konsentrasi 150 ppm

G_2 = GA_3 konsentrasi 100 ppm

G_4 = GA_3 konsentrasi 200 ppm

(Widiastuti dkk., 1993)

Setiap perlakuan dengan 5 ulangan.

Persiapan Media

Media Pertunasan. Media yang digunakan untuk pertunasan adalah pasir kali yang sudah dicuci bersih dan dikeringkan. Setelah kering pasir diayak dengan ayakan. Pasir lalu di tempatkan pada kotak pertunasan setebal ± 10 -12 cm (Priadi dkk., 2000).

Media Penanaman. Campuran tanah dengan pupuk kandang dibuat dengan perbandingan 1:1. Campuran ini kemudian dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 20x30 masing-masing *polybag* sebanyak 4 kg (Susanto, 2004).

Persiapan Bibit. Rimpang umur 8 bulan dicuci bersih lalu dikering anginkan. Setelah rimpang kering, diambil bagian yang seragam kemudian dipotong-potong dan ditimbang dengan berat yang sama yaitu 30 gram.

Pertunasan dan Penanaman. Bibit yang telah siap tanam diletakkan pada media pertunasan dan disiram dengan air setiap pagi. Untuk mencegah penguapan yang berlebihan media pertunasan diberi tutup dari plastik. Setelah tanaman bertunas sepanjang kurang lebih 5 cm kemudian dipindahkan ke dalam media penanaman.

Pemberian Asam Giberelat (GA_3). Asam giberelat (GA_3) diberikan dalam bentuk larutan dengan akuades sebagai pelarut. Konsentrasi asam giberelat yang dipakai adalah 0, 50, 100, 150 dan 200 ppm. Pembuatan larutan asam giberelat GA_3 50 ppm (G_1) dengan cara melarutkan GA_3 serbuk sebanyak 50 mg dengan beberapa tetes etanol (2-3 tetes dalam 1000 ml akuades. Untuk konsentrasi yang lain dibuat dengan cara yang sama.

Pemberian GA_3 dilakukan dua kali pada saat tanaman berumur satu bulan dan berumur tiga bulan dengan cara menyemprotkan larutan zat pengatur tumbuh tersebut secara merata pada daun. Volume penyemprotan pertama sebanyak 10 kali semprotan tiap *polybag* pada tiap perlakuan. Volume penyemprotan kedua sebanyak 40 kali semprotan tiap *polybag* pada tiap perlakuan. Satu kali semprotan diasumsikan dengan 1 ml. Pada saat penyemprotan tanaman diberi sungkup plastik supaya tidak mengenai tanaman lain.

Pemeliharaan. Tanaman disiram dengan air setiap hari sebanyak kurang lebih 100 ml tiap *polybag*. Penyiangkan dan penggemburan dilakukan seminggu sekali.

Pengamatan Parameter Pertumbuhan

Tinggi Tanaman. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan satu bulan sekali sampai saat panen yaitu tanaman berumur 4 bulan. Pengukuran dilakukan mulai pangkal batang sampai ujung daun tanaman tertinggi.

Jumlah Daun dan Luas Daun. Pengamatan jumlah daun dilakukan satu bulan sekali. Jumlah daun dihitung dengan menghitung semua daun, kecuali daun yang masih kuncup. Luas daun diukur pada akhir percobaan dengan metode gravimetri yang pada prinsipnya luas daun ditaksir melalu perbandingan berat. Langkah-langkah yang dilakukan adalah menggambar daun yang akan ditaksir pada sehelai kertas yang menghasilkan replika daun (tiruan daun). Replika daun tersebut digunting kemudian luas daun ditaksir berdasar persamaan:

$$LD = \frac{W_r}{W_t} \times LK$$

LD = Luas daun

W_r = Berat kertas replika daun

W_t = Berat total kertas

LK = Luas total kertas

(Sitompul dan Guritno, 1995).

Berat Basah Tanaman dan Berat Kering Tanaman. Pengukuran berat basah tanaman dengan cara menimbang tanaman yang sudah dibersihkan dari kotoran. Pengukuran dilakukan setelah tanaman berumur 4 bulan. Sedangkan untuk berat kering dengan cara memasukkan tanaman yang sudah dibersihkan dari kotoran ke dalam oven dengan suhu 70^o C hingga didapatkan berat yang konstan.

Jumlah Anakan. Pengamatan jumlah anakan dilakukan setiap satu bulan sekali. Jumlah

anakan dihitung dengan menghitung semua anakan yang terbentuk dengan tinggi 5 cm.

Jumlah dan Panjang Stomata. Jumlah dan panjang stomata dihitung pada akhir pengamatan dan dilakukan pada siang hari. Jumlah stomata dihitung dengan menggunakan mikrometer okuler. Penghitungan dilakukan tiap satuan luas mm². Pengukuran panjang stomata dengan menggunakan mikrometer berskala dengan satuan mm. Selanjutnya panjang stomata dihitung dalam satuan mikron (1 mm = 10³ mikron).

Pengukuran Kandungan Klorofil dan Karotenoid. Pengukuran kandungan klorofil dan karotenoid berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Hendry dan Grime (1993).

$$\text{Klorofil total} = \{(8,02 \times A663) + (20,2 \times A645)\} \mu\text{mol}$$

$$\text{Karotenoid} = \{(A480 + (0,114 \times A663) - (0,638 \times A645)) \times 3 \times 1000\} \mu\text{mol}; 112,5 \times 100$$

Pengukuran Laju Respirasi. Laju respirasi diamati setiap satu bulan sekali dengan menghitung jumlah CO₂ yang dihasilkan oleh tanaman dengan menggunakan alat *Plant Assimilation Analyzer* (PAA).

$$\begin{aligned} \text{Laju respirasi} &= \text{CO}_2 \text{ sampel} - \text{CO}_2 \text{ kontrol} \\ \text{Laju respirasi} &= \text{ppm CO}_2 / \text{L} / \text{menit} \end{aligned}$$

Analisis Data

Data yang diperoleh berupa data kuantitatif yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah tanaman, berat kering tanaman, jumlah anakan, jumlah dan panjang stomata, kandungan klorofil total dan karotenoid

serta laju respirasi. Data dianalisis dengan analisis varian (ANAVA) dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Rerata tinggi tanaman *M. arundinacea* setelah diberi perlakuan GA₃ disajikan pada tabel 1. Hasil analisis varian terhadap rerata tinggi tanaman menunjukkan adanya beda nyata yang disebabkan perlakuan. Peningkatan tinggi tanaman dari bulan ke bulan menunjukkan nilai yang signifikan. Peningkatan tinggi tanaman dari bulan ke-1 sampai ke-4 dapat dilihat pada gambar 1.

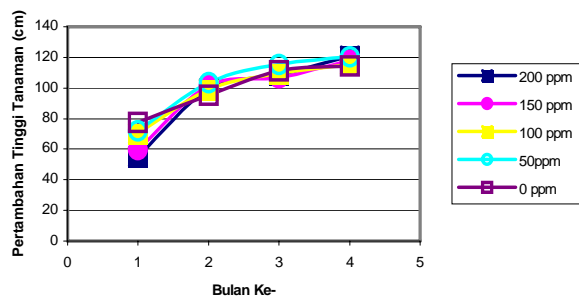
Tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan GA₃ dengan konsentrasi 50 ppm. Hasil ini sesuai dengan penelitian Khristyana dkk. (2004) bahwa penyemprotan GA₃ dengan konsentrasi 50 ppm juga memiliki efek paling tinggi pada peningkatan tinggi tanaman *Plantago major*. Tinggi tanaman terendah diperoleh pada perlakuan GA₃ dengan konsentrasi 200 ppm. Perlakuan GA₃ dengan konsentrasi 100, 150 dan 200 ppm memberikan hasil dibawah tanaman kontrol.

Peningkatan tinggi tanaman dengan pemberian GA₃ ini sesuai dengan pendapat bahwa giberelin mampu mendorong orientasi mikrotubul ke arah sumbu pertumbuhan sel dan terjadi penimbunan selulosa dan pada akhirnya sel membesar hanya ke aksis pertumbuhan sehingga tanaman memanjang (Shibaoka dalam Fukazawa *et al.* 2000). Efek GA₃ dalam memacu

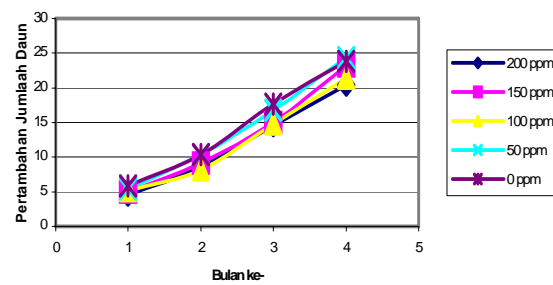
Tabel 1. Tinggi tanaman (cm), jumlah daun dan luas daun (cm), jumlah anakan tanaman, Berat basah dan berat kering (g) tanaman, Panjang stomata (μm) dan jumlah stomata tanaman, Jumlah klorofil total dan karotenoid (μmol) tanaman, Laju respirasi (ppm CO₂/L/menit) *M. arundinacea* dengan perlakuan GA₃ selama 4 bulan

Rerata	Konsentrasi GA ₃ (ppm)				
	0	50	100	150	200
Tinggi Tanaman (cm)	99,770 ^{ab}	102,940 ^b	98,455 ^a	96,600 ^a	96 ^a
Jumlah Daun	14,40 ^c	14,25 ^{bc}	12,40 ^a	13,10 ^{ab}	11,95 ^a
Luas Daun (cm ²)	5215,216 ^a	5323,784 ^a	4564,360 ^a	4879,339 ^a	4890,339 ^a
Jumlah anakan	2,40 ^a	2,35 ^a	2,25 ^a	2,60 ^a	2,55 ^a
Berat Basah (g)	535,90 ^a	579 ^b	522,70 ^a	538,76 ^{ab}	510,41 ^a
Berat Kering (g)	50,040 ^{ab}	52,640 ^b	46,340 ^a	46,040 ^a	47,160 ^a
Panjang stomata (μm)	0,336 ^a	0,340 ^a	0,346 ^a	0,352 ^a	0,354 ^a
Jumlah stomata	33,960 ^a	34,480 ^a	34,440 ^a	34,720 ^a	36,280 ^a
Jumlah Klorofil Total (μmol)	16,659 ^a	16,339 ^a	18,894 ^a	16,836 ^a	15,882 ^a
Jumlah Karotenoid (μmol)	0,165 ^a	0,161 ^a	0,170 ^a	0,165 ^a	0,140 ^a
Laju Respirasi (ppm CO ₂ /L/menit)	13,80 ^{ab}	16,20 ^{bc}	21,05 ^d	11,80 ^a	18,60 ^{cd}

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada satu baris berarti tidak ada beda nyata pada DMRT taraf 5%.



Gambar 1. Pertambahan tinggi tanaman (cm) *M. arundinacea* dengan perlakuan GA_3 (0, 50, 100, 150, 200) ppm dari bulan ke-1 sampai ke-4.



Gambar 2. Pertambahan jumlah daun tanaman *M. arundinacea* dengan perlakuan GA_3 (0, 50, 100, 150, 200) ppm pada bulan ke-1 sampai ke-4.

peningkatan tinggi tanaman ini disebabkan oleh: pertama, pembelahan sel dipacu di ujung tajuk, terutama pada sel meristematik yang terletak di bawah yang menumbuhkan jalur panjang sel kortek dan sel empulur. Kedua, GA_3 memacu pertumbuhan sel karena hormon tersebut berperan dalam meningkatkan hidrolisis pati, fruktan dan sukrosa menjadi molekul glukosa dan fruktosa; serta yang ketiga, GA_3 mempengaruhi peningkatan plastisitas dinding sel (Salisbury dan Ross, 1995c). Sauter dan Kende (1992); Sauter *et al.* (1993) dan Van der Knaap *et al.* (1997) menyatakan bahwa pemanjangan batang biasa terjadi pada daerah internodus karena GA_3 mempengaruhi pemanjangan batang pada daerah meristem interkalari.

Jumlah Daun Dan Luas Daun

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa GA_3 berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dan tidak berpengaruh terhadap luas daun. Data pengaruh GA_3 terhadap rerata jumlah daun dan luas daun tanaman *M. arundinacea* dapat dilihat pada tabel 1. Pengamatan jumlah daun dilakukan setiap satu bulan sekali selama 4 bulan. Jumlah daun terus meningkat seiring dengan umur tanaman. Hasil pengamatan tersaji pada gambar 2.

Jumlah daun terbanyak dihasilkan pada tanaman kontrol kemudian mengalami penurunan pada perlakuan GA_3 dengan konsentrasi 50 dan 100 ppm. Pada konsentrasi 150 ppm jumlah daun mengalami kenaikan tetapi pada konsentrasi 200 ppm mengalami penurunan kembali. Hal ini diduga karena adanya perbedaan jumlah daun anakan yang turut mempengaruhi jumlah daun keseluruhan. Adanya peristiwa pengguguran daun-daun yang

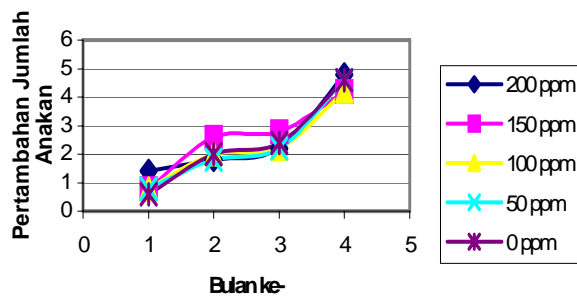
sudah tua juga akan mempengaruhi jumlah daun keseluruhan.

Berdasarkan data luas daun, masing-masing perlakuan menunjukkan nilai yang hampir sama. Hasil ini sejalan dengan penelitian Khristyana dkk. (2004) bahwa perlakuan GA_3 tidak berpengaruh terhadap luas daun tanaman *Plantago major*. Andjarikmawati (2004) dan Afriana (2004) juga mengemukakan bahwa perlakuan GA_3 tidak berpengaruh terhadap luas daun tanaman *Punica granatum* dan *Allium ascalonicum*. Cahyuningdari (2002) menyatakan bahwa luas daun *Ipomoea batatas* dipengaruhi oleh ketersediaan air. Luas daun semakin meningkat dengan meningkatnya ketersediaan air yaitu $\frac{1}{2}$ dari air normal. Nilai luas daun selain dipengaruhi giberelin juga dipengaruhi oleh faktor genetik yang berperan dalam menentukan jumlah dan ukuran daun (Gardner dkk., 1991).

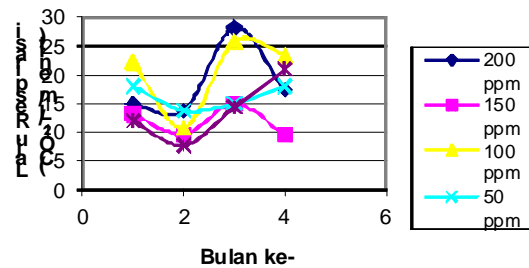
Jumlah Anakan

Hasil analisis varian terhadap jumlah anakan menunjukkan tidak beda nyata yang disebabkan perlakuan. Data rerata jumlah anakan tanaman *M. arundinacea* setelah diberi perlakuan GA_3 tersaji pada tabel 1.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Sudiarso dkk. (1998) bahwa perlakuan perendaman dengan GA_3 tidak memberikan pengaruh pada jumlah anakan tanaman sedap malam (*Polianthes tuberosa* L.). Jumlah anakan tanaman *M. arundinacea* dihitung satu bulan sekali selama 4 bulan. Jumlah anakan terus meningkat, dari bulan ke-1 sampai ke-4. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman sedang dalam masa aktif pertumbuhan. Pertambahan jumlah anakan dari bulan ke-1 sampai ke-4 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pertambahan jumlah anakan tanaman *M. arundinacea* dengan perlakuan GA_3 (0, 50, 100, 150, 200) ppm dari bulan ke-1 sampai ke-4.



Gambar 5. Perubahan laju respirasi (ppm $CO_2/L/$ menit) tanaman *M. arundinacea* dengan perlakuan GA_3 (0, 50, 100, 150, 200) ppm dari bulan ke-1 sampai ke-4.

Berat Basah dan Berat Kering

Hasil analisis varian terhadap berat basah dan berat kering tanaman *M. arundinacea* menunjukkan adanya beda nyata yang disebabkan oleh perlakuan. Data rerata berat basah dan berat kering tanaman *M. arundinacea* setelah diberi perlakuan GA_3 dapat dilihat pada tabel 1.

Pada berat basah perlakuan GA_3 dengan konsentrasi 50 ppm memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap kontrol. Berat basah tertinggi dicapai pada perlakuan GA_3 dengan konsentrasi 50 ppm, dan berat basah terendah pada konsentrasi 200 ppm. Hasil ini sesuai dengan penelitian Widiastuti dkk. (1993) bahwa penyemprotan GA_3 dengan konsentrasi 50 ppm pada *Phyllanthus niruri* dapat meningkatkan hasil herba yang tertinggi. Salisbury dan Ross (1995c) serta Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa berat basah tanaman dapat menunjukkan aktivitas metabolisme tanaman dan nilai berat basah tanaman dipengaruhi oleh kandungan air jaringan, unsur hara dan hasil metabolisme. Khrisnamoorthy (1975) mengemukakan bahwa giberelin mampu meningkatkan ukuran sel (pembesaran sel) dan peningkatan jumlah sel (pembelahan sel). Peningkatan ukuran dan jumlah sel pada akhirnya akan meningkatkan berat tanaman.

Produksi tanaman biasanya lebih akurat dinyatakan dengan ukuran berat kering daripada dengan berat basah, karena berat basah sangat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban (Sitompul dan Guritno, 1995). Hasil berat kering merupakan keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis mengakibatkan peningkatan berat kering tanaman karena pengambilan CO_2 sedangkan respirasi

mengakibatkan penurunan berat kering karena pengeluaran CO_2 (Gardner dkk., 1991).

Perlakuan GA_3 dengan konsentrasi 50 ppm menunjukkan adanya beda nyata dengan perlakuan GA_3 pada konsentrasi 100, 150 dan 200 ppm. Dari penelitian ini berat kering tertinggi dicapai pada konsentrasi 50 ppm. Hasil ini sesuai dengan nilai tinggi tanaman dan berat basah tanaman yang juga menunjukkan nilai tertinggi pada konsentrasi 50 ppm. Adanya peningkatan tinggi dan luas daun diikuti juga oleh peningkatan berat basah dan berat kering tanaman.

Perlakuan GA_3 dengan konsentrasi di atas 50 ppm menghasilkan nilai yang lebih rendah dari kontrol. Peristiwa ini menunjukkan efek kejenuhan tanaman terhadap hormon. Salisbury dan Ross (1995b) mengemukakan bahwa pada saat konsentrasi hormon yang diberikan terus meningkat, pertumbuhan mulai menurun karena hormon menjadi bersifat menghambat. Menurut Taiz dan Zeiger (1998) pemberian asam giberelat yang tinggi menyebabkan penurunan transkripsi GA_{20} oksidase yang merupakan target utama dalam pengaturan umpan balik. Apabila transkripsi GA_{20} oksidase menurun maka terjadi pengeblokan biosintesis GA_3 sehingga aktivitas asam giberelat menurun. Ketika aktivitas asam giberelat menurun diduga akan terjadi penurunan pada pembelahan dan pertumbuhan sel serta sintesis protein. Penurunan ini akan mengakibatkan penurunan berat basah dan berat kering tanaman secara keseluruhan.

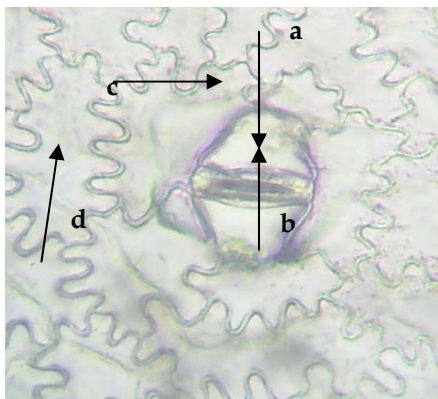
Panjang dan Jumlah Stomata

Hasil analisis varian terhadap panjang dan jumlah stomata menunjukkan tidak ada beda nyata yang disebabkan oleh perlakuan. Masing-

masing perlakuan menunjukkan nilai yang hampir sama. Data panjang dan jumlah stomata *M. arundinacea* setelah diberi perlakuan GA₃ disajikan pada tabel 1.

Berdasarkan data yang diperoleh diketahui bahwa perlakuan GA₃ tidak mempengaruhi panjang dan jumlah stomata yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan pendapat Salisbury dan Ross (1995a) bahwa hormon sitokinin, dapat menyebabkan pembukaan stomata dan asam absisat (ABA) dapat menyebabkan penutupan stomata, namun kedua hormon tersebut tidak berpengaruh pada jumlah dan ukuran stomata yang terbentuk. Kerapatan stomata sangat tergantung pada konsentrasi CO₂ yaitu apabila CO₂ naik maka jumlah stomata per satuan luas menjadi lebih sedikit dan proses ini memerlukan waktu lama.

Stomata tanaman *M. arundinacea* bertipe parasitik yaitu setiap sel penutup diiringi sebuah sel tetangga/lebih dengan sumbu panjang sel tetangga sejajar dengan sumbu sel penutup serta celah (Hidayat, 2001). Stomata tanaman *M. arundinacea* tersaji pada gambar 4.



Gambar 4. Stomata tanaman garut (*M. arundinacea* L.) dengan perbesaran 400 kali. Celah stomata, b. Sel penutup, c. Sel tetangga, d. Sel epidermis

Jumlah Klorofil Total dan Karotenoid

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa GA₃ tidak berpengaruh pada pembentukan klorofil dan karotenoid. Data rerata jumlah klorofil total dan karotenoid tanaman *M. arundinacea* setelah diberi perlakuan GA₃ disajikan pada tabel 1.

Meskipun hasil analisis tidak menunjukkan beda nyata, namun dapat dilihat bahwa jumlah karotenoid seimbang dengan jumlah klorofil. Ketika jumlah klorofil tinggi maka jumlah

karotenoid juga tinggi dan sebaliknya. Hal ini terlihat pada perlakuan GA₃ dengan konsentrasi 100 ppm dan 200 ppm. Menurut Bidwell (1979) pemberian hormon giberelin secara eksogen dapat meningkatkan aktivitas enzim nitrat reduktase. Nitrat reduktase berfungsi mengubah nitrat menjadi amoniak yang selanjutnya dapat berubah menjadi amonium dengan adanya proton. Amonium bergabung dengan glutamat melalui jalur GS-GOGAT (glutamin sintetase/glutamat sintase dan glutamat oksoglutarat aminotransferase). Kemudian glutamat akan berubah menjadi glutamin oleh glutamin sintase. Glutamin kemudian berikatan dengan α -ketoglutarat dengan bantuan glutamat sintase berubah menjadi glutamat. Glutamat akan menghasilkan prolin, arginin dan δ -aminolevulinat. δ -aminolevulinat merupakan senyawa antara dalam pembentukan klorofil (Salisbury dan Ross, 1995b; Loveless, 1991). Susanto (2004) mengemukakan bahwa jumlah klorofil total dipengaruhi oleh logam krom (Cr). Pemberian logam Cr yang semakin meningkat mampu menurunkan jumlah klorofil total tetapi tidak mempengaruhi jumlah karotenoid pada tanaman *Brasica juncea*. Cahyanti (2004) menambahkan, bahwa jumlah klorofil total dipengaruhi oleh senyawa kimia yang dihasilkan oleh tanaman lain. Jumlah klorofil total tanaman *Portulaca oleracea* mengalami penurunan setelah pemberian ekstrak akar *Acalypha indica* dengan konsentrasi 1000 ppm.

Laju Respirasi

Selain melakukan proses fotosintesis tanaman juga melakukan proses respirasi. Respirasi merupakan proses pembongkaran energi dari energi kimia yang tersimpan untuk menyelenggarakan proses-proses kehidupan (Dwidjoseputro, 1994). Hasil analisis varian terhadap laju respirasi tanaman *M. arundinacea* menunjukkan adanya beda nyata yang disebabkan oleh perlakuan. Data rerata laju respirasi *M. arundinacea* setelah diberi perlakuan GA₃ disajikan pada tabel 1.

Berdasar data yang diperoleh dalam penelitian ini, laju respirasi tertinggi dicapai pada perlakuan GA₃ dengan konsentrasi 100 ppm, sedangkan laju respirasi terendah pada perlakuan GA₃ dengan konsentrasi 150 ppm. Nilai laju respirasi terlihat fluktuatif pada masing-masing konsentrasi. Hal ini diduga adanya perbedaan pembagian hasil fotosintesis untuk respirasi. Pada perlakuan GA₃ dengan konsentrasi 150 ppm, hasil fotosintesis diduga

lebih diarahkan pada pembentukan anakan sehingga jumlah anakan yang terbentuk paling tinggi dan laju respirasinya rendah. Pada perlakuan GA₃ dengan konsentrasi 100 ppm hasil fotosintesisnya diduga lebih banyak dimanfaatkan untuk respirasi sehingga jumlah anakan yang terbentuk sedikit

Pengukuran laju respirasi dilakukan tiap satu bulan sekali selama 4 bulan. Laju respirasi pada tiap bulan menunjukkan nilai yang fluktuatif dan laju respirasi terendah terjadi pada bulan ke-2. Data perubahan laju respirasi tanaman *M. arundinacea* dengan perlakuan GA₃ dari bulan ke-1 sampai ke-4 dapat diamati pada gambar 5.

Laju respirasi tanaman *M. arundinacea* pada setiap perlakuan kemungkinan dipengaruhi oleh faktor dari tanaman sendiri dan faktor lingkungan. Faktor dari dalam berhubungan dengan umur tanaman yang menyebabkan perbedaan struktur perkembangan dan kebutuhan energi. Faktor lingkungan meliputi suhu, kadar CO₂ dan O₂, cahaya, perlakuan dan pengaruh mekanik. Respirasi tetap tinggi selama fase vegetatif dan mengalami penurunan pada fase generatif. Cahaya dapat meningkatkan fotosintesis sehingga dihasilkan fotosintat yang banyak sebagai substrat respirasi. Cahaya juga mampu meningkatkan suhu yang mampu mendukung respirasi, tetapi suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan inaktifnya enzim-enzim sehingga menghambat respirasi. Pengukuran respirasi melibatkan gerakan mekanis penggoyangan tanaman yang dapat meningkatkan respirasi (Dwidjoseputro, 1994).

Dari keseluruhan data hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan asam giberelat (GA₃) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, berat kering dan laju respirasi. Perlakuan GA₃ tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun, jumlah anakan, jumlah dan panjang stomata serta jumlah klorofil dan karotenoid.

Asam giberelat dapat mendukung pembentukan RNA baru serta sintesis protein (Abidin, 1994). Adanya peningkatan sintesis protein diduga akan mempengaruhi pembentukan klorofil karena salah satu komponen klorofil adalah protein. Menurut Sugito (1994) kandungan klorofil akan mempengaruhi proses fotosintesis tanaman, semakin tinggi kandungan klorofil dan tersedianya air akan memacu fotosintesis. Menurut Salisbury dan Ross (1995c) hasil fotosintesis tanaman digunakan dalam beberapa kebutuhan yaitu cadangan makanan, respirasi dan pertumbuhan. Ketika respirasi

meningkat maka akan terjadi pengurangan pada penimbunan cadangan makanan karena terjadi persaingan dalam mendapatkan fruktosa 1, 6-bifosfat dalam sitosol. Menurut Sugito (1994) penggunaan hasil fotosintesis pada satu proses akan mengurangi penggunaan pada proses yang lain dan dipengaruhi oleh suhu. Ketika suhu malam terlalu tinggi akan menyebabkan peningkatan respirasi yang mengakibatkan peningkatan pembongkaran hasil fotosintesis, akibatnya hasil fotosintesis yang digunakan untuk pertumbuhan dan cadangan makanan menurun. Adanya peristiwa fotorespirasi juga mengakibatkan pengurangan hasil fotosintesis. Ketika laju fotosintesis dan laju respirasi seimbang akan menyebabkan tidak adanya hasil fotosintesis yang digunakan untuk pertumbuhan dan cadangan makanan.

Dalam penelitian ini terbukti bahwa asam giberelat (GA₃) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman garut (*M. arundinacea*) yang ditunjukkan oleh variabel tinggi tanaman, luas daun, berat basah dan berat kering. Perlakuan asam giberelat (GA₃) dengan konsentrasi 50 ppm menghasilkan laju respirasi yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman garut sehingga dicapai pertumbuhan tanaman tertinggi.

KESIMPULAN

Perlakuan asam giberelat (GA₃) dengan konsentrasi 50 ppm menghasilkan pertumbuhan tanaman yang tertinggi yang ditunjukkan oleh variabel tinggi tanaman, berat basah dan berat kering tanaman garut. Konsentrasi asam giberelat (GA₃) yang semakin tinggi (100, 150, 200) ppm mengakibatkan penurunan pertumbuhan tanaman garut (*M. arundinacea*). Perlakuan asam giberelat (GA₃) tidak berpengaruh terhadap kandungan klorofil. Perlakuan asam giberelat (GA₃) dengan konsentrasi 100 ppm menghasilkan laju respirasi tertinggi tanaman garut (*M. arundinacea*) yaitu sebesar 21,05 ppm CO₂/L/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1994. Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh. Penerbit Angkasa. Bandung.
- Afriana, N. I. 2005. Pengaruh Pogesan Dan Konsentrasi GA₃ Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Skripsi. Program Studi Agronomi. Fakultas Pertanian. UNS. Surakarta.
- Andjarikmawati, D. W. 2004. Perkecambahan, Pertumbuhan Dan Struktur Anatomi Batang delima Putih (*Punica*

- granatum L.) Dengan Perlakuan Asam Indol Asetat Dan Asam Giberelat. Skripsi. Jurusan Biologi. FMIPA. UNS. Surakarta.
- Arfian, M. dan Wijonarko, A. 2000. Kondisi dan Tantangan Ke Depan Sub Sektor Tanaman Pangan di Indonesia. Proceeding of The Fourth Symposium on Agri-Bioche. 5 Maret. Chiba. Jepang. 251-247.
- Bidwell, R.G. S. 1979. Plant Physiology. 2nd. Mc Milan Pub. Co. inc. New York.
- Cahyanti, I. D. 2004. Pengaruh Ekstrak Anting Anting (*Acalypha indica* Linn.) Terhadap Pertumbuhan, Kadar Klorofil Dan Nitrogen Total Gulma Krokot (*Portulaca oleracea* Linn.). Skripsi. Jurusan Biologi. FMIPA. UNS. Surakarta.
- Cahyuningdari, D. 2002. Pengaruh Ketersediaan Air Dan Pemberian Mulsa Serbuk Sabut Kelapa Pada Pertumbuhan Dan Kandungan Gula Reduksi Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* Lamk.). Skripsi. Jurusan Biologi. FMIPA. UNS. Surakarta.
- Damanhuri. 1998. Teknologi Budidaya Tanaman Garut. Disampaikan pada Semiloka Pengembangan Tanaman Garut Sebagai Sumber Bahan Baku Alternatif Industri Pangan. 27-28 Agustus. Universitas Brawijaya. Malang.
- Davies, P. J. 1995. Plant Hormones, Physiology Biochemistry and Molecular Biology. Kluwer Publishig. Dordrest.
- Fukazawa, J., Sakai, T., Ishida, S., Yamaguci, I., Kamijaya, Y. and Takahashi, Y. 2000. Respiration of Shoot Growth, a bZIP Transcriptional Activator Regulates Cell Elongation by Controlling The Level of Gibberellins. *Plant Cell*. 12(6):901-916.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B. and Mitchell, R. L. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya (Diterjemahkan oleh: Herawati Susilo). Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hidayat, E. B. 2001. Anatomi Tumbuhan Berbiji. ITB Press. Bandung.
- Husodo, S. Y. 2003. Membangun Kemandirian Di Bidang Pangan: Suatu Kebutuhan Bagi Indonesia. Artikel Disampaikan Pada Seminar Kemandirian Ekonomi Nasional. 22 November 2002. Jakarta.
- Khrisnamoorthy, H. N. 1975. Gibberellin and Plant Growth. John Willey and Sons. New York.
- Khristyana, L., Anggarwulan, E., Marsusi. 2004. Pertumbuhan, Kadar Saponin, Nitrogen Jaringan dan Aktivitas Nitrat Reduktase Tanaman Daun Sendok (*Plantago mayor* L.) Pada Pemberian Asam Giberelat (GA₃). *Biofarmasi*. 3 (1): 11-15
- Kumalaningsih, S. 1998. Aspek Pengembangan Produk Olahan Dari Bahan Baku Garut (*Maranta arundinacea* L.). Disampaikan Dalam Semiloka Pengembangan Tanaman Garut Sebagai Bahan Baku Alternatif Industri Pangan. 27-28 Agustus 1998. Universitas Brawijaya. Malang.
- Kumar, C. G. 2003. Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) Starch as a New Low Cost Substrat for Alkaline Protease Production. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 19(7):757-762.
- Pribadi, E. R. dan Sudiarto. 2002. Tepung Garut Alternatif Sumber Karbohidrat Serbaguna. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 24(6): 1
- Pujiyanto, D. 2004. Garut (*Maranta arundinacea* L.) Berpotensi Tinggi Namun Belum Tergali. *Warta Kehati*. 26(VII): 16-17.
- Rosseto, M. R. B., Lajolo, F. M. and Cordenunsi, B. R. 2004. Influence of Gibberellic Acid in The Starch Breakdown During Banana Ripening. *Abstract. Cien Technology Aliment*. 24(1): 76-81.
- Salisbury, F. B and Ross, C. W. 1995a. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 1. (Diterjemahkan oleh : Diah R, Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB. Bandung
- Salisbury, F. B and Ross, C. W. 1995b. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 2. (Diterjemahkan oleh : Diah R, Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB. Bandung
- Salisbury, F. B and Ross, C. W. 1995c. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3. (Diterjemahkan oleh : Diah R, Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB. Bandung
- Sauter, M. and Kende, H. 1992. Gibberellin Induced Growth and Regulation of The Cell Devison Cycle in Deepwater Rice. *Planta*. 188:362-368.
- Sauter, M. Seagul, R. W. and Kende, H. 1993. Internodal Elongation and Orientation of Cellulose Microfibri and Microtubules in Deepwater Rice. *Planta*. 190:354-362.
- Sitompul, S. M. dan Guritno, B. 1995. Analisa Pertumbuhan Tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sudiarso, Dewani, M. Dan Aini, N. 1998. Pengaruh Zat Tumbuh Dan Lama Perendaman Umbi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sedap Malam (*Polianthes tuberosa* L.). *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Hayati (Life Sciences)*. 10 (2): 21-27.
- Sudiby, P. 1997. Induksi Pembungaan Brokoli (*Brassica olerace* var *Botrytis* L.) Dengan Perlakuan Auksin (NAA) dan Giberelin (GA₃). Skripsi. Fakultas Biologi UGM. Yogyakarta.
- Sugito, Y. 1994. Ekologi Tanaman. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malangusanto, L. C. 2004. Akumulasi Krom (Cr), Pertubuhan dan Kandungan Klorofil pada Tanaman Sawi Putih (*Brassica juncea* L.) dan Sawi Hijau (*Brassica chinensis* L.). Skripsi. Jurusan Biologi F MIPA UNS. Surakarta.
- Taiz, L. and Zeiger. E. 1998. *Plant Physiology*. second edition. Sinauer Associates, Inc., Publisher. Massachusetts.
- Usman. 1999. Pengaruh Pemberian Giberelin dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tunas Manggis. *Tropika*. 7(1):1-9.
- Van der Knaap, E., Jagoueix. S and Kende. H. 1997. Expression of an Ortholog of Replication Protein A1 (RPA1) is Induced by Gibberellin in Deepwater Rice. *Proc Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 94:9979-9983
- Widiastuti, Y., Hutapea, J. R. dan Suhadi. 1993. Usaha Peningkatan Hasil Biomassa *Phyllanthus niruri* melalui Pemberian Asam Giberelat. *Warta Tumbuhan Indonesia*. 2(4): 11