

## **Struktur dan Perkembangan Daun *Acalypha indica* L yang Diperlakukan dengan Kombinasi IAA dan GA Pada Konsentrasi yang Berbeda**

**Sri Darmanti**

Laboratorium Biologi dan Struktur Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA Undip

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh IAA, GA dan kombinasi keduanya pada berbagai tingkat konsentrasi terhadap perkembangan daun *Acalypha indica* L. Rancangan acak lengkap pola faktorial digunakan dalam penelitian ini. Faktor pertama berupa variasi konsentrasi IAA (0, 10, 30 dan 50 ppm), faktor kedua berupa variasi konsentrasi GA (0, 10, 30 dan 50 ppm). Data kuantitatif diuji dengan ANAVA, dilanjutkan dengan DMRT pada taraf uji 5 %. Struktur anatomi dideskripsikan dari preparat penampang lintang lamina daun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan IAA, GA dan kombinasinya tidak mempengaruhi struktur anatomi daun *Acalypha indica* L. Tebal helaian daun *Acalypha indica* L. turun dengan perlakuan IAA, GA dan kombinasinya. Penurunan tebal daun pada perlakuan dengan GA disebabkan oleh penurunan tebal jaringan palisade dan jaringan bunga karang, sedang pada perlakuan kombinasi IAA dan GA sebagian besar disebabkan oleh penurunan panjang sel palisade.

**Kata Kunci :** *Acalypha indica* L, IAA, GA

### **Abstract**

The aim of this research was to study the effects of IAA, GA and their combination at various concentration on leaf development of *Acalypha indica* L. A factorial with completely random design was used in this research. The first factor was concentration (0, 10, 30 and 50 ppm), while the second factor was concentration (0, 10, 30 and 50 ppm). Quantitative data were analyzed using Analysis of Variance followed by Duncan's Multiple Range Test at 5% significance level. Anatomy structure were analyzed using description from transversal of leaf.

Result of this research showed that treatment of IAA, GA and their combination didn't affect influence the anatomy of structure of *Acalypha indica* L. leaf. Thickness of *Acalypha indica* L. leaf decrease with treatment of IAA, GA and their combination. Decrease of leaf thickness with GA was caused by the decrease of thickness of palisade and sponge parenchyma. The treatment of combination IAA and GA most because of degradations of palisade cell.

**Key word :** *Acalypha indica* L, IAA, GA

### **PENDAHULUAN**

Daun merupakan organ penting bagi tumbuhan. Biasanya daun berbentuk pipih dengan posisi mendatar, sehingga mudah memperoleh sinar matahari dan gas CO<sub>2</sub> untuk mendukung fungsinya yang khusus sebagai tempat fotosintesis. Perkembangan tumbuhan meliputi pertumbuhan dan diferensiasi pada tingkat seluler, jaringan, organ dan individu secara keseluruhan. Pada tingkat seluler, pertumbuhan diakibatkan adanya pembelahan dan pembentangan sel sedang diferensiasi merupakan perubahan sel dengan tipe spesialisasi yang berbeda-beda. Pada saat

perkembangan daun, sel-sel pada jaringan yang berbeda maupun pada jaringan yang sama membelah, membentangi dan berdiferensiasi pada waktu dan kecepatan yang tidak sama. (Cutter, 1971; Steeves dan Sussex, 1994). Menurut Santosa (1993), pola perkembangan tumbuhan ditentukan oleh kerja sama antara faktor genetik dan faktor dalam lainnya dengan lingkungan. Salah satu faktor lingkungan tersebut adalah cahaya dan faktor dalam adalah fitohormon.

Pada dasarnya diperlukan keseimbangan fitohormon dalam perkembangan tumbuhan. IAA dan GA merupakan hormon alami yang sangat

berpengaruh pada perkembangan daun, aktivitas keduanya sangat berkaitan. Kerja keduanya saling tergantung atau tidak saling tergantung, hal ini ditentukan oleh jenis tumbuhan dan kondisi pertumbuhan (Devlin, 1975; Wareing dan Phillips, 1986; Davies, 1995; Kende dan Zeevaart, 1997). Besarnya pengaruh IAA terhadap perkembangan daun tergantung pada konsentrasinya, pada konsentrasi rendah sampai optimal memacu pertumbuhan, pada konsentrasi yang lebih tinggi lagi akan menghambat. GA pada konsentrasi tinggi tidak menunjukkan gejala penghambatan. Pengaruh cahaya terhadap perkembangan tumbuhan antara lain dapat dijelaskan melalui kemampuannya mengubah konsentrasi fitohormon di dalam jaringan tumbuhan (Goring, 1987). Cahaya berpengaruh dalam menurunkan konsentrasi IAA dan meningkatkan konsentrasi GA yang bersifat aktif (Krishnamoorthy, 1981; Moore, 1989).

Menurut Dale (1982), pemberian fitohormon secara eksogen dapat berpengaruh dan mengubah ukuran sel dan bentuk daun. GA berpengaruh pada bidang pembelahan meristem marginal dan mungkin juga mempunyai efek pemanjangan rakhis. Sedang filodium dibentuk sebagai hasil aktivitas meristem adaksial yang diperpanjang. Perkembangan filodium ini mungkin dipengaruhi oleh GA pada jumlah relatif pertumbuhan adaksial dan marginal primordium daun (Cutter, 1971). IAA menyebabkan pemanjangan tulang daun dan menghambat pertumbuhan jaringan mesofil (Krishnamoorthy, 1971).

*Acalypha indica* L. merupakan herba semusim dari suku Euphorbiaceae, banyak dijumpai pada habitat yang sangat bervariasi dari yang terkena sinar matahari langsung sepanjang hari sampai yang tidak pernah terkena sinar matahari langsung. Dari habitat yang bervariasi tersebut dapat ditemukan *A indica* L dengan morfologi yang bervariasi pula.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial. Faktor I adalah IAA dan faktor II adalah GA, masing-masing dengan konsentrasi 0 ppm, 10 ppm, 30 ppm dan 50 ppm. Perlakuan diberikan 4 minggu setelah benih

disebar, dengan mengoleskan IAA, GA dan kombinasi keduanya pada kedua permukaan daun pertama dan daun kedua. Perlakuan diakhiri setelah empat minggu perlakuan dan kemudian dibuat preparat penampang lintang daun dan penampang lintang petiole dengan metode *free hand section*. Diamati struktur anatomi lamina daun dan petiole, luas lamina daun. Tebal lamina daun, tebal palisade dan rasio tebal palisade dengan tebal helaian daun.

Data kuantitatif yang diperoleh diuji dengan analisis sidik ragam (ANAVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan atau kombinasi perlakuan terhadap parameter yang diukur. Untuk mengetahui beda nyata diantara perlakuan atau kombinasi perlakuan digunakan uji beda nyata Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf uji 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

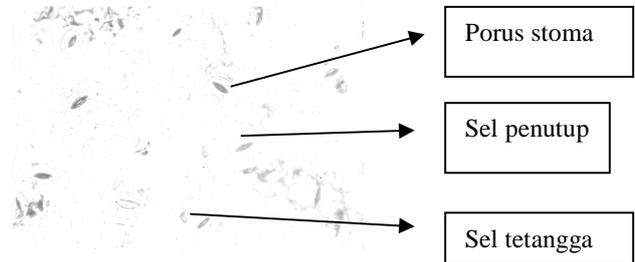
Pengamatan struktur anatomi terhadap lamina daun dan petiole dari tanaman *Acalypha indica* L. yang diperlakukan dengan IAA, GA dan kombinasinya tidak menunjukkan adanya perbedaan. Pada penampang lintang lamina daun terlihat tiga jaringan penyusun, yaitu epidermis, mesofil dan berkas pengangkut. Epidermis sebagai jaringan terluar pada permukaan adaksial dan abaksial, yang masing-masing terdiri dari selapis sel yang tersusun rapat. Di sebelah luar dari epidermis dijumpai lapisan kutikula yang merupakan lapisan non seluler. Mesofil terletak di antara kedua lapis epidermis, terdiferensiasi menjadi jaringan spon parenkim dan palisade. Palisade berbatasan langsung dengan epidermis adaksial, sel-selnya berbentuk memanjang dengan arah vertikal, tersusun sangat rapat dan banyak mengandung kloroplas. Lebih kedalam dari palisade ini terdapat spon parenkim yang tersusun oleh sel-sel dengan banyak ruang antar sel diantaranya dan mempunyai kloroplas lebih sedikit dibandingkan dengan palisade. Dilihat dari susunan mesofil yang demikian ini, maka daun *Acalypha indica* L termasuk tipe dorsiventral.

Berkas pengangkut dijumpai pada tulang daun, terdiri atas xilem di bagian adaksial dan floem di sebelah abaksial, dengan kambium terletak diantaranya. Berkas pengangkut yang demikian ini termasuk tipe kolateral terbuka. Pada

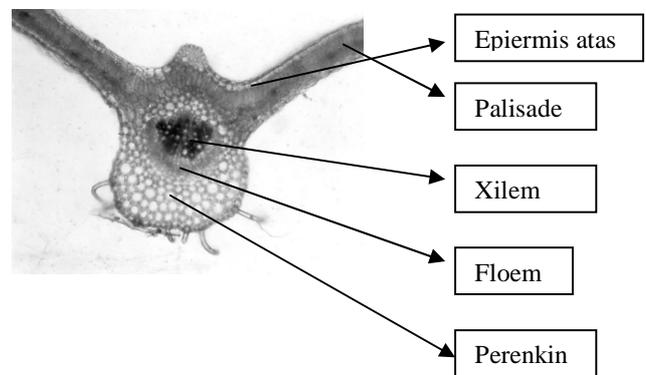
epidermis adaksial maupun abaksial dijumpai derivit epidermis berupa stomata, sedang trikoma hanya dijumpai pada epidermis abaksial. Stoma mempunyai sel penutup berbentuk ginjal, dikelilingi oleh dua sel tetangga dengan arah panjang sejajar dengan sel penutup. Stoma yang demikian itu termasuk tipe parasitik. Trikoma pada daun *Acalypha indica* L ini merupakan trikoma non glanduler yang masing-masing tersusun atas satu sel atau lebih yang berbentuk memanjang.

Petiole tersusun atas tiga jaringan pokok, yaitu ; epidermis, kortek dan stele.. Epidermis merupakan sel yang terletak dibagian terluar organ. Tersusun atas sel-sel yang berbentuk kubus dan tersusun rapat. Beberapa sel epidermis mengalami modifikasi menjadi trikoma non glanduler. Lebih ke dalam dari epidermis terdapat jaringan kolenkim yang terdiri dari beberapa lapis sel, jaringan ini berfungsi sebagai jaringan penguat. Lebih ke dalam dari jaringan kolenkim merupakan bagian kortek yang tersusun oleh sel-sel parenkim dengan susunan yang kurang teratur dan diantaranya terdapat ruang antar sel. Pada kortek ini juga ditemukan jaringan penguat berupa sklerenkim yang membentuk kelompok-kelompok kecil.

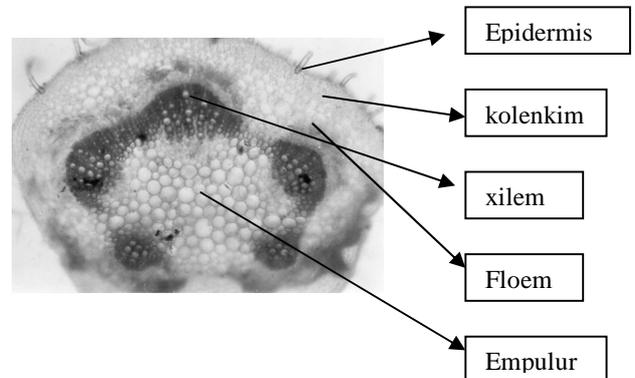
Lebih ke dalam dari kortek merupakan bagian stele yang ditandai dengan adanya berkas pengangkut yang berbentuk lingkaran terbuka. Pada bagian-bagian tertentu, berkas pengangkut lebih berkembang dibanding bagian yang lain. Bagian yang berkembang lebih cepat ini merupakan bagian berkas pengangkut yang berkembang dari kambium vaskuler sedang bagian yang berkembang lebih lambat merupakan bagian berkas pengangkut yang berkembang dari kambium ektravaskuler yang berkembang kemudian. Perkembangan lebih lanjut dari kambium vaskuler dan ektravaskuler ini akan membentuk berkas pengangkut yang bersinambungan, kecuali pada bagian petiole yang berbatasan dengan batang. Floem terletak di bagian luar dari xilem dan diantaranya terdapat kambium. Berkas pengangkut yang demikian ini merupakan tipe kolateral terbuka. Pada bagian dalam dari berkas pengangkut merupakan empulur yang tersusun oleh sel-sel parenkim yang besar dengan ruang antar sel.



Gambar 1. Stoma pada daun *A indica* L



Gambar 2. Penampang lintang lamina daun *A indica* L



Gambar 3. Penampang lintang petiole daun *A indica* L

Dari hasil analisis statistik terhadap data kuantitatif yang diukur didapatkan hasil bahwa IAA pada konsentrasi 10 ppm dan 30 ppm berpengaruh nyata meningkatkan luas lamina daun, pada konsentrasi 50 ppm menurunkan luas daun sedangkan GA pada semua konsentrasi perlakuan berpengaruh meningkatkan luas daun. Kombinasi perlakuan IAA dan GA pada semua

konsentrasi perlakuan berpengaruh meningkatkan luas daun, tetapi peningkatan itu hanya sedikit sehingga tidak menunjukkan pengaruh yang nyata (Tabel 1.)

Tabel 1. Luas lamina daun *Acalypha indica* L (cm<sup>2</sup>) kibat perlakuan IAA, GA dan kombinasinya.

GA \ IAA	0	10	30	50	Rerata
0	5,660 <sup>d</sup>	6,740 <sup>bcd</sup>	6,740 <sup>bcd</sup>	6,420 <sup>de</sup>	6,405 <sup>i</sup>
10	6,640 <sup>cd</sup>	7,580 <sup>abc</sup>	8,040 <sup>a</sup>	7,420 <sup>abcd</sup>	7,420 <sup>g</sup>
30	6,240 <sup>ef</sup>	7,740 <sup>ab</sup>	6,500 <sup>cdef</sup>	7,020 <sup>abcd</sup>	6,875 <sup>h</sup>
50	6,200 <sup>ef</sup>	6,040 <sup>ef</sup>	6,680 <sup>bcd</sup>	6,040 <sup>ef</sup>	6,240 <sup>i</sup>
Rerata	6,185 <sup>k</sup>	7,025 <sup>j</sup>	6,990 <sup>j</sup>	6,740 <sup>j</sup>	

\* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf uji 5%.

IAA pada konsentrasi yang rendah yaitu 10 ppm dan 30 ppm berpengaruh memacu pembentangan lamina daun, sedangkan pada konsentrasi yang tinggi yaitu 50 ppm berpengaruh menghambat pembentangan daun. GA pada konsentrasi tinggi memacu pembentangan lamina daun dan tidak menunjukkan adanya penghambatan. Hal ini sesuai dengan laporan Dale (1982), bahwa pemberian GA dengan konsentrasi 100 ppm pada *Phaseolus vulgaris* menyebabkan penambahan luas daun sebanyak 1-15 %, sedangkan pemberian IAA dalam konsentrasi yang tinggi bersifat sebagai herbisida.

Pada perlakuan kombinasi IAA dengan GA pada semua konsentrasi perlakuan, kemungkinan GA menghambat pembentukan enzim IAA oksidase, sehingga oksidasi IAA akan terhambat atau memacu pembentukan asam amino tryptophan yang berfungsi sebagai prekursor IAA, sehingga jumlah IAA dalam jaringan akan meningkat sedikit melebihi optimal, kira-kira diantara 30 ppm sampai 50 ppm sehingga masih terjadi sedikit peningkatan dibanding kontrol, tetapi belum sampai menghambat pembentangan daun. Hal ini dibuktikan pada konsentrasi perlakuan I<sub>3</sub>G<sub>3</sub> (IAA 50 ppm dengan GA 50 ppm) menghasilkan luas lamina daun yang paling kecil, karena konsentrasi IAA dalam jaringan paling besar belum sampai menghambat pembentangan helaian daun.

Pembentangan lamina daun disebabkan oleh adanya pembelahan dan pembentangan sel. Pembentangan lamina daun tersebut menurut Dale (1982) tidak sama pada seluruh bagian daun. Bagian basal dan bagian tengah dekat ibu tulang daun umumnya lebih cepat dari bagian yang lain. Mekanisme pembentangan sel oleh IAA dijelaskan oleh Krishnamoorthy (1981), bahwa IAA dapat meningkatkan tekanan osmosis sel sedang tekanan turgor turun sehingga menyebabkan terjadinya osmosis air yang akan menyebabkan sel membentangi. Sedang Lyndon (1990), Edelman dan Kohler (1995), menyatakan bahwa IAA juga dibutuhkan untuk meningkatkan elastisitas dinding sel, sehingga memungkinkan terjadinya perenggangan dinding sel dan sel dapat membentangi. Sedang mekanisme pembentangan sel dibawah pengaruh GA diporkan oleh Krishnamoorthy (1981) dan Kende et al (1998), bahwa GA memacu pembentangan sel melalui beberapa kemungkinan yaitu, meningkatkan tekanan osmosis sel dan juga meningkatkan permeabilitas membran yang akan menyebabkan osmosis air sehingga terjadi pembentangan sel. Tetapi disamping itu Krishnamoorthy (1981), Cleland (1989), Greulach (1973) dan Santosa (1993) menyatakan bahwa GA dapat meningkatkan jumlah IAA, sehingga IAA inilah yang secara langsung akan mempengaruhi pembentangan sel.

Perlakuan dengan GA dan kombinasi IAA dengan GA pada semua konsentrasi perlakuan secara nyata berpengaruh menurunkan tebal helaian daun, sedangkan perlakuan IAA tidak menunjukkan pengaruh yang nyata (Tabel 2.).

Tabel 2. Tebal lamina daun *Acalypha indica* L (μm) akibat perlakuan IAA, GA dan kombinasinya.

GA \ IAA	0	10	30	50	Rerata
0	124,560 <sup>a</sup>	102,820 <sup>cdef</sup>	95,550 <sup>ef</sup>	95,640 <sup>ef</sup>	104,642 <sup>g</sup>
10	118,940 <sup>ab</sup>	95,540 <sup>ef</sup>	93,540 <sup>f</sup>	98,400 <sup>cdef</sup>	101,605 <sup>g</sup>
30	107,380 <sup>cde</sup>	109,740 <sup>bc</sup>	96,340 <sup>def</sup>	99,800 <sup>cdef</sup>	103,315 <sup>g</sup>
50	108,750 <sup>bcd</sup>	102,720 <sup>cdef</sup>	96,580 <sup>def</sup>	102,500 <sup>cdef</sup>	102,637 <sup>g</sup>
Rerata	114,908 <sup>h</sup>	102,705 <sup>i</sup>	95,503 <sup>j</sup>	99,085 <sup>ij</sup>	

\* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf uji 5%

Perlakuan IAA, GA dan kombinasinya pada semua konsentrasi perlakuan berpengaruh menurunkan tebal palisade (Tabel 3.)

Tabel 3. Tebal jaringan palisade lamina daun *Acalypha indica* L (µm) akibat perlakuan IAA, GA dan kombinasinya.

GA \ IAA	0	10	30	50	Rerata
0	46,950 <sup>a</sup>	30,240 <sup>e</sup>	31,440 <sup>de</sup>	32,220 <sup>cde</sup>	35,213 <sup>f</sup>
10	35,040 <sup>bc</sup>	30,660 <sup>de</sup>	31,920 <sup>cde</sup>	32,220 <sup>cde</sup>	32,540 <sup>g</sup>
30	37,500 <sup>b</sup>	33,360 <sup>cde</sup>	31,260 <sup>de</sup>	33,240 <sup>cde</sup>	33,940 <sup>fg</sup>
50	32,760 <sup>cde</sup>	32,600 <sup>cde</sup>	32,520 <sup>cde</sup>	33,840 <sup>cd</sup>	32,930 <sup>g</sup>
Rerata	38,062 <sup>h</sup>	31,715 <sup>i</sup>	31,785 <sup>i</sup>	32,840 <sup>i</sup>	

\* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf uji 5%.

Perlakuan kombinasi IAA dan GA pada semua konsentrasi perlakuan secara nyata menurunkan rasio tebal palisade dengan tebal lamina daun, sedangkan perlakuan IAA dan GA secara tunggal tidak berpengaruh secara nyata terhadap rasio tebal palisade dengan tebal lamina daun (Tabel 4).

Tabel 4. Rasio tebal jaringan palisade dengan tebal lamina daun *Acalypha indica* L akibat perlakuan IAA, GA dan kombinasinya.

GA \ IAA	0	10	30	50	Rerata
I <sub>0</sub>	0,3770 <sup>a</sup>	0,2957 <sup>c</sup>	0,3306 <sup>bc</sup>	0,3379 <sup>abc</sup>	0,3353 <sup>x</sup>
I <sub>1</sub>	0,2952 <sup>c</sup>	0,3257 <sup>bc</sup>	0,3421 <sup>a</sup>	0,3316 <sup>abc</sup>	0,3235 <sup>x</sup>
I <sub>2</sub>	0,3513 <sup>ab</sup>	0,3045 <sup>bc</sup>	0,3282 <sup>bc</sup>	0,3359 <sup>abc</sup>	0,3300 <sup>x</sup>
I <sub>3</sub>	0,3035 <sup>bc</sup>	0,3191 <sup>bc</sup>	0,3376 <sup>abc</sup>	0,3306 <sup>abc</sup>	0,3227 <sup>x</sup>
Rerata	0,3317 <sup>y</sup>	0,3111 <sup>z</sup>	0,3346 <sup>y</sup>	0,3340 <sup>y</sup>	

\* Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada taraf uji 5%.

Dari pengukuran tebal lamina daun (Tabel. 2) dan tebal jaringan palisade (Tabel. 3) terlihat bahwa pada umumnya perlakuan dengan GA, IAA dan kombinasinya berpengaruh menurunkan tebal helaian daun *A indica* L. Tingkat penurunannya berbeda antar perlakuan dengan IAA, GA maupun kombinasinya. Dalam hal ini penurunan terendah terjadi pada perlakuan IAA sehingga tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

Jaringan palisade daun *A indica* L terdiri atas satu lapis sel parenkim yang berbentuk memanjang pada posisi vertical, penurunan tebal lamina daun ini terutama terjadi karena pemendekan jaringan palisade tersebut, yang berarti berkurangnya pembentangan sel palisade, disamping juga penurunan jaringan bunga karang akibat berkurangnya pembelahan sel atau berkurangnya pembentangan sel. Hal ini dibuktikan dengan adanya penurunan tebal jaringan palisade pada semua perlakuan IAA, GA maupun kombinasinya pada semua konsentrasi perlakuan (Tabel 3.). Pada kondisi yang berlawanan, Dale (1982) menyatakan bahwa kenaikan penambahan tebal daun terutama disebabkan oleh pemanjangan sel palisade.

Bila dihubungkan antara luas lamina daun (Tabel 1.) dengan tebal lamina daun (Tabel. 2), maka dapat dilihat bahwa pada umumnya IAA, GA dan kombinasi keduanya memberikan pengaruh yang berlawanan terhadap luas lamina daun dan tebal lamina daun. Keadaan ini sesuai dengan kondisi tumbuhan dibawah pengaruh intensitas cahaya seperti yang dinyatakan oleh Dale (1982), bahwa kenaikan intensitas cahaya dapat mengurangi luas lamina daun dan menambah ketebalan lamina daun.

### KESIMPULAN

Perlakuan IAA, GA dan kombinasinya tidak mempengaruhi struktur anatomi daun *Acalypha indica* L. Tebal helaian daun *Acalypha indica* L. turun dengan perlakuan IAA, GA dan kombinasinya. Penurunan tebal daun pada perlakuan dengan GA disebabkan oleh penurunan tebal jaringan palisade dan jaringan bunga karang, sedang pada perlakuan kombinasi IAA dan GA sebagian besar disebabkan oleh penurunan panjang sel palisade.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cleland, R.E, (1989). *Gibberellin*. Dalam Wilkins M.B. (etd.) : Fisiologi Tanaman jilid I. Alih bahasa oleh : Mulmulyani S dan A.G. karto Saputro, PT. Bina Aksara, Jakarta. Hal. 53-96.
- Cutter, E.G, (1971). *Plant Anatomy : Experiment and Interpretation Part II : Organs..* Addison Wesley Publishig Company. Ontario pp. 6-16.

- Dale, J.E., (1982) *The Growth of Leaves*. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi pp. 12-31.
- Davies, J.P., (1995). *Plant Hormones : Their Nature, Occurrence and Function*. Dalam P.J. Davies (edt) : *Plant Hormones : Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Kluwer Academic Publisher. Boston. Pp.1-15.
- Devlin R, (1975). *Plant physiology*. D. Van Nostrand Company. London.
- Edelman, H.G. dan K. Kohler (1995) Auxin Increase Elastic Wall – properties in Rye Coleoptil : implication for the mechanism of wall Loosening. *Physiologia Plantarum* 93 : 85 – 92.
- Greulach, V.A, (1973) *Plant Function and Structure*. Mac milln Publishing Co. Inc. New York. Pp. 294-367.
- Göring, H. (1987). *Hormonal Regulation of leaf Growth and Senescence in Relation to Stomatal Movement*, Dalam : S.S Purohit ; Hormonal regulation growth and Development, Martinus Nijhoff publisher, Boston pp. 201-214.
- Kende, H and J.A.D Zeevaart, (1997) The Five “Classical” Plant Hormones. *The Plant Cell*. 9 : 1197-1210.
- Kende, H.E, van der knap and Hyung – Tae Cho. (1998). *A Model Plant To Study Stem Elongation*. *Plant Physiol*. 118 : 1105-1112.
- Krishnamoorthy, N.H, (1981). *Plant Growth Substances*. Tata Mc Graw-hill Publishing Company Limited. New Delhi. Pp. 1-187.
- Lyndon, R.F., (1990) *Plant Development The Celluler Basis*, London Unwin Hyan, Boston, Sydney, Wellington.
- Moore, T.C., (1989). *Biochemistry and Physiology of Plant Hormones*. Springer Verlag New York, Tokyo. Pp 1-150.
- Santosa, (1993). Fisiologi tumbuhan. Fakultas Biologi UGM. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- Steeves, T.A and I.M. Sussex, (1994). *Patterns in Plant Development*. Cambridge University Press.
- Wereing, P.F. and I.D.J. Phillips, (1986). *Growth and Differentiation in Plant*. The Pergamon Press. Toronto. Pp. 1-34, 51-6,75-95,105-126.