



## Aktivitas endo- $\beta$ -mannanase pada perkecambahan biji *Parkia roxburghii* dengan pemberian variasi konsentrasi giberelin

AJENG EDITA SUBANDI, SITI LUSI ARUM SARI\*,  
ENDANG ANGGARWULAN, SOLICHATUN

### ▼ Alamat korespondensi:

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Central Java, Indonesia. Tel./Fax.. +62-271-663375, \*email: arumprasojo@gmail.com

Manuskrip diterima: 29 Januari 2014.  
Revisi disetujui: 6 Juni 2014.

*Subandi AE, Sari SLA, Anggarwulan E, Solichatun. 2015. Enzyme activities of endo- $\beta$ -mannanase on seed germination of *Parkia roxburghii* with grant of concentration variation giberellin. Bioteknologi 12: 8-15. Kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don) is member of leguminous plants used as medicinal plants. *Parkia roxburghii* seeds have rigid seed coats and this can inhibit germination process. Seed germination barriers can be broken by adding external hormones such as gibberellin and auxin. Gibberellin hormone has been known to has capabilities to accelerate seed germination. The purpose of this study was to (i) determine the effect of various concentrations of the gibberellin hormone on seed germination of *P. roxburghii* and (ii) investigate the activity of endo- $\beta$ -mannanase enzyme in breaking the endosperm on seed germination *P. roxburghii*. The experiment was conducted by randomized design (CRD) with 4 different gibberellin concentrations namely 0, 100, 300 and 500 ppm respectively. Seeds were incubated in waterbath at 55°C for 1 hour as a pretreatment. Seeds then soaked in a solution of gibberellin hormone for 24 hours. After rinsed with distilled water, seeds subsequently germinated in petri dishes for 30 days. Germination was performed at room temperature (28°C). Germination parameters observed were seed imbibition, germination rate, germination percentage, and activity of endo- $\beta$ -mannanase enzyme. Measurement of endo- $\beta$ -mannanase activity was using spectrophotometer. The results showed that the highest germination percentage of *P. roxburghii* seed at 300 ppm was 47%. During germination process, the activity endo- $\beta$ -mannanase enzyme has been changing, in which the closer to the germination time, enzyme activity increased. The highest peak of activity endo- $\beta$ -mannanase enzyme at 300 ppm was 20.34 units/2.4 ml on the third day of germination.*

**Keywords:** *Parkia roxburghii*, germination, gibberellins, endo- $\beta$ -mannanase

*Subandi AE, Sari SLA, Anggarwulan E, Solichatun. 2015. Enzyme activities of endo- $\beta$ -mannanase on seed germination of *Parkia roxburghii* with grant of concentration variation giberellin. Bioteknologi 12: 8-15. Kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don) adalah anggota dari tanaman polongan digunakan sebagai tanaman obat. Biji *Parkia roxburghii* memiliki kulit biji yang kaku dan ini dapat menghambat proses perkecambahan. Benih hambatan perkecambahan dapat dibagi dengan menambahkan hormon eksternal seperti giberelin dan auksin. Hormon giberelin telah diketahui memiliki kemampuan untuk mempercepat perkecambahan biji. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (i) mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi hormon giberelin pada perkecambahan benih *P. roxburghii* dan (ii) menyelidiki aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase dalam memecahkan endosperm pada perkecambahan biji *P. roxburghii*. Penelitian dilakukan dengan desain acak (RAL) dengan 4 konsentrasi giberelin yang berbeda yaitu masing-masing 0, 100, 300 dan 500 ppm. Benih diinkubasi di kamar mandi air pada 55°C selama 1 jam sebagai pretreatment a. Benih kemudian direndam dalam larutan hormon giberelin selama 24 jam. Setelah dibilas dengan air suling, benih berkecambah kemudian di cawan petri selama 30 hari. Perkecambahan dilakukan pada suhu kamar (28°C). Parameter perkecambahan diamati imbibisi benih, tingkat perkecambahan, persentase perkecambahan, dan aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase. Pengukuran aktivitas endo- $\beta$ -mannanase adalah menggunakan spektrofotometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase perkecambahan tertinggi benih *P. roxburghii* pada 300 ppm adalah 47%. Selama proses perkecambahan, aktivitas endo- $\beta$ -mannanase enzim telah berubah, di mana lebih dekat ke waktu perkecambahan, aktivitas enzim meningkat. Puncak tertinggi dari aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase pada 300 ppm adalah 20,34 unit / 2.4 ml pada hari ketiga perkecambahan.*

**Kata kunci:** *Oreochromis niloticus*, probiotik, pelet komersial, pertumbuhan, FCR

## PENDAHULUAN

Kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don) merupakan salah satu bahan baku penting dalam industri jamu racikan di Jawa. ). Biji *P. roxburghii* berkhasiat sebagai obat anti infeksi dan gangguan pencernaan (perut kembung). Kendala utama dalam perbanyak biji *P. roxburghii* secara generatif adalah masa perkecambahannya yang sangat panjang dan persentase perkecambahannya yang rendah yang disebabkan biji *P. roxburghii* memiliki kulit biji yang tebal dan keras (Zuhud 2007).

Perkecambahan meliputi peristiwa-peristiwa fisiologis dan morfologis antara lain imbibisi dan absorpsi air, hidrasi jaringan, pengaktifan enzim, transpor molekul yang terhidrolisis ke sumbu embrio, peningkatan respirasi dan asimilasi, inisiasi pembelahan dan pembesaran sel, serta munculnya embrio (Gardner et al. 1991). Hormon merupakan salah satu faktor yang dapat memacu perkecambahan. Giberelin merupakan hormon yang penting dalam proses perkecambahan karena dapat mendorong pembelahan sel dengan cara memacu siklus sel pada fase sintesisnya untuk masuk ke fase pertumbuhannya. Giberelin juga akan memacu terbentuknya enzim hidrolase yang dapat menguraikan bahan cadangan makanan pada biji untuk pertumbuhan kecambah (Salisbury dan Ross 1995).

Selain faktor hormon, aktivitas sejumlah enzim yang berperan dalam perkecambahan juga menjadi faktor penting. Enzim akan berperan dalam perombakan cadangan makanan dan pelunakan endosperm. Secara umum endosperm di sekitar embrio akan menjadi hambatan fisik bagi perkecambahan. Sebagai tempat cadangan makanan, endosperm umumnya tersusun atas polisakarida cadangan dinding sel (cell wall storage polysaccharides / CWP), fruktan, dan pati. Jenis polisakarida yang umum dijumpai pada biji legum adalah galaktomannan (Buckeridge et al. 2000; Buckeridge et al. 2010). Tingginya kandungan galaktomannan pada endosperm menyebabkan endosperm bersifat kaku sehingga sulit ditembus radikula. Pemecahan cadangan makanan di endosperm terjadi karena adanya aktivitas enzim hidrolase yang salah satunya yaitu endo- $\beta$ -mannanase. Endo- $\beta$ -mannanase akan menghidrolisis galaktomannan (polimer) menjadi monomernya yaitu mannose dan galaktosa. (Lisboa et al. 2006; Buckeridge et al. 2000; Buckeridge et al. 2010).

Berdasarkan latar belakang di atas diperlukan suatu penelitian untuk meningkatkan kecepatan perkecambahan pada biji *P. roxburghii*. Salah satu cara untuk mempercepat perkecambahan adalah dengan memberikan hormon giberelin. Proses perkecambahan dapat diamati mulai dari enzim yang berperan dalam perkecambahan hingga munculnya radikula.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan yaitu bulan Februari-Mei 2013 di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah cawan petri untuk perkecambahan, sedangkan untuk tahap analisis aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase memerlukan peralatan spektrofotometer, *sentrifuge*, *orbital shaker*, dan *freezer*, neraca analitik, gelas ukur, pipet tetes, mortar dan pestle, tabung reaksi, nitrogen tank.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain biji *P. roxburghii* yang kertas tissue sebagai media tanam, GA<sub>3</sub> : 100 ppm, 300 ppm, dan 500 ppm; nitrogen cair, buffer sodium asetat, pH 4.7 (Sigma-Aldrich), AZCL-galactomannan (Megazyme) dan enzim standard.

### Cara kerja

#### *Uji perkecambahan dengan variasi hormon GA<sub>3</sub>*

Empat ratus biji direndam dalam aquades kemudian diinkubasi selama satu jam dengan suhu 55° C selanjutnya biji tersebut direndam dalam larutan hormon GA<sub>3</sub> dengan konsentrasi 0 ppm, 100 ppm, 300 ppm dan 500 ppm selama 24 jam. Masing-masing perlakuan menggunakan 100 biji. Biji *P. roxburghii* selanjutnya dikecambahkan dalam cawan petri yang telah diberi media tissue. Cawan petri diinkubasi pada rak perkecambahan pada suhu ruang (28°-30°C). Pengamatan terhadap munculnya kecambah dilakukan setiap hari. Pemeliharaan berupa pemberian aquades sebanyak 30 ml setiap hari (Keshtkar et al. 2008).

#### *Penentuan Laju Perkecambahan*

Laju perkecambahan dihitung dengan cara membandingkan jumlah biji yang berkecambah dengan waktu perkecambahan.

#### Penentuan kurva imbibisi biji

Penentuan kurva imbibisi selama proses perkecambahan dilakukan sesuai prosedur Ma et al. (2004) dan Gama-Arachchige et al. (2010). Biji *P. roxburghii* yang telah diberi hormon GA ditimbang setiap 24 jam sekali selama 8 hari.

#### Analisis aktivitas endo- $\beta$ -mannanase selama proses perkecambahan biji.

Uji aktivitas enzim dilakukan mengikuti prosedur yang dikemukakan oleh Iglesias fernandes et al. (2011) dengan modifikasi. Bahan berupa biji *P. roxburghii* yang telah mengalami imbibisi selama 1, 2, 3, 4, dan 5 hari digerus menggunakan nitrogen cair dan diekstraksi dengan 1 M sodium acetate buffer (1g per 10 ml), pada pH 4,7. Setelah di sentrifugasi pada 4500 rpm pada suhu 4°C selama 60 menit, supernatan dipakai untuk uji aktivitas mannanase. Sebanyak 100  $\mu$ L 0,25% (w/v) AZCL-galactomannan (Megazyme International Ireland Ltd.) dalam 100 mM sodium acetat buffer; pH 4,7 dicampur dengan 80  $\mu$ L supernatan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, dengan agitasi konstan dalam orbital shaker. Warna yang dihasilkan dari reaksi AZCL-galactomannan dan supernatant diukur dengan spektrofotometer pada absorbansi 590 nm. Satu unit aktivitas enzim ditetapkan sebagai sejumlah enzim yang digunakan untuk melepas satu *micromole* gula tereduksi manosa per menit pada kondisi pengukuran tersebut (Iglesias-Fernandes et al. 2011).

#### Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT)

pada taraf uji 5% untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

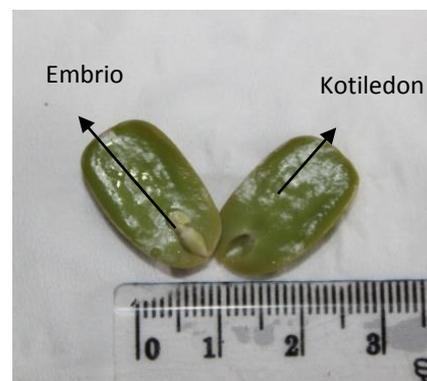
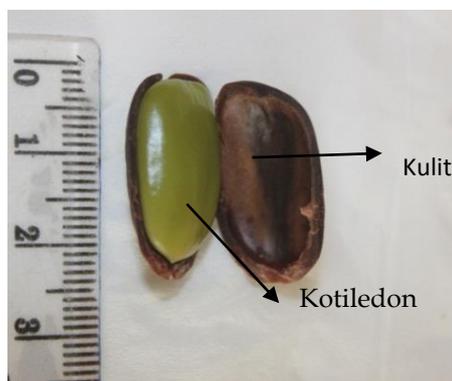
### Morfologi biji kedawung (*Parkia roxburghii*)

Tanaman *P. roxburghii* adalah tanaman yang termasuk famili Fabaceae. *Parkia roxburghii* memiliki biji yang berbentuk bulat panjang dan pipih (Gambar 1). Pada tepi biji tersebut terdapat garis melingkar, berwarna coklat tua agak kehitaman, sedangkan pada pangkal biji berwarna coklat kemerahan (Kartasapoetra 2001). Biji *P. roxburghii* memiliki panjang kurang lebih 1,5 cm dengan berat berkisar antara 0,7-0,9 g.

Pada biji kering, panjang biji *P. roxburghii* kurang lebih 1,5 cm sedangkan setelah mengalami imbibisi panjangnya mencapai kurang lebih 2 cm. Adapun lebar dari biji kering *P. roxburghii* kurang lebih 8 mm sedangkan setelah mengalami imbibisi selama 2 hari lebarnya mencapai 1,3 cm.



**Gambar 1.** Perubahan bentuk morfologi biji *P. roxburghii* sebelum dan sesudah imbibisi selama 3 hari.



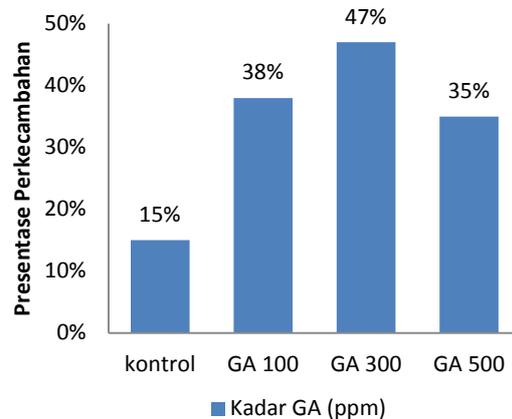
**Gambar 2.** Bagian-bagian biji *P. roxburghii* pada saat proses perkecambahan

Biji *P. roxburghii* memiliki dua bagian utama yaitu kulit biji dan kotiledon (Gambar 2). *Parkia roxburghii* memiliki kulit yang cukup tebal dan keras. Pada kulit Fabaceae ditemukan kutin, lignin, kuinon, isoflavon, dan senyawa fenolik pada sel-sel palisadanya. Kulit biji *P. roxburghii*, dilapisi oleh kutikula berlilin yang *impermeable* terhadap air. Kotiledon biji *P. roxburghii* memiliki warna hijau muda. Kotiledon umumnya berfungsi sebagai organ penyimpanan makromolekul cadangan pada dikotil (Bewley and Black 1987 ; Ohto et al. 2007).

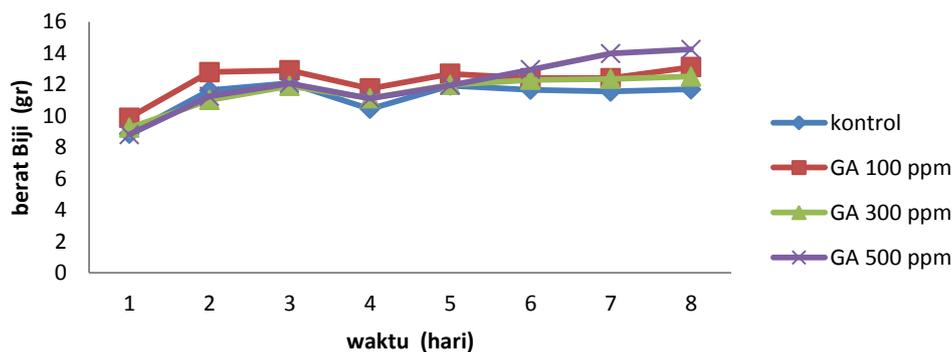
**Perkecambahan biji**

*Imbibisi Biji*

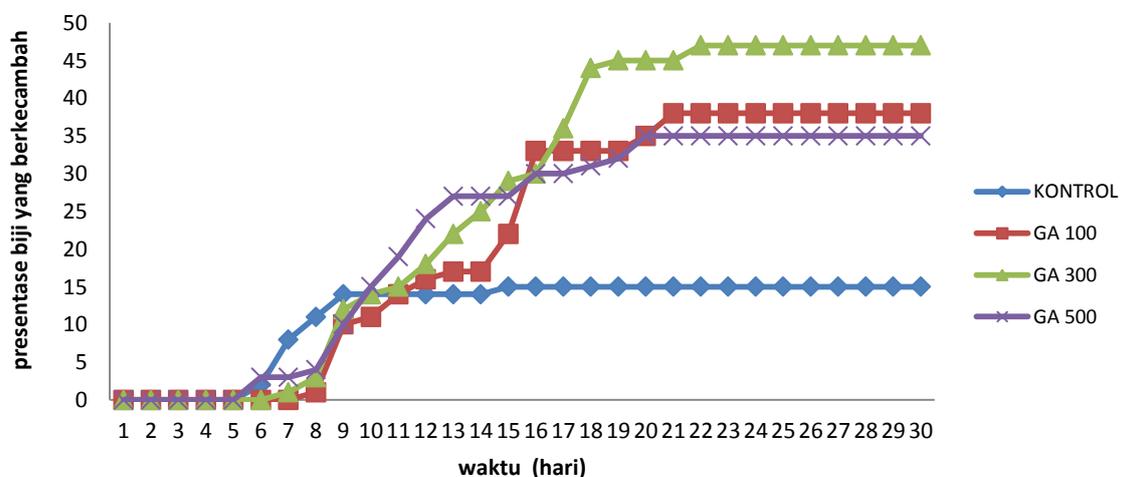
Biji *P. roxburghii* diimbibisi menggunakan larutan hormon giberelin selama 8 hari. Pada penelitian ini biji *P. roxburghii* ditimbang setiap 24 jam sekali. Laju imbibisi pada biji *P. roxburghii* dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 4.** Rerata presentase perkecambahan biji *P. roxburghii* dengan perlakuan giberelin (GA) pada umur 30 hari setelah tanam.



**Gambar 3.** Kurva imbibisi biji *P. roxburghii* dengan pemberian variasi giberelin selama 8 hari perkecambahan



**Gambar 5.** Presentase perkecambahan harian biji *P. roxburghii* dengan perlakuan giberelin (GA) pada umur 30 hari setelah tanam.

Rata-rata berat awal biji yang digunakan yaitu 8-9 g yang masing-masing perlakuan menggunakan 10 biji *P. roxburghii*. Pola imbibisi biji *P. roxburghii* mengalami peningkatan pada rentang waktu 1-3 hari kemudian mengalami penurunan pada hari ke 4 dan kembali meningkat pada rentang hari ke 5-8. Pada semua perlakuan rata-rata peningkatan berat biji hingga hari ke 3 mengalami peningkatan sebanyak 2-3 g. Berat basah biji pada kontrol meningkat sebanyak 3,22 g menjadi 12,08 g pada hari ke 3. Perlakuan GA 100 ppm mengalami peningkatan 3,02 g menjadi 12,9 g, GA 300 ppm meningkat sebanyak 2,67 g sedangkan GA 500 mengalami peningkatan tertinggi sebanyak 3,27 g menjadi 12,07 g pada hari ke 3. Pada rentang waktu hari 1-3 kemungkinan pada biji mulai terjadi proses aktivasi protein, sintesis protein dan respirasi biji. Berat basah pada semua perlakuan kemudian menurun pada hari ke 4. Penurunan paling banyak dialami biji pada kontrol yaitu sebanyak 1,64 g menjadi 10,44 g.

Pada rentang waktu hari 3-4 sintesis protein dan aktivitas metabolik terus terjadi. Cadangan makanan mulai dicerna dan mulai terjadi translokasi hasil pencernaan. Pada hari ke 5 biji pada semua perlakuan beratnya kembali meningkat hingga hari ke 8. Peningkatan tertinggi pada rentang waktu hari 5-8 ditunjukkan pada perlakuan GA 500 ppm yaitu sebanyak 2,29 g menjadi 14,24 g. Pada rentang waktu hari 5-8 terjadi proses mobilisasi cadangan makanan, pembelahan dan perkembangan sel serta biji mulai tumbuh karena radikula mulai muncul.

Menurut Sutopo (2004) pemberian giberelin tidak berpengaruh terhadap imbibisi biji *P. roxburghii* diduga karena faktor yang mempengaruhi penyerapan air oleh biji adalah sifat dari biji itu sendiri terutama kulit bijinya dan jumlah air yang tersedia pada media sekitar.

#### *Presentase Perkecambahan*

Pemberian giberelin dapat meningkatkan perkecambahan biji *P. roxburghii*. Presentase Perkecambahan dengan pemberian giberelin memiliki nilai yang lebih tinggi dan berbeda secara signifikan dengan kontrol. Pemberian giberelin dengan konsentrasi 300 ppm menghasilkan perkecambahan tertinggi yaitu 47%. Menurut Kucera et al. (2005) giberelin akan memacu potensi pertumbuhan embrio dengan cara meningkatkan pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga dapat mempercepat

keluarnya radikula. Yaw et al. (2008) menyatakan bahwa dormansi pada biji Fabaceae dikontrol oleh kehadiran hormon asam absisat (ABA) dan karena kulit biji yang keras sehingga dapat menghambat penyerapan air oleh biji.

Namun demikian, ketika konsentrasi giberelin ditingkatkan menjadi 500 ppm maka presentase perkecambahan yang dihasilkan lebih rendah yaitu 35%. Menurut Taiz dan Zeiger (1998) apabila konsentrasi giberelin terus ditingkatkan maka kelebihan giberelin akan terakumulasi sehingga biji mengalami kejenuhan yang berdampak pada penurunan perkecambahan. Mekanisme penghambatan giberelin ini terjadi karena adanya pengaturan umpan balik (*feedback control*). Hal ini dikarenakan faktor transkripsi giberelin oksidase yang merupakan suatu enzim yang mengkatalis perubahan giberelin menjadi bentuk giberelin aktif. Ketika konsentrasi giberelin berlebihan, maka produk yang dihasilkan dari enzim tersebut dapat berikatan dengan enzim lain sehingga menyebabkan penghambatan umpan balik. Bagian sisi aktif enzim akan menjadi tidak aktif oleh karena adanya penghambat tersebut, sehingga akan menghalangi substrat untuk berikatan dengan enzim. Hal ini mengakibatkan terjadinya pengeblokan biosintesis giberelin yang dapat menyebabkan penurunan aktivitas giberelin.

#### *Laju Perkecambahan*

Laju perkecambahan biji dihitung dengan cara membandingkan jumlah biji yang berkecambah dengan rentang waktu proses perkecambahan.

Biji pada kontrol dan perlakuan GA 500 ppm mulai berkecambah pada hari keenam sedangkan pada perlakuan GA 300 ppm dan GA 100 ppm biji mulai berkecambah pada hari kedelapan. Biji pada kontrol dan perlakuan GA 500 ppm merupakan biji yang paling cepat berkecambah. Perlakuan GA 500 ppm pada hari ke-6, biji yang berkecambah sebanyak 3%, sedangkan pada kontrol 2%. Perbedaan jumlah biji yang berkecambah pada hari yang sama, mungkin disebabkan perbedaan kandungan hormon endogen pada setiap biji berbeda-beda. Walaupun biji pada kontrol mengalami perkecambahan lebih dahulu dibandingkan dengan perlakuan giberelin, biji tersebut berhenti berkecambah pada hari ke-15 sedangkan pada perlakuan giberelin terjadi peningkatan perkecambahan hingga hari ke-22. Adanya

perbedaan lama perkecambahan tersebut mungkin disebabkan hormon endogen pada biji perlakuan kontrol telah habis, sehingga perkecambahan berhenti pada hari ke-15. Adapun pemberian hormon giberelin secara eksogen mampu memperpanjang lama perkecambahan biji *P. roxburghii* tersebut. Pemberian hormon giberelin dengan konsentrasi 500 ppm walaupun lebih dulu mengalami perkecambahan dibandingkan perlakuan lain, mengalami tahap stasioner perkecambahan pada hari ke-16. Menurut Taiz dan Zeiger (1998) apabila konsentrasi giberelin terus ditingkatkan maka kelebihan giberelin akan terakumulasi sehingga biji akan mengalami kejenuhan dan berdampak pada penurunan laju perkecambahan.

Perlakuan giberelin yang menunjukkan laju perkecambahan tertinggi ditunjukkan pada perlakuan GA 300 ppm yaitu 2,1377, sedangkan laju perkecambahan terendah ditunjukkan kontrol yaitu 0,5226. Laju perkecambahan perlakuan GA 100 dan GA 500 adalah 1,731 dan 1,5059. Berdasarkan data tersebut penambahan hormon giberelin pada perkecambahan biji *P. roxburghii* akan semakin mempercepat proses perkecambahan biji tersebut dan dapat memperpanjang presentase perkecambahan harian pada perkecambahan biji *P. roxburghii*. Pemberian konsentrasi hormon giberelin 300 ppm diduga merupakan konsentrasi yang optimum dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian giberelin memberikan pengaruh signifikan terhadap laju perkecambahan biji *P. roxburghii* (Tabel 1).

### Enzim Endo- $\beta$ -Mannanase

Dalam proses perkecambahan pemecahan cadangan makanan biji (endosperm) menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan perkecambahan. Pemecahan cadangan makanan biji terutama dipengaruhi oleh aktivitas enzim-enzim hidrolitik. Salah satu enzim yang penting dalam pemecahan cadangan makanan biji adalah endo- $\beta$ -mannanase (MAN). Pada biji Fabaceae, mannan merupakan polisakarida umum yang dijumpai pada biji dalam jumlah yang besar. Endo- $\beta$ -mannanase akan memecah mannan menjadi manosa dan galaktosa (Lisboa et al. 2006). Hasil pengukuran aktivitas endo- $\beta$ -mannanase selama proses perkecambahan biji *P. roxburghii* dapat dilihat pada gambar 6.

Hasil sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa perlakuan giberelin memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase biji *P. roxburghii*. Secara umum pemberian hormon giberelin dapat meningkatkan aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase. Aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase pada biji *P. roxburghii* mengalami peningkatan hingga hari ke-3 kemudian menurun pada hari ke-4 dan kembali meningkat pada hari ke-5. Pola aktivitas tersebut terjadi pada semua perlakuan biji.

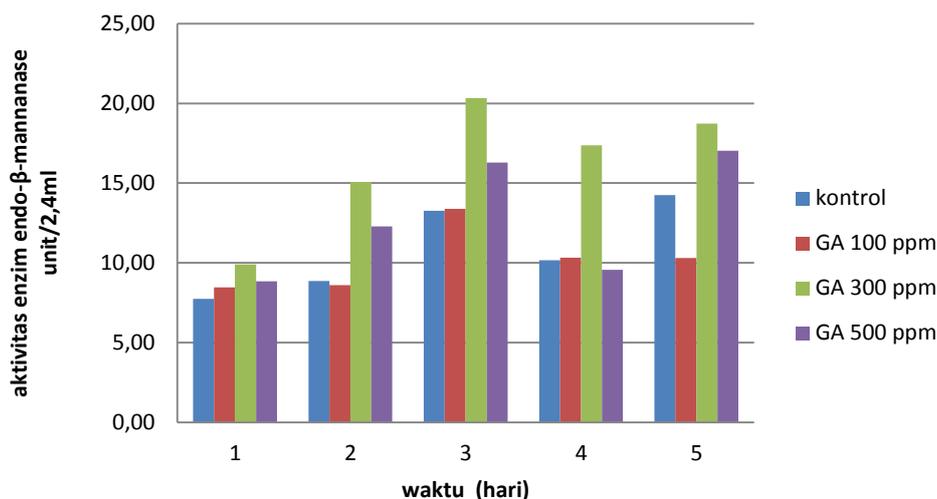
Puncak aktivitas enzim tertinggi terjadi pada hari ketiga dengan pemberian konsentrasi hormon giberelin sebanyak 300 ppm yaitu 20,34 unit/2,4ml. Aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase pada semua perlakuan menurun pada hari keempat. Penurunan aktivitas tersebut diduga disebabkan peran enzim endo- $\beta$ -mannanase digantikan oleh enzim yang lain. Menurut Lisboa et al. (2006) dan Wu et al. (2001) pada saat perkecambahan peran pemecahan endosperm dilakukan juga oleh enzim-enzim pemecah yang lain. Dalam pemecahan endosperm, banyak enzim yang terlibat. Selain endo- $\beta$ -mannanase beberapa enzim yang diketahui terlibat dalam proses perkecambahan adalah  $\alpha$ -galaktosidase,  $\beta$ -mannosidase, dan polygalakturonase, glukonase, chitinase (Lisboa et al. 2006 ; Wu et al. 2001).

Pemberian hormon giberelin dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh secara signifikan terhadap presentase perkecambahan biji *P. roxburghii*. Perkecambahan tertinggi pada perlakuan GA 300 ppm yaitu 47%. Pemberian hormon giberelin mampu meningkatkan aktivitas enzim endo- $\beta$ -mannanase. Aktivitas enzim tertinggi pada perlakuan GA 300 ppm yaitu 20,34 unit/2,4ml pada hari ketiga perkecambahan.

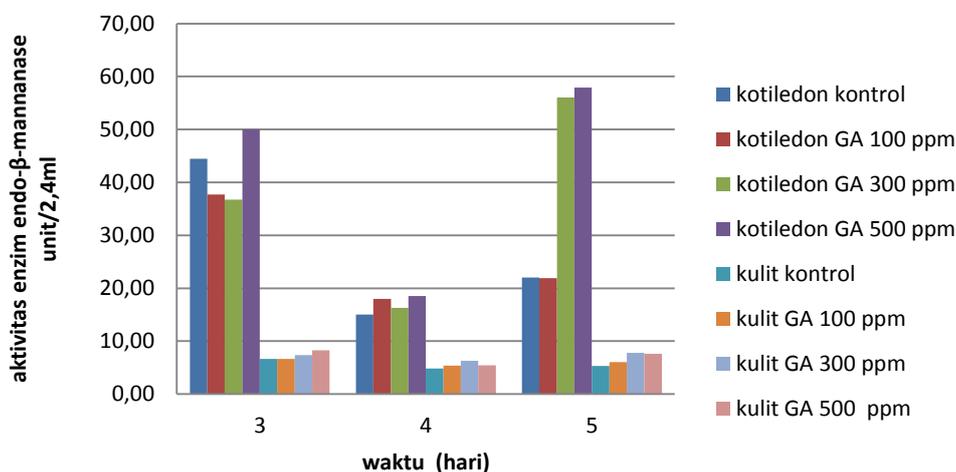
**Tabel 1.** Rerata kecepatan perkecambahan Biji *P. roxburghii* dengan perlakuan giberelin (GA) pada umur 30 hari setelah tanam

Perlakuan	Rerata kecepatan perkecambahan
Kontrol	0,5226 <sup>a</sup>
GA 100 ppm	1,731 <sup>ab</sup>
GA 300 ppm	2,1377 <sup>b</sup>
GA 500 ppm	1,5059 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT pada taraf 5%.



**Gambar 6.** Aktivitas enzim Endo-β-Mannanase biji *Parkia roxburghii* dengan perlakuan giberelin (GA) selama 5 hari perkecambahan.



**Gambar 7.** Aktivitas aktivitas enzim endo-β-mannanase pada kotiledon dan kulit biji *Parkia roxburghii* dengan perlakuan giberelin (GA) selama 5 hari perkecambahan

## DAFTAR PUSTAKA

- Bewley JD, Black M. 1987. Physiology and Biochemistry of Seeds. Springer-Verlag, New York.
- Buckeridge MS, dos Santos HP, Tine MAS. 2000. Mobilization of storage cell wall polysaccharides in seed. *Plant Physiol Biochem* 38 (1): 141-156.
- Buckeridge MS. 2010. Seed cell wall storage polysaccharides: Models to understand cell wall biosynthesis and degradation. *Plant Physiol* 154: 1017-1023.
- Gama-Arachchige NS, Baskin JM, Geneve RL, Baskin CC. 2010. Identification and characterization of the water gap in physically dormant seeds of Geraniaceae, with special reference to *Geranium carolinianum*. *Ann Bot* 105: 977-990.
- Gardner F. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI Press, Jakarta.
- Iglesias-Fernandes R, Rodriguez-Gacio MC, Barreo-Sicilia C, Carbonero P, Matilla A. 2011. Three endo-B-mannanase genes expressed in the micropylar endosperm and in the radicle influence germination of *Arabidopsis thaliana* seeds. *Planta* 233: 25-36.
- Keshthkar AR, Keshthkar HR, Razavi SM, Dalfardi S. 2008. Methods to break seed dormancy of *Astragalus cyclophyllon*. *African J Biotechnol* 7 (21): 3874-3877.
- Keshthkar AR, Keshthkar HR, Razavi SM, Dalfardi S. 2008. Methods to break seed dormancy of *Astragalus cyclophyllon*. *African J Biotechnol* 7 (21): 3874-3877.
- Kucera B, Cohn MA, Leubner-Metzger G. 2005. Plant hormone interaction during seed dormancy release and germination. *Seed Sci Res* 15: 281-307.
- Lisboa CGS, Tonini PP, Tine M, Buckeridge MS. 2006. Endo-β-mannanase from the endosperm of seeds of *Sesbania virgata* (Leguminosae): Purification, characterization and its dual role in germination and early seedling growth. *Braz J Pl Physiol* 18 (2): 269-280
- Ma F, Cholewa E, Mohamed T, Peterson CA, Gijzen M. 2004. Cracks in the palisade cuticle of soybean seed coats correlate with their permeability to water. *Ann Bot* 94: 213-228.
- Ohto M, Sandra LS, John J H. 2007. Genetic Control of seed development and seed mass. In: Bradford K, Hiro N

- (eds.). Seed Development, Dormancy And Germination, Annual Plant Reviews Vol. 27
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3. ITB, Bandung.
- Sutopo L. 2004. Teknologi Benih. Rajawali Press, Jakarta
- Taiz L, Zeiger E. 1998. Plant Physiology. Sinauer, Sunderland.
- Yaw AI, Richard A, Kamtaka S, Osei A, Dapaah HK. 2008. Inheritance of fresh seed dormancy in groundnut. African J Biotechnol 7 (4): 421-424.
- Zuhud EA. 2007. Bio-ekologi tumbuhan obat kedawung (*Parkia timoriana* (Dc) Merr.) di hutan alam Taman Nasional Meru Betiri. Jurnal Konservasi Keanekaragaman Tumbuhan Fakultas Kehutanan IPB: 1-8. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/konservasi/article/viewFile/2991/1974>