

**PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN  
GIBBERELIN (GA<sub>3</sub>) TERHADAP VIABILITAS BENIH BROKOLI  
(*Brassica oleraceae*)**

SKRIPSI

Oleh:  
**RIZKIA RODHIA ROHIMA**  
NIM. 11620063



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2016**

**PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN  
GIBBERELIN (GA<sub>3</sub>) TERHADAP VIABILITAS BENIH BROKOLI  
(*Brassica oleraceae*)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh :

**RIZKIA RODHIA ROHIMA**  
NIM. 11620063

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2016**

**PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN  
GIBBERELIN (GA<sub>3</sub>) TERHADAP VIABILITAS BENIH BROKOLI  
(*Brassica oleraceae*)**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**RIZKIA RODHIA ROHIMA**  
11620063

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal: 12 September 2016

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd  
NIP. 19630114 199903 1 001



Achmad Nasichuddin, M.A  
NIP. 19730705 200003 1 002

Ketua Jurusan Biologi



  
Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002

**PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN  
GIBBERELIN (GA<sub>3</sub>) TERHADAP VIABILITAS BENIH BROKOLI  
(*Brassica oleraceae*)**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**RIZKIA RODHIA ROHIMA**  
11620063

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 1 Oktober 2016

**Penguji Utama : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
NIP. 19741018 200312 2 002

**Ketua Penguji : Suyono, MP**  
NIP. 19710622 200312 1 002

**Sekretaris Penguji : Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd**  
NIP. 19630114 199903 1 001

**Anggota Penguji : Achmad Nasichuddin, M.A**  
NIP. 19730705 200003 1 002

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Biologi



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
NIP. 19741018 200312 2 002

## SURAT PERNYATAAN

## ORISINILITAS TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizkia Rodhia Rohima  
NIM : 11620063  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Giberillin ( $GA_3$ )  
Terhadap Viabilitas Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 September 2016

Penulis,



Rizkia Rodhia Rohima  
NIM. 11620063

## MOTTO

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ﴿١٦﴾

16. Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?

(Q.S. Ar-Rahman: 16)



## LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan ucapan syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT.  
Atas nikmat dan karunia-Nya, dengan segala hormat dan kasih sayang karya ini saya persembahkan kepada:

Abah dan Mama tercinta  
(Noparin dan Munikah)

Yang senantiasa tak pernah lelah untuk selalu memotivasi dengan kasih sayangnya, cintanya, marahnya, dan dalam lantunan doanya yang tak pernah putus selalu mengiringi setiap langkah saya.

Adik-adikku tersayang  
(Zaza, Tata, Eldine)

Yang selalu memberikan semangat dan dorongan untuk cepat menyelesaikan karya ini.

Rudin Wijiono, S.Si

Yang telah membantu selesainya karya ini dari awal hingga akhir, yang tanpa lelah mendar-mandir, tanpa tidur menyemangati penyelesaian karya ini.

Rayyan Ahmad Al-Fatih Adz-Dzikro

Yang selalu menyemangati, memberi dukungan moral agar tetap mampu menyelesaikan karya ini.

Semua para Dosen, Laboran

Yang telah memberikan cahaya-cahaya ilmu dan berkahnya hingga dapat terwujudnya harapan, dan cita-cita untuk masa depan.

Sahabat-sahabatku

Para spesies BIOLOGI 2011, yang banyak membantu dari ujian kompre, hitung-hitungan, analisis data, dan terselesainya skripsi ini, terima kasih telah menjadi keluarga baru yang takkan terlupakan.

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillah*... Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan-Nya sehingga skripsi dengan judul “ Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman Gibberelin (GA<sub>3</sub>) Terhadap Viabilitas Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)” dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran.

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa pikiran, motivasi, tenaga, maupun doa. Karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Raharjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd selaku dosen pembimbing bidang Biologi, karena atas bimbingan, pengarahan dan kesabaran beliau penulisan tugas akhir dapat terselesaikan.
5. Achmad Nasichuddin, M.A selaku dosen pembimbing skripsi bidang Integrasi Sains Islam, karena atas bimbingan, pengarahan dan kesabaran beliau penulisan tugas akhir dapat terselesaikan.

6. Mujahidin Ahmad M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan saran dan nasehat yang berguna selama masa perkuliahan.
7. Bapak dan Ibu dosen serta staf Jurusan Biologi maupun Fakultas yang selalu membantu dan memberikan dorongan semangat semasa perkuliahan.
8. Kedua orang tua penulis Bapak Naparini dan Ibu Munikah serta segenap keluarga yang tidak pernah berhenti memberikan doa, kasih sayang, inspirasi, dan motivasi serta dukungan kepada penulis semasa kuliah hingga akhir pengerjaan skripsi ini.
9. Seluruh mahasiswa jurusan Biologi angkatan 2011. Teman-teman seperjuangan. Terima kasih atas dukungan semangat dan doanya.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan bantuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT. membalas kebaikan mereka semua. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak terutama dalam pengembangan ilmu biologi di bidang terapan. Amin.

Malang, 12 September 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	8
1.4 Hipotesis .....	8
1.5 Manfaat Penelitian .....	9
1.6 Batasan Masalah .....	9
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Makanan Yang Baik Menurut Al-Qur'an .....	10
2.2 Botani Tanaman Brokoli.....	14
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Brokoli .....	14

2.2.2	Ciri Morfologi Tanaman Brokoli.....	14
2.2.3	Tipe Benih.....	16
2.2.4	Ekologi dan Penyebaran Tanaman Brokoli .....	17
2.2.5	Varietas Brokoli .....	18
2.3	Mutu Fisiologi Benih .....	18
2.3.1	Kriteria Perkecambahan Benih dalam Uji Perkecambahan .....	21
2.4	Kemunduran Benih .....	23
2.5	Dormansi Benih .....	24
2.6	Giberelin .....	26
2.6.1	Peran Fisiologis Giberelin Bagi Tumbuhan.....	27
2.6.2	Mekanisme Kerja Giberelin dan Pengaruhnya terhadap Perkecambahan .....	28
2.6.3	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerja Giberelin.....	28
 <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Waktu dan Tempat.....	30
3.2	Alat dan Bahan.....	30
3.2.1	Alat.....	30
3.2.2	Bahan .....	30
3.3	Rancangan Penelitian.....	31
3.4	Prosedur Penelitian .....	32
3.4.1	Penyiapan Benih .....	32
3.4.2	Penyiapan Larutan GA <sub>3</sub> .....	32
3.4.3	Perendaman Benih .....	33
3.4.4	Penyiapan Media Perkecambahan .....	33

3.5	Parameter Pengamatan.....	33
3.5.1	Daya Berkecambah .....	33
3.5.2	Berat Kering Kecambah Normal.....	34
3.5.3	Indeks Vigor.....	34
3.6	Analisis Data .....	34
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pengaruh Konsentrasi GA <sub>3</sub> terhadap Viabilitas Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ) .....	35
4.2	Pengaruh Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Viabilitas Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ) .....	40
4.3	Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Viabilitas Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ).....	45
4.4	Perlakuan terhadap Benih Brokoli dalam Perspektif Al-Qur'an .....	50
 <b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	53
5.2	Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>55</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>		<b>58</b>

## DAFTAR TABEL

3.1	Kombinasi Percobaan Konsentrasi dan Lama Perendaman.....	31
3.2	Pengenceran GA <sub>3</sub> menjadi beberapa Konsentrasi .....	32
4.1	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Konsentrasi GA <sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ) .....	35
4.2	Hasil DMRT 5% Pengaruh Konsentrasi GA <sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ) .....	36
4.3	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Konsentrasi GA <sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	37
4.4	Hasil DMRT 5% Pengaruh Konsentrasi GA <sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	38
4.5	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ) .....	39
4.6	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ) .....	41
4.7	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	42
4.8	Hasil DMRT 5% Pengaruh Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	42
4.9	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ) .....	43
4.10	Hasil DMRT 5% Pengaruh Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ) .....	44
4.11	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	45
4.12	Hasil DMRT 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	46

4.13	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	48
4.14	Hasil DMRT 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	49
4.15	Ringkasan ANAVA 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	51
4.16	Hasil DMRT 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA <sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli ( <i>Brassica oleraceae</i> ). .....	52



## DAFTAR GAMBAR

- 4.1 Diagram Batang Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*). .....45
- 4.2 Diagram Batang Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*). .....48
- 4.3 Diagram Batang Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Berat Kering Kecambah Normal Brokoli (*Brassica oleraceae*). .....51



## ABSTRAK

Rohima, Rizkia Rodhia. 2016. **Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Gibberelin (GA<sub>3</sub>) Terhadap Viabilitas Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)** Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (1) Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd dan (2) Achmad Nasichuddin, M.A

**Kata Kunci:** *Gibberelin*, Viabilitas, Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Salah satu tanaman yang dapat dijadikan makanan yang baik dan kehalalannya dijamin adalah brokoli. Brokoli (*Brassica oleraceae* L) merupakan salah satu sayuran dataran tinggi yang memiliki cita rasa yang khas dan mengandung zat gizi penting bagi tubuh manusia. Bagian yang dikonsumsi pada sayuran ini adalah massa bunganya atau disebut *churd* Brokoli merupakan salah satu jenis sayur yang sangat berguna bagi tubuh. Zat vitamin dan mineral yang dikandung dapat mencegah penyakit kanker, memperkuat saraf janin meredakan stress atau depresi, dan baik untuk meremajakan kulit (Rukmana, 1994).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan November-Desember 2015. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi Gibberelin (GA<sub>3</sub>) yang terdiri dari 5 taraf yaitu 0ppm; 25ppm; 50ppm; 75ppm dan 100ppm Sedangkan faktor yang kedua adalah lama perendaman yang terdiri dari 3 taraf yaitu 1, 3 dan 6 jam. Data yang di peroleh dalam penelitian ini dianalisis dengan teknik Analisis Variansi (ANOVA) Dua Jalur. Jika ada pengaruh yang signifikan dari perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji beda berupa *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) atau UJD pada taraf signikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman Gibberelin (GA<sub>3</sub>) terhadap beberapa variabel viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*), Interaksi konsentrasi dan lama perendaman yang terbaik terdapat pengaruh terdapat pada interaksi konsentrasi 25ppm dengan lama perendaman 1 jam (K1L1)

## ABSTRACT

Rohima, Rizkia Rodhia. 2016. **Effects of Concentration and Immersion Lama Gibberelin (GA3) Seed Viability Of Broccoli (*Brassica oleracea*) Thesis. Department of Biology.** Faculty of Science and Technology. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang, Advisor: (1) Dr. Eko Budi H. Minarno, M.Pd and (2) Achmad Nasichuddin, M.A

**Keywords:** Gibberelin, Viability, broccoli (*Brassica oleracea*)

One of the plants that can be used as food and halal guaranteed is broccoli. Broccoli (*Brassica oleracea* L) is one vegetable plateau which has a distinctive taste and contain important nutrients for the human body. The portions were consumed in these vegetables is a mass of flowers or called churd Broccoli is one type of vegetable is very useful for the body. Vitamins and mineral substances they contain can prevent cancer, strengthen the fetal nervous relieve stress or depression, and good for rejuvenating the skin (Rukmana, 1994).

*Brassica* genus includes a group of orthodox seeds are seeds that require low water content so that the viability of the seeds can be maintained for at storage. The resignation of seed viability is a process that runs storey and the cumulative result of the change given to the seed (Widodo, 1991). Setbacks seed physiological quality is a process that causes the withdrawal of an overall change in the seed physical, physiological and biochemical decrease of seed viability (Rusmin, 2007). One is the degradation of GA3 in the seed. In the dry seeds, there GA in the form of bound and inactive. As a result of prolonged seed storage, endogenous GA3 can be degraded.

This research in the Laboratory of Plant Physiology dilaksanakan State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang in November-December 2015. The design used was completely randomized design (CRD) with two factors. The first factor is the concentration Gibberelin (GA3), which consists of 5 levels ie 0ppm; 25ppm; 50ppm; 75ppm and 100ppm The second factor is the prolonged submersion which consists of three levels ie 1, 3 and 6 hours. The data obtained in this study were analyzed by using analysis of variance (ANOVA) Two Paths. If there is a significant effect of the treatment, continued with the analysis of different test form Muiltple Duncan Range Test (DMRT) or signikansi UJD at the level of 5%.

The results showed that there is an interaction effect of concentration and soaking time Gibberelin (GA3) on several variables seed viability of broccoli (*Brassica oleracea*), Interaction concentration and soaking time is best found in the interaction of the concentration of 25ppm with a soaking time of 1 hour (K1L1).

## خلاصة

ريما روديا، ريزكيا. ٢٠١٦. تأثير تركيز و "جيبيريلين مغس طويلة (GA3) " ضد بقاء بذور البروكلي (كرنب أوليراسي) أطروحة. تخصصات البيولوجيا. كلية العلوم والتكنولوجيا. الإسلام الجامعي  
نيغيري مالانغ مولانا إبراهيم مالك، المشرف: د. ه. إيكو ودي مينارنو، ماجستير في التعليم،  
وأحمد ناسيتشودين، الماجستير

الكلمات الرئيسية: جيبيريلين، الجدوى، البروكلي (كرنب أوليراسي)

يعتبر من النباتات التي يمكن أن تقدم إلى الطعام الجيد ومضمونه كيهالالانيا القرنبيط. قرنبيط (كرنب أوليراسي I). هو واحد من الخضار المرتفعت الذي له نكهة مميزة ويحتوي على العناصر الغذائية الهامة لجسم الإنسان. الجزء الذي يستهلك في هذه الخضروات وتسمى كتلة من الزهور كارد القنبيط هو نوع واحد من الخضروات ومفيدة للجسم. تصور المواد الفيتامينات والمعادن لمنع السرطان، ويقوي أعصاب الأجنة يخفف الإجهاد أو الاكتئاب، وحسن لتجديد شباب الجلد (روكمانا، ١٩٩٤).

بذور خردل جنس، بما في ذلك الأرتوذكسية أي المجموعة البذور التي تتطلب مستويات المياه المنخفضة حيث أنه يمكن الحفاظ على بقاء البذور أثناء التخزين. سحب صلاحية البذور هو عملية متعددة المستويات قيد التشغيل والنتيجة التراكمية للتغيير نظراً للبذور (ويدودو، ١٩٩١). انخفاض جودة البذور الفسيولوجية للانسحاب هو عملية إنشاء إجراء تغيير شامل في البذور الجسدية أو الفسيولوجية أو البيوكيميائية تناقص الجدوى للبذور (رسمين، ٢٠٠٧). واحد هو بداية تدهور GA3 في البذور. على بذور المجففة، يوجد الجمعية العامة في الشكل غير نشط وغير المنضمة. نتيجة لتخزين البذور يمكن أن يتحلل GA3 وقتاً طويلاً، والذاتية

البحث في مختبر "فسيولوجيا النبات" ديلاكسانان الجامعي الإسلام نيغيري مالانغ مولانا عبد الملك إبراهيم في تشرين الثاني/نوفمبر-كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٥. وكان التصميم استخدام التصميم العشوائي الكامل (راؤول) إلى عاملين. العامل الأول تركيز جيبيريلين (GA3) تتكون من ٥ مستويات أي ٠ جزء في المليون؛ ٢٥ جزء في المليون؛ ٥٠ جزء في المليون؛ هذا هو ٧٥ جزء في المليون و ١٠٠ جزء في المليون بينما ثمانية عامل العمر الطويل الذي يتكون من ٣ مستويات أي ١ و ٣ و ٦ ساعات. تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة مع تقنيات تحليل فاريانسي (عنابة) مسارين. إذا كانت هناك آثار هامة من المعاملة، واصل التحليل بشكل مختلف من دنكان مويبتلي اختبار اختبار مجموعة (دمرت) أو يرسلها على الطرف سيجنيكانسي ٥%.

نتائج الدراسة تشير إلى أن هناك التأثير للتفاعل من تركيز وامتصاص جيبيريلين (GA3) منذ فترة طويلة ضد عدة متغيرات لبقاء بذور البروكلي (كرنب أوليراسي)، هو أفضل وجدت التفاعل من تركيز وامتصاص طويلة على التفاعل بين ٢٥ صفحة في الدقيقة مع تركيزات العمر طويلة ١ ساعة (K1L1).

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Allah menciptakan segala sesuatu yang ada di bumi sesuai dengan kebutuhan manusia, contohnya tumbuhan untuk dijadikan makanan, oleh karena itu, manusia harus bisa sebaik-baiknya memanfaatkan dengan semestinya ciptaan Allah tersebut, sebagaimana yang terkandung di dalam Al-quran dalam surah ‘Abasa ayat 24 yang berbunyi:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ ﴿٢٤﴾

Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya (Q.S. ‘Abasaa : 24).

Makanan sebagai sumber kehidupan manusia sehingga diperintahkan memakan makanan yang halal dan baik, dua kesatuan yang tidak bisa dipisahkan yang dapat diartikan halal dari segi syariah dan baik dari segi kesehatan, gizi, estetika dan lainnya, sebagaimana anjuran dalam agama Islam (Husna, 2008).

Makanan sehat adalah makanan yang mengandung gizi cukup dan seimbang. Sebagaimana firman Allah SWT Q.S. Al-Baqarah ayat 168 yang berbunyi:

يَأْتِيهَا النَّاسُ كُلُّوْا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلٰلًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوٰتِ الشَّيْطٰنِ ۚ

إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ ﴿١٦٨﴾

Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu (Q.S. Al-Baqarah: 168).

Menurut Dewi (2008) dalam Husna (2008) kata kehalalan, bahasa arab berasal dari kata halal yang berarti lepas atau tidak terikat dengan ketentuan-ketentuan yang melarangnya. Dapat juga diartikan sebagai segala sesuatu yang bebas dari bahaya dunia dan ukhrawi. Sedang kata tayyib berarti lezat, baik, sehat, menentramkan dan paling utama. Dalam konteks makanan kata thayyib berarti makanan yang tidak kotor dari segi zatnya atau rusak (kadaluarsa), atau bercampur benda najis. Ada juga yang mengartikan sebagai makanan yang mengundang selera bagi yang akan mengkonsumsinya dan tidak membahayakan fisik serta akalnya. Juga ada yang mengartikan sebagai makanan yang sehat, proposional, aman serta makanan sehat.

Salah satu tanaman yang dapat dijadikan makanan yang baik dan kehalalannya dijamin adalah brokoli. Brokoli merupakan anggota dari tanaman kubis-kubisan (*Cruciferae*) yang biasa dikonsumsi dalam keadaan segar dan belum terdapat perubahan, seperti pembusukan atau tidak terjadi perubahan warna yang asalnya hijau menjadi kuning. Brokoli (*Brassica oleraceae* L) merupakan salah satu sayuran dataran tinggi yang memiliki cita rasa yang khas dan mengandung zat gizi penting bagi tubuh manusia. Bagian yang dikonsumsi pada sayuran ini adalah massa bunganya atau disebut *churd* (Rukmana, 1994).

Brokoli merupakan salah satu jenis sayur yang sangat berguna bagi tubuh. Zat vitamin dan mineral yang dikandung dapat mencegah penyakit kanker, memperkuat saraf janin meredakan stress atau depresi, dan baik untuk meremajakan kulit. Brokoli mempunyai cita rasa yang enak dan lezat, bergizi tinggi, dan dapat digunakan sebagai tanaman obat yang dapat menyembuhkan penyakit kanker. Komposisi kandungan gizi pada brokoli setiap 100 gramnya:

Kalori (23,0 cal), Protein (3,5 gr), Lemak (0,2 gr), Karbohidrat (2,0 gr), Serat (- gr), Abu(- gr), Kalsium (78,0 mg), Fosfor (74,0 mg) Zat besi(1,0 mg), Natrium(40,0 mg), Kalium(360,0 mg) Niacin (0,6 mg), Vitamin A (3800,0 S.I), Vitamin B1 (0,1 mg), Vitamin B2 (0,1 mg) Vitamin C (110,0 mg), dan Air (90,0 gr) (Direktorat Gizi Dep. Kes. R. I., 1981).

Perbanyak brokoli menggunakan biji yang dihasilkan dari buah brokoli. Benih mempunyai pengertian biji tanaman yang dipergunakan untuk keperluan dan pengembangan usaha tani serta memiliki fungsi agronomis (Kartasapoetra, 2003). Selanjutnya Sadjad (1997) dalam Sutopo (1988) menyatakan bahwa dalam konteks agronomi, benih dituntut untuk bermutu tinggi atau benih unggul, sebab benih harus mampu menghasilkan tanaman yang dapat berproduksi maksimum dengan sarana teknologi yang semakin maju.

Pengadaan benih bermutu tinggi merupakan unsur penting dalam upaya peningkatan produksi tanaman. Pengadaan benih sering dilakukan beberapa waktu sebelum musim tanam sehingga benih harus disimpan dengan baik agar mempunyai viabilitas yang tetap tinggi pada saat ditanam kembali. Benih bermutu tinggi mencakup mutu genetik, mutu fisis dan mutu fisiologis yang memerlukan penanganan serta terencana dengan baik dari mulai tanam sampai panen. Penyimpanan benih merupakan suatu usaha untuk mempertahankan mutu benih sampai benih tersebut ditanam oleh petani.

Penyimpanan benih merupakan salah satu cara yang dapat menunjang keberhasilan pe nyediaan benih, mengingat bahwa kebanyakan jenis pohon hutan tidak berbuah sepan jang tahun sehingga perlu dilakukan penyimpanan yang baik agar dapat menjaga kestabilan benih dari segi kuantitas maupun kualitasnya (Widodo, 1991).

Menurut Schmidt (2000), tujuan utama penyimpanan benih adalah untuk menjamin persediaan benih yang bermutu bagi suatu program penanaman bila diperlukan. Jika waktu penyemaian dilaksanakan segera setelah pengumpulan benih maka benih dapat la ngsung digunakan di persemaian sehingga penyimpanan tidak diperlukan. Akan tetapi kasus semacam ini sangat jarang terjadi, hal ini disebabkan karena pada daerah dengan iklim musim yang memiliki musim penanaman pendek sangat tidak memungkinkan untuk langsung menyemai benih, sehingga benih perlu disimpan untuk menunggu saat yang tepat untuk disemai.

Beberapa tipe benih tidak mempunyai ketahanan untuk disimpan dalam jangka waktu yang lama atau sering disebut benih rekalsitran. Sebaliknya ben ih ortodoks mempunyai daya simpan yang lama dan dalam kondisi penyimpanan yang s esuai dapat membentuk cadangan benih yang besar di tanah (Schmidt, 2000).

Menurut Copeland dan Donald (1985) dalam Esti dan Eni (2007). Penyimpanan benih di daerah tropis sering mengalami kendala terutama karena masalah kelembaban yang tinggi dan fluktuasi suhu. Benih bersifat higroskopis dan kadar airnya selalu berkeseimbangan dengan kelembaban nisbi di sekitarnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan meliputi faktor internal mencakup sifat genetik, daya tumbuh dan vigor, kondisi kulit dan

kadar air benih awal, dan faktor eksternal antara lain kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang.

Genus *Brassica* termasuk kelompok benih ortodoks yaitu benih yang memerlukan kadar air rendah agar viabilitas benih dapat dipertahankan selama di penyimpanan. Penelitian Ramiro *et al.* (1995) pada 16 asesi benih *Brassica* menunjukkan penyimpanan jangka panjang dengan suhu ruang simpan  $-10^{\circ}\text{C}$  dan kadar air benih 3% tidak mengalami penurunan daya berkecambah hingga 22 tahun, sedangkan penyimpanan jangka pendek dengan suhu simpan  $5^{\circ}\text{C}$  kadar air 8% dapat mempertahankan viabilitas 10-12 tahun untuk *B. cretica* dan *B. montana*.

Meskipun tipe ortodoks dan rekalsitran relatif jelas perbedaannya, daya tahan benih untuk bertahan pada saat penyimpanan meliputi variasi yang luas, dari yang sangat rekalsitran, intermediate sampai ortodoks (Schmidt, 2000). Pada umumnya semakin lama benih disimpan maka viabilitasnya akan semakin menurun. Mundurnya viabilitas benih merupakan proses yang berjalan bertingkat dan kumulatif akibat perubahan yang diberikan kepada benih (Widodo, 1991).

Stubsgaard (1992) dalam Siregar (2000), mengemukakan bahwa periode penyimpanan terdiri dari penyimpanan jangka panjang, penyimpanan jangka menengah dan penyimpanan jangka pendek. Penyimpanan jangka panjang memiliki kisaran waktu puluhan tahun, sedangkan penyimpanan jangka menengah memiliki kisaran waktu beberapa tahun dan penyimpanan jangka pendek memiliki kisaran waktu kurang dari satu tahun. Tidak ada kisaran pasti dalam periode penyimpanan, hal ini disebabkan karena periode penyimpanan sangat tergantung dari jenis tanaman dan tipe benih itu sendiri. Tinggi rendahnya viabilitas dan vigor

benih sebagai pembawaan dari baik atau tidaknya kondisi sewaktu pematangan fisik benih, akan mudah terpengaruh oleh faktor-faktor pada penyimpanan. Benih akan mengalami kecepatan kemundurannya tergantung dari tingginya faktor kelembaban relatif udara dan suhu.

Perkecambahan adalah proses awal pertumbuhan individu baru pada tanaman yang diawali dengan munculnya radikel pada testa benih. Perkecambahan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air dalam medium pertumbuhan. Air akan diabsorpsi dan digunakan untuk memacu aktivitas enzim-enzim metabolisme perkecambahan (Agustrina, 2008).

Imbibisi menyebabkan biji mengembang dan memecahkan kulit pembungkusnya serta memicu perubahan metabolik pada embrio sehingga dapat melanjutkan pertumbuhannya. Enzim-enzim akan menghidrolisis bahan-bahan yang disimpan dalam kotiledon dan nutrient-nutrien di dalamnya. Enzim yang berperan dalam hidrolisis cadangan makanan adalah enzim  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase dan protease (Surya, 2010). Enzim  $\alpha$ -amilase mampu memecah pati menjadi dekstrin dan maltosa yang diperlukan untuk pertumbuhan/perkecambahan biji. Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dapat ditingkatkan dengan proses perendaman selama pengecambahan (Abidin dkk., 2000).

Kemunduran benih merupakan proses mundurnya mutu fisiologis yang menimbulkan perubahan menyeluruh dalam benih baik secara fisik, fisiologis maupun biokimia yang menurunnya viabilitas benih (Rusmin, 2007). Salah satunya adalah terjadinya degradasi  $GA_3$  dalam benih. Pada benih kering, terdapat GA dalam bentuk terikat dan tidak aktif. Akibat dari penyimpanan benih terlalu lama,  $GA_3$  endogen bisa mengalami degradasi.

Cara mengatasi permasalahan terjadinya kemunduran benih akibat dari penyimpanan benih yang lama yang mengakibatkan  $GA_3$  endogen diduga mengalami degradasi yaitu dengan penambahan  $GA_3$  eksogen yang dilakukan dengan cara perendaman benih dengan menggunakan beberapa konsentrasi dan lama perendaman dari  $GA_3$  tersebut, diharapkan dapat diketahui interaksi mana yang dapat mengaktifkan  $GA_3$  endogen sehingga mempercepat perkecambahan.

Penggunaan giberelin untuk mempercepat perkecambahan telah banyak dilakukan. Menurut penelitian Fatimah (2006), konsentrasi giberelin yang paling baik dalam mempercepat perkecambahan biji jati (*Tectona grandis* Linn.F) adalah giberelin 100 ppm. Penelitian Falastin dan Armi Iba (2006) berhasil mempercepat perkecambahan biji salak (*Sallaca edulis* Reinw.) dengan cara merendamnya dalam larutan giberelin selama 24 jam. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi giberelin 40 ppm dapat meningkatkan kecepatan perkecambahan epikotil dan rata-rata lama waktu perkecambahan biji paling cepat terdapat pada perlakuan perendaman biji dalam larutan giberelin konsentrasi 10 ppm dan 30 ppm yaitu 6 dan 8 hari setelah tanam. Fatimah (1993) melaporkan bahwa perendaman biji kacang hijau (*Vigna radiata*) dalam larutan  $GA_3$  selama 4 dan 6 jam dengan konsentrasi 10 ppm dapat menaikkan kadar glukosa dan persentase perkecambahan biji.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka penelitian yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Gibberelin ( $GA_3$ ) Terhadap Viabilitas Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) ini penting untuk dilakukan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Adakah pengaruh konsentrasi GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*)?
2. Adakah pengaruh lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*)?
3. Adakah pengaruh interaksi antara konsentrasi GA<sub>3</sub> dan lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*).
2. Mengetahui pengaruh lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*).
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara konsentrasi GA<sub>3</sub> dan lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*).

## 1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh konsentrasi GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*).
2. Ada pengaruh lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*).
3. Adan pengaruh interaksi antara konsentrasi GA<sub>3</sub> dan lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*).

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang peningkatan viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*) dengan menggunakan perendaman GA<sub>3</sub>.
2. Memberikan solusi peningkatan viabilitas dari penyimpanan benih yang lama dan kurang benar
3. Sebagai informasi dasar penelitian berikutnya.

### 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Varietas brokoli yang digunakan adalah varietas *Green Magic*
2. Benih brokoli varietas *Green Magic* dibeli di Toko Pertanian Pasar Besar, Malang
3. Perlakuan yang dilakukan meliputi konsentrasi dan lama perendaman.
4. Konsentrasi larutan GA<sub>3</sub> terdiri dari: K0 = 0 ppm (kontrol), K1 = 25 ppm, K2 = 50 ppm, K3 = 75 ppm, K4 = 100 ppm.
5. Lama perendaman terdiri dari: L1 = 1 jam, L2 = 3 jam, L3 = 6 jam.
6. Penyimpanan benih sudah  $\pm$  selama dua tahun tersimpan dalam kemasan Aluminium Foil.
7. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah viabilitas benih.
8. Tolok ukur viabilitas benih dalam penelitian ini meliputi Daya Berkecambah, Berat Kering Kecambah Normal dan Indeks Vigor.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Makanan Yang Baik Menurut Al-Qur'an

Brokoli merupakan salah satu jenis sayuran yang tidak asing bagi manusia. Karena kandungannya, brokoli kerap dijadikan bahan untuk diolah menjadi makanan. Begitu banyaknya kandungan yang terdapat pada tanaman brokoli sehingga patut untuk disyukuri. Allah berfirman dalam Qs. Asy-Syu'araa' ayat 7 :

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمَا أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya: “dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah berfirman “Berapa banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”. yaitu dapat diartikan bahwa tanaman yang ditumbuhkan Allah SWT dalam kondisi baik dan berkualitas (mempunyai gizi yang tinggi) sehingga mampu dimanfaatkan oleh manusia untuk menyukupi kebutuhannya, seperti halnya tumbuhan brokoli.

Menurut Al-Qurtubi (2009) lafadz *Kariim* bermakna mulia, baik, berkualitas dan bermutu. Darwis (2004) menambahkan bahwa maksud dari ayat tersebut adalah Allah SWT mengingatkan kekuasaanNYA bahwa Dia-lah yang menumbuhkan berbeagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik dan bermanfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk lainya di muka bumi.

Makanan yang baik yaitu makanan yang dapat dipertimbangkan dengan akal dan ukurannya adalah kesehatan. Artinya makanan yang baik adalah yang berguna dan tidak membahayakan bagi tubuh manusia dilihat dari sudut kesehatan. Sebagaimana firman Allah Q.S. Al-Baqarah ayat 168 yang berbunyi:

يَتَأْتِيهَا النَّاسُ كُلُّوْا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ ۚ

إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ ﴿١٦٨﴾

Artinya : “*Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu.*” Qs. Al-Baqarah (2) : 168

Menurut Imani dkk (2006),ayat diatas menjelaskan bahwa salah satu agama yang paripurna adalah menganggap penggunaan makanan yang tidak halal sebagai perbuatan setan.Seliam itu ayat ini juga menekankan bahwa kita harus mengkonsumsi apa-apa yang memenuhi syarat dan suci(halal) yang ada di permukaan bumi.

Manusia diperintahkan Allah SWT memakan makanan yang halal dan baik. Kata “*Tayyib*” dalam ayat tersebut bermakna jernih, bersih, sehat, bergizi, dan sedap, menurut selera (Ali, 1989). Seperti halnya brokoli yang merupakan bahan makanan yang baik dan menyehatkan, karena mengandung nutrisi yang baik untuk kesehatan.

Begitupun pada ayat selanjutnya, dimana Allah menyerukan untuk memakan makanan dari rezeki-rezeki yang baik dan telah memilah-milahkan mana makanan yang baik mana yang halal, mana yang haram, yang termuat dalam ayat 172-173 surah Al-Baqarah yang berbunyi:

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا كُلُوا مِنْ طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَاشْكُرُوا لِلَّهِ إِنْ كُنْتُمْ

إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ ﴿١٧٢﴾ إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالدَّمَ وَلَحْمَ الْخِنزِيرِ وَمَا أُهِلَّ

بِهِ لِغَيْرِ اللَّهِ ۖ فَمَنْ أَضْطُرَّ غَيْرَ بَآغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ إِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ رَحِيمٌ ﴿١٧٣﴾

Artinya: “ Hai orang-orang yang beriman, makanlah di antara rezki yang baik-baik yang Kami berikan kepadamu dan bersyukurlah kepada Allah, jika benar-benar kepada-Nya kamu menyembah. Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang yang (ketika disembelih) disebut (nama) selain Allah<sup>[108]</sup>, tetapi Barangsiapa dalam Keadaan terpaksa (memakannya) sedang Dia tidak menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, Maka tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang.” Qs. Al-Baqoroh (2): 172-173.

[108] Haram juga menurut ayat ini daging yang berasal dari sembelihan yang menyebut nama Allah tetapi disebut pula nama selain Allah.

Menafsirkan ayat di atas, dalam tafsir Ibnu Katsir dijelaskan bahwa makna ayat 168 surah Al-Baqarah maksudnya adalah Allah SWT telah membolehkan (menghalalkan) seluruh manusia agar memakan apa saja yang ada di muka bumi, yaitu makanan yang halal, baik dan bermanfaat bagi dirinya sendiri yang tidak membahayakan bagi tubuh dan akal pikirannya (Abdullah, 2008).

Segala apa saja yang akan dikonsumsi sudahlah mendapatkan standar kelayakan dari Allah SWT. Standar itu adalah Halal dan Baik, apa saja yang

hendak orang beriman konsumsi entah itu makanan, minuman, pakaian, kendaraan haruslah berstatus halal dan baik.

Makna Halal disini yaitu segala sesuatu yang cara memperolehnya dibenarkan oleh syariat dan juga wujud barangnya juga yang dibenarkan oleh syariat. Kemudian makna *Thayyiban* adalah lawan dari *Khabitsan* atau jelek/menjijikkan, perkara yang baik adalah perkara yang secara akal dan fitrah dianggap baik.

Berdasarkan tafsir al-misbah, pada surat Al-baqoroh (2) ayat 172 menjelaskan bahwa “*Syukur*” adalah mengakui dengan tulus bahwa anugerah yang diperoleh semata-mata bersumber dari Allah sambil menggunakannya sesuai tujuan penganugerahannya, atau menempatkannya pada tempat semestinya (Shihab, 2002).

Ayat diatas kita di perintahkan untuk mengkonsumsi makanan yang halal dan juga baik. Yang dimaksud baik adalah mampu memberikan manfaat kepada tubuh. Seperti halnya tanaman brokoli, brokoli adalah sebagai bahan makanan yang baik. Karena didalamnya tidak terkandung zat yang berbahaya untuk kesehatan, jika dikonsumsi dengan wajar. Didalamnya terkandung berbagai nutrisi yang baik dan di butuhkan oleh tubuh.

## 2.2 Botani Tanaman Brokoli

### 1. Klasifikasi Tanaman Brokoli

Menurut Cahyono (2001) klasifikasi tanaman brokoli adalah sebagai berikut:

Divisi	: Sphermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Famili	: Cruciferae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica oleracea</i> L.
Varietas	: <i>Green Magic</i>

### 2. Ciri Morfologi Tanaman Brokoli

Brokoli (*Brassica oleracea* L.) tergolong ke dalam keluarga kubis-kubisan dan termasuk sayuran yang tidak tahan terhadap udara panas. Akibatnya, brokoli cocok ditanam di dataran tinggi yang lembap dengan suhu rendah, yaitu di atas 700 m dpl. Sayuran ini, juga tidak tahan terhadap hujan yang terus menerus. Jika hal ini terjadi, tanaman brokoli menjadi kekuning-kuningan dan jika membusuk warnanya berbintik-bintik hitam. Daun dan sifat tumbuhan mirip dengan bunga kubis. Bedanya, bunga brokoli berwarna hijau dan masa tumbuhnya lebih lama dari kubis bunga. Brokoli tersusun dari bunga-bunga kecil yang berwarna hijau, tetapi tidak sekompak bunga kubis. Demikian pula dengan tangkai bunganya yang lebih panjang. Dibandingkan dengan kubis bunga, setelah direbus tekstur brokoli akan terasa lebih lunak. (Dalimartha, 2000) dalam Lutfita (2012).

Brokoli memiliki akar serabut dan akar tunggang. Akar tunggang tumbuh ke pusat bumi, sedangkan akar serabut tumbuh ke arah samping, menyebar dan

dangkal (20-30 cm). Sistem perakaran yang dangkal itu membuat tanaman ini dapat tumbuh dengan baik apabila ditanam pada tanah yang gembur dan porous. Batang tumbuh tegak dan pendek ( $\pm 30$  cm), batang tersebut berwarna hijau, tebal, lunak, namun cukup kuat dan bercabang samping. Batang tersebut halus tidak berambut, dan tidak begitu tampak jelas karena tertutup oleh daun-daun (Cahyono, 2001).

Brokoli memiliki tangkai daun agak panjang dan helai daun berlekuk-lekuk panjang. Tangkai bunga brokoli lebih panjang dan lebih besar dibandingkan dengan kubis bunga. Massa bunga brokoli tersusun secara kompak membentuk bulatan berwarna hijau tua, atau hijau kebiru-biruan, dengan diameter antara 15-20 cm atau lebih (Rukmana, 1994).

Daunnya berbentuk bulat telur (oval) dengan bagian tepi daun bergerigi agak panjang dan membentuk celah-celah yang menyirip agak melengkung kedalam. Daun berwarna hijau dan tumbuh berselang-seling pada batang tanaman, tangkainya agak panjang dengan pangkal daun yang tebal dan lunak. Daun-daun yang tumbuh pada pucuk batang sebelum masa bunga terbentuk, berukuran kecil dan melengkung ke dalam melindungi bunga yang sedang mulai tumbuh (Rukmana, 1995).

Bunga brokoli merupakan kumpulan masa bunga yang berjumlah lebih dari 5.000 kuntum bunga bersatu dan membentuk bulatan tebal serta padat (kompak). Warna bunga sesuai dengan varietasnya, ada yang memiliki masa bunga hijau muda, hijau tua, hijau kebiru-biruan (ungu). Berat berkisar 0,6-0,8 kg dengan diameter antara 18-25 cm, tergantung pada varietasnya (Rukmana, 1995).

Biji brokoli memiliki bentuk dan warna yang hampir sama, yaitu bulat kecil berwarna coklat sampai kehitaman. Biji tersebut dihasilkan oleh penyerbukan sendiri ataupun silang dengan bantuan sendiri ataupun serangga. Buah yang terbentuk seperti polong-polongan, tetapi ukurannya kecil, ramping dan panjangnya sekitar 3-5 mm (Rukmana, 1994).

Pada kondisi lingkungan yang sesuai, bunga brokoli dapat tumbuh memanjang menjadi tangkai bunga yang penuh dengan kuntum bunga. Tiap bunga terdiri atas 4 helai daun kelopak (Caliyx), 4 helai daun mahkota bunga (Corolla), benang sari yang komposisinya 4 memanjang dan 2 pendek. Bakal buah terbagi menjadi dua ruang dan setiap ruang berisi bakal biji. Buahnya terbentuk dari hasil penyerbukan bunga yang terjadi karena penyerbukan sendiri ataupun penyerbukan silang dengan bantuan serangga lebah madu. Buah berbentuk polong, berukuran kecil, dan ramping, dengan panjang antara 3-5 cm. Di dalam buah tersebut terdapat biji berbentuk bulat kecil, berwarna coklat kehitam-hitaman. Biji-biji tersebut dapat di pergunakan sebagai benih perbanyak tanaman (Cahyono, 2001).

### **3. Tipe Benih**

Benih spesies Brassica termasuk benih ortodoks, yaitu kelompok benih yang dapat mempertahankan diri dan tahan disimpan pada kadar air yang rendah. Menurut Justice dan Bass (1979), kadar air benih yang tinggi dapat meningkatkan proses metabolisme, sehingga respirasi meningkat. Proses respirasi akan menghabiskan cadangan makanan dalam benih, sehingga benih menjadi cepat mengalami kemunduran. Proses respirasi ini juga akan meningkatkan suhu, sehingga cendawan akan mudah tumbuh.

Sebaliknya pada kadar air yang sangat rendah, katabolisme yang terjadi berlangsung lambat (Pammenter dan Berjak, 2000). Pada benih ortodoks, air bebas sangat mudah dihilangkan pada saat pengeringan bahkan jika tidak dihilangkan akan mengakibatkan kemunduran cepat. Di akhir perkembangan tanaman pada benih ortodoks akan terjadi akumulasi cadangan makanan, pengurangan volume vakuola, differensiasi dan terhentinya aktivitas metabolisme seiring dengan terbentuknya mekanisme toleransi desikasi.

Beberapa tipe benih tidak mempunyai ketahanan untuk disimpan dalam jangka waktu yang lama atau sering disebut benih rekalsitran. Sebaliknya benih ortodoks mempunyai daya simpan yang lama dan dalam kondisi penyimpanan yang sesuai dapat membentuk cadangan benih yang besar di tanah (Schmidt, 2000).

Meskipun tipe ortodoks dan rekalsitran relatif jelas perbedaannya, daya tahan benih untuk bertahan pada saat penyimpanan meliputi variasi yang luas, dari yang sangat rekalsitran, intermediate sampai ortodoks (Schmidt, 2000). Pada umumnya semakin lama benih disimpan maka viabilitasnya akan semakin menurun. Mundurnya viabilitas benih merupakan proses yang berjalan bertingkat dan kumulatif akibat perubahan yang diberikan kepada benih (Widodo, 1991).

#### 4. Ekologi dan Penyebaran Tanaman Brokoli

Brokoli berasal dari Italia, dan mulai diperkenalkan pada zaman Romawi dari Mediterania Timur. Brokoli diperkenalkan ke Amerika Serikat oleh imigran Italia selama awal abad ke-20. Dari Amerika Serikat, lalu menyebar ke Eropa Utara, Jepang, dan daerah lainnya dalam 50 tahun terakhir (Lutfita, 2012).

Pada mulanya kol bunga dikenal sebagai tanaman sayuran daerah yang beriklim dingin (sub-tropis), sehingga di Indonesia cocok ditanam di daerah dataran tinggi antara 1000–2000 m di atas permukaan laut (dpl) yang suhu udaranya dingin dan lembab. Kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan dan produksi sayuran ini antara 15<sup>o</sup>–18<sup>o</sup>C, kisaran pH antara 5,5–6,5 sedangkan kelembaban tanahnya sesuai dengan kapasitas lapang (Rukmana, 1994).

#### 5. Varietas Brokoli

Menurut Rukmana (1994) brokoli mempunyai varietas yang bunganya bermacam-macam. Ada varietas yang bertunas utama besar dengan sedikit tunas samping, tetapi ada pula yang mempunyai tunas utama kecil dengan tunas sampingnya banyak. Warna massa bungapun bervariasi., antara lain hijau muda, hijau tua, kebiru-biruan dan ungu. Beberapa varietas brokoli yang pernah terkenal adalah *Waltham 29*, *De Cicco*, dan juga *Midway*, *Green Mountain* serta *Grend Centra*.

Perkembangan dari waktu ke waktu menyebabkan terjadinya pergeseran atau pergantian varietas ke arah yang diinginkan oleh konsumen. Seiring dengan hal itu, beberapa negara produsen benih sayuran komersial telah menghasilkan varietas-varietas unggul terbaru, baik hibrida maupun non hibrida (Rukmana, 1994).

Brokoli yang berasal dari Amerika antara lain varietas Asgrow's futura, Orion, Apollo dan Gem. Dalam perkembangan selanjutnya, banyak negara didunia yang memproduksi benih-benih brokoli unggul, kemudian diperkenalkan ke berbagai negara yang telah diketahui potensial untuk pengembangan komoditas tersebut (Rukmana, 1994).

### 2.3 Mutu Fisiologi Benih

Mutu fisiologi benih mencerminkan kemampuan benih untuk bisa hidup normal dalam kisaran keadaan alam yang cukup luas, mampu tumbuh cepat dan merata. Benih bermutu fisiologi tinggi juga tahan untuk disimpan, meski melalui periode simpan dengan keadaan simpan yang suboptimal pun, benih tetap menghasilkan pertumbuhan tanaman yang berproduksi normal apabila ditanam sesudah disimpan (Sadjad, 1993).

Mutu fisiologi menampilkan kemampuan daya hidup / viabilitas benih yang mencakup daya kecambah dan kekuatan tumbuh benih (vigor). Daya kecambah adalah salah satu tolok ukur fisiologi benih, tetapi tolok ukur hanya mencerminkan kemampuan benih menjadi kecambah normal apabila ditanam dalam kondisi lapang yang serba optimum (Sutopo, 2002).

Viabilitas benih adalah daya hidup suatu benih yang dapat ditunjukkan oleh proses pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya. Penurunan viabilitas benih merupakan perubahan fisik, fisiologis dan biokimia yang akhirnya dapat menyebabkan hilangnya viabilitas benih. Salah satu gejala biokimia pada benih selama mengalami penurunan viabilitas adalah terjadinya perubahan kandungan beberapa senyawa yang berfungsi sebagai bahan sumber energi utama. Dalam

keadaan ini benih mempunyai persediaan sumber energy karena terjadi perombakan senyawa makro seperti lemak dan karbohidrat menjadi senyawa metabolik lainnya (Sadjad, 1994).

Penurunan suatu benih dapat diterangkan sebagai turunnya kualitas atau viabilitas benih yang mengakibatkan rendahnya vigor dan tidak optimalnya pertumbuhan tanaman serta produksinya. Kejadian tersebut merupakan suatu proses yang tak dapat balik dari kualitas suatu benih. Benih yang memiliki vigor rendah akan berakibat terjadinya kemunduran yang cepat selama penyimpanan benih, kecepatan berkecambah menurun, kepekaan akan serangan hama dan penyakit, meningkatnya jumlah kecambah abnormal dan rendahnya produksi tanaman (Sadjad, 1993).

Hartati (1999) juga menjelaskan bahwa, viabilitas benih adalah daya hidup suatu benih yang dapat ditunjukkan dalam fenomena pertumbuhannya, gejala metabolisme, kinerja kromosom atau garis viabilitas sedangkan viabilitas potensial adalah parameter viabilitas dari suatu lot benih yang menunjukkan kemampuan benih menumbuhkan tanaman normal yang berproduksi normal pada kondisi lapang yang optimum. Kemunduran benih adalah mundurnya mutu fisiologis benih yang dapat menimbulkan perubahan menyeluruh di dalam benih baik fisik, fisiologi maupun kimiawi yang mengakibatkan menurunnya viabilitas benih.

Tanaman dengan tingkat vigor yang tinggi mungkin dapat dilihat dari performansi fenotips kecambah atau bibitnya yang selanjutnya mungkin dapat berfungsi sebagai landasan pokok untuk ketahanannya terhadap berbagai unsure musibah yang menimpa. Vigor benih untuk kekuatan tumbuh dalam suasana

kering dapat merupakan landasan bagi kemampuannya tanaman tersebut untuk tumbuh bersaing dengan tumbuhan pengganggu ataupun tanaman lainnya dalam pola tanam tumpang sari. Vigor benih untuk tumbuh secara spontan merupakan landasan bagi kemampuan tanaman mengasorbsi sarana produksi secara maksimal sebelum panen. Juga dalam memanfaatkan unsur sinar matahari khususnya selama periode pengisian dan pemasakan biji (Sadjad, 1993).

Pada hakekatnya vigor benih harus relevan dengan tingkat produksi, artinya dari benih yang bervigor tinggi akan dapat dicapai tingkat produksi yang tinggi. Vigor benih yang tinggi dicirikan antara lain tahan disimpan lama, tahan terhadap serangan hama penyakit, cepat dan merata tumbuhnya serta mampu menghasilkan tanaman dewasa yang normal dan berproduksi baik dalam keadaan lingkungan tumbuh yang suboptimal (Sadjad, 1993).

#### **2.4 Tahapan Proses Perkecambahan**

Perkecambahan adalah proses awal pertumbuhan individu baru pada tanaman yang diawali dengan munculnya radikel pada testa benih. Perkecambahan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air dalam medium pertumbuhan. Air akan diabsorbsi dan digunakan untuk memacu aktivitas enzim-enzim metabolisme perkecambahan (Agustrina, 2008).

Benih dikatakan berkecambah apabila sudah dapat dilihat atribut perkecambahannya yaitu *plumula* dan *radikel* yang keduanya tumbuh normal dalam jangka waktu sesuai dengan ketentuan. Proses perkecambahan ini bias berupa suatu proses metabolisme yang terdiri dari proses *katabiolisme* dan *anabolisme* dimana pada *katabiolisme* terjadi proses perombakan cadangan makanan sehingga menghasilkan energy ATP, sedangkan pada *anabolisme*

terjadi sintesa senyawa protein untuk pembentukan sel-sel baru pada embrio (Hapsari, 2005).

Kedua proses ini terjadi secara berurutan pada tempat yang berbeda. Tahap awal metabolisme untuk tumbuh benih dapat diungkapkan sebagai 3 tipe yaitu (Hapsari, 2005):

1. Perombakan bahan cadangan makanan
2. Translokasi dari bagian benih ke satu bagian yang lain
3. Sintesa bahan-bahan yang baru

Adapun tahapan proses perkecambahan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut (Hapsari, 2005):

1. **Tahap pertama** dimulai dengan penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi oleh protoplasma
2. **Tahap kedua** dimulai dengan kegiatan sel-sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih
3. **Tahap ketiga** merupakan tahap dimana terjadi penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh.
4. **Tahap keempat** adalah asimilasi dari bahan-bahan yang telah terurai di daerah meristematik untuk menghasilkan energi dari kegiatan pembentukan komponen dalam pertumbuhan sel-sel baru.
5. **Tahap kelima** adalah pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran dan pembagian sel-sel pada titik-titik tumbuh, pertumbuhan kecambah ini tergantung pada persediaan makanan yang ada dalam biji.

#### 2.4.1 Kriteria Perkecambahan Benih dalam Uji Perkecambahan

Menurut Sumarno dan Widiati (1985), untuk mengevaluasi kecambah digunakan kriteria di bawah ini, hal tersebut juga dipaparkan oleh Kamil (1987):

##### 1. Kecambah Normal

- a) Akar kecambah mempunyai akar primer atau satu sel akar-akar sekunder yang cukup kuat untuk menambatkan kecambah bila ditumbuhkan pada tanah atau pasir.
- b) Hipokotil: panjang atau pendek, tetapi tumbuh baik tanpa ada luka yang mungkin mengakibatkan jaringan pengangkut menjadi rusak.
- c) Epikotil: paling kurang ada satu daun primer dan satu tunas ujung yang sempurna.
- d) Biji terinfeksi: infeksi pada epikotil sebagian atau seluruhnya, sedangkan hipokotil dan akar tumbuh baik. Epikotil bibit seperti ini biasanya tidak membusuk kalau tumbuh dalam keadaan atmosfer kering, bila kotiledon membuka secara alami. Akan tetapi apabila banyak kecambah yang terkena infeksi, maka pengujian ulang harus dilaksanakan sebaik mungkin pada substrat tanah atau pasir.

##### 2. Kecambah Abnormal

- a) Akar. tidak ada akar primer atau akar-akar sekunder yang tumbuh baik.
- b) Hipokotil: pecah atau luka yang terbuka, merusak jaringan pengangkut, cacat, berkeriput dan membengkak atau memendek.
- c) Kotiledon: kedua kotiledon hilang dan kecambah lemah sehingga tidak vigorous.

- d) Epikotil: tidak ada daun primer atau tunas ujung, ada satu atau dua daun primer, tetapi tidak ada tunas ujung, epikotil membusuk, yang menyebabkan pembusukan menyebar dari kotiledon dan bibit lemah.

Menurut Mugnisjah *et, al* (1994), benih yang tidak berkecambah adalah benih yang hingga akhir periode pengujian tidak berkecambah. Benih yang tidak berkecambah meliputi:

- a) Benih keras: benih yang hingga akhir pengujian tetap keras, sebab benih-benih tersebut tidak menyerap air.
- b) Benih segar: benih yang tidak keras dan juga tidak berkecambah hingga akhir pengujian tetapi tetap bersih, mantap, dan tampaknya masih hidup
- c) Benih mati: benih yang pada akhir pengujian tidak berkecambah tetapi bukan sebagai benih keras maupun benih segar. Biasanya benih mati lunak, warnanya memudar, dan seringkali bercendawan.

## 2.5 Kemunduran Benih

Kualitas benih yang terbaik tercapai pada saat benih berada dalam kondisi masak fisiologis. Hal ini terjadi karena pada saat itu benih mempunyai berat kering, viabilitas, dan vigor maksimum. Viabilitas dan vigor tertinggi / maksimum yang dimaksud tidak harus 100%. Adapun definisi kemunduran benih menurut Byrd (1978) adalah semua perubahan yang terjadi dalam benih yang berperan, yang akhirnya mengarah pada kematian benih.

Peristiwa deteriorasi adalah proses penurunan kondisi benih setelah masak atau benih mengalami proses menua. Proses penurunan kondisi benih tidak dapat dihentikan tetapi dapat dihambat. Laju deteriorasi adalah berapa besarnya

penyimpangan terhadap keadaan optimum untuk mencapai kualitas maksimum. Hal ini dapat dipengaruhi oleh dua hal yaitu: faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam merupakan sifat genetik benih. Proses deteriorasi karena waktu disebut deteriorasi kronologis artinya meskipun benih ditangani dengan baik dan faktor lingkungan mendukung, namun proses ini akan tetap berlangsung. Faktor dalam ini tergantung pada spesies dan kondisi viabilitas awal (kualitas awal). Sedangkan faktor luar disebabkan oleh deraan lingkungan dan disebut proses deteriorasi fisiologis, artinya proses ini terjadi karena adanya faktor lingkungan yang tidak sesuai dengan persyaratan penyimpanan benih, atau terjadi penyimpangan selama proses pembentukan dan prosesing benih (Suena, 2005).

Diduga mekanisme dormansi pada benih caisin yang memiliki struktur kulit benih yang keras adalah adanya gangguan terhadap pertukaran gas oksigen. Roberts (1972) menyatakan bahwa ketersediaan oksigen yang terbatas menjadi faktor terpenting dalam menginduksi dormansi sekunder. Menurutnya dormansi dapat diinduksikan pada benih *Brassica nigra* melalui konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi di atmosfer. Demikian pula Sutopo (1988) menyatakan bahwa tekanan CO<sub>2</sub> yang tinggi dapat menyebabkan dormansi sekunder pada benih *Brassica alba*.

Selain itu, diduga kondisi ruang simpan kulkas yang memiliki suhu di sekitar titik beku (4-9<sup>0</sup>C) menyebabkan pematangan *after ripening* lebih lama. Benih caisim yang berkulit keras menjadi semakin keras pada penyimpanan di kulkas. Menurut Bewley dan Black (1984) kondisi suhu rendah menyebabkan kulit benih bertambah keras sehingga sifat dormansinya bertambah besar. Justice dan Bass (2002) menyatakan bahwa penyimpanan benih pada suhu di sekitar titik beku dapat memperpanjang dormansi benih menjadi lebih lama. Menurut Desai *et al.*

(1997) penyimpanan pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  menyebabkan benih kubis (*Brassica oleracea* Var. Capitata Linn) tetap mengalami dormansi.

## 2.6 Gibberelin

Giberellin adalah jenis hormon tumbuh yang mula-mula ditemukan di Jepang oleh Kurosawa pada tahun 1926. Kurosawa melakukan penelitian terhadap penyakit “Bakanae” yang menyerang tanaman padi yang disebabkan oleh jamur Giberellin fujikuroi. Suatu gejala khas dari penyakit “bakane” ini ialah apabila tanaman padi diserang, maka tanaman tersebut memperlihatkan batang daun yang memanjang secara tidak normal. Penelitian dilanjutkan oleh Yabuta dan Hasyashi pada tahun 1939 dengan mengisolasi crystalline material yang dapat menstimulasi pertumbuhan pada akar kecambah. Pada tahun 1951 Stodola *et al.*, melakukan penelitian terhadap substansi ini dan menghasilkan “Giberellin A” dan “Giberellin X” (Abidin, 1982).

$\text{GA}_3$  merupakan diterpenoid, yang menempatkan zat itu dalam keluarga kimia yang sama dengan klorofil dan karoten. Bagian dasar kimia  $\text{GA}_3$  adalah kerangka giban dan kelompok karboksil bebas. Macam-macam bentuk  $\text{GA}_3$  berbeda-beda karena adanya pergantian kelompok-kelompok hidroksil, metal atau etil pada kerangka giban dan karena adanya cincin laktone.  $\text{GA}_3$  yang berbeda-beda dinamai dengan kode huruf-huruf ( $\text{GA}_1, \text{GA}_2, \text{GA}_3, \dots, \text{GA}_{72}$ ), yang pertama kali diidentifikasi, merupakan yang paling dikenal dan paling banyak diteliti.  $\text{GA}_3$  pertama kali dikristalkan dari jamur Giberella fujikuroi. Hal yang paling menarik,  $\text{GA}_3$  mempunyai kisaran aktifitas biologis yang paling lebar. Sumber  $\text{GA}_3$  komersil diperoleh dari kultur jamur, walaupun  $\text{GA}_3$  lainnya juga terdapat diantara tumbuhan tinggi (Franklin *et al.*, 1991).

### 2.6.1 Peran Giberelin Bagi Perkecambahan

Giberellin merupakan salah satu zat pertumbuhan yang dapat memacu perkecambahan benih disamping auksin dan sitokinin. Giberellin adalah suatu zat tumbuh utama yang memegang peranan penting di dalam proses perkecambahan benih. Hal ini disebabkan karena giberellin bersifat pengontrol perkecambahan. Kalau tidak ada giberellin atau kurang aktif maka enzim amilase tidak (kurang) akan terbentuk dan menyebabkan terhalangnya proses perombakan pati (amilosa dan amilopektin) sehingga dapat mengakibatkan terjadinya keadaan dormansi pada beberapa jenis benih (Kamil, 1979).

Penggunaan zat pengatur tumbuh dari kelompok giberelin khususnya  $GA_3$  mampu mempercepat perkecambahan biji dari banyak jenis tumbuhan, menyebabkan tanamn kerdil menjadi lebih besar dan dapat menyebabkan tinggi tanaman menjadi tiga sampai lima kali lebih tinggi dari yang normal (Dwidjoseputro, 1992).

Pengaruh Giberelin terhadap biji dapat mendorong pemanjangan sel sehingga radkula dapat menembus endosperm kulit biji atau kulit buah yang membatasi pertumbuhannya (Salisbury and Ross, 1995). Efek fisiologis giberelin antara lain adalah mendorong aktivitas enzim-enzim hidrolitik dan pembentukan amilase serta enzim yang mengubah lipid menjadi sukrosa pada proses perkecambahan.

## **1. Mekanisme Kerja Giberelin dan Pengaruhnya terhadap Perkecambahan**

Perkecambahan adalah aktifitas pertumbuhan yang sangat singkat suatu embrio dalam perkecambahan dari biji menjadi tanaman muda (Abidin, 1987). Sedangkan menurut Kamil (1987) perkecambahan merupakan pengaktifan kembali embrionik axis biji yang terhenti untuk kemudian membentuk bibit (seedling).

Pada benih yang kering, giberelin endogen berkonjugasi dengan gula membentuk glukosida dan dalam keadaan tidak aktif. Hormon ini menjadi aktif setelah menghibibisi air.

## **2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerja Giberelin.**

### **1. Konsentrasi giberelin**

Giberelin dengan konsentrasi tinggi (sampai 1000 ppm) dapat menghambat pembentukan akar. Sedangkan giberelin pada konsentrasi rendah mendorong pertumbuhan akar adventif seperti pada batang kacang kapri, dan mempercepat pembelahan serta pertumbuhan sel hingga tanaman cepat menjadi tinggi (Ashari, 1997). Dalam hal konsentrasi giberelin, penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mulyana (1993) bahwa dari perlakuan dengan giberelin 0 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm terhadap benih kopi arabika (*Coffea Arabica* L), ternyata memberikan waktu munculnya kotiledon terbaik apabila digunakan konsentrasi 100 ppm.

## 2. Faktor lama perendaman

Faktor lama perendaman di dalam larutan giberelin berkaitan dengan pemberian kesempatan kepada larutan giberelin untuk melakukan imbibisi ke dalam biji yang akan berpengaruh terhadap perkecambahan biji. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Lakitan (1996) bahwa untuk terjadinya proses imbibisi air ke dalam biji guna mengawali perkecambahan, memerlukan waktu tertentu. Oleh karena itu, dapat dikatakan lama perendaman di dalam suatu larutan hormon tumbuh turut berpengaruh terhadap perkecambahan biji.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Giberelin ( $GA_3$ ) terhadap Viabilitas Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) ini dilakukan pada bulan Nopember-Desember 2015 yang bertempat di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik, oven, 45 buah cawan petri, gunting, gelas ukur, spidol.

##### **3.2.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan adalah benih brokoli varietas *Green Magic* merk Sakata yang dibeli di toko pertanian Malang, hormon  $GA_3$ , aquades, kertas merang, plastik transparan, kertas label.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) factorial yang terdiri dari dua faktor:

Faktor A adalah konsentrasi Gibberelin (K) terdiri dari lima level yaitu:

1. Brokoli yang direndam dengan aquades (kontrol) = K0
2. Brokoli yang direndam dengan *Gibberelin* (GA<sub>3</sub>) 25 ppm = K1
3. Brokoli yang direndam dengan *Gibberelin* (GA<sub>3</sub>) 50 ppm = K2
4. Brokoli yang direndam dengan *Gibberelin* (GA<sub>3</sub>) 75 ppm = K3
5. Brokoli yang direndam dengan *Gibberelin* (GA<sub>3</sub>) 100 ppm = K4

Faktor B adalah lama perendaman (L) terdiri dari tiga level, yaitu:

1. Brokoli yang direndam dengan *Gibberelin* (GA<sub>3</sub>) selama 1 jam = L1
2. Brokoli yang direndam dengan *Gibberelin* (GA<sub>3</sub>) selama 3 jam = L2
3. Brokoli yang direndam dengan *Gibberelin* (GA<sub>3</sub>) selama 6 jam = L3

Kedua faktor di atas menghasilkan 15 kombinasi percobaan, dengan menggunakan 50 butir benih setiap satuan percobaannya dan masing-masing kombinasi diulang sebanyak tiga kali ulangan.

Tabel 3.1 Kombinasi Percobaan Konsentrasi dan Lama Perendaman

FAKTOR PERLAKUAN	K0	K1	K2	K3	K4
L1	K0L1	K1L1	K2L1	K3L1	K4L1
L2	K0L2	K1L2	K2L2	K3L2	K4L2
L3	K0L3	K1L3	K2L3	K3L3	K4L3

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

#### 3.4.1 Penyiapan Benih

Benih brokoli dari kemasan dihitung per 50 butir dan ditempatkan di plastik klip sesuai perlakuan yang akan diperlakukan. Benih yang digunakan berjumlah 2250 butir benih yang ditempatkan pada 45 plastik klip bertuliskan label K<sub>0</sub>L<sub>1</sub> (1), K<sub>0</sub>L<sub>1</sub> (2), K<sub>0</sub>L<sub>1</sub> (3), dan seterusnya.

#### 3.4.2 Penyiapan Larutan GA<sub>3</sub>

Penentuan pembuatan larutan GA<sub>3</sub> mengikuti rumus sebagai berikut (Mulyono, 2006):

$$M1.V1 = M2.V2$$

Terlebih dahulu membuat larutan stok (larutan induk) GA<sub>3</sub> yaitu dengan membuat larutan 100 ppm GA<sub>3</sub> 200 ml menggunakan 20 mg GA<sub>3</sub> dicampur aquades 200 ml.

Tabel 3.2 Pengenceran GA<sub>3</sub> menjadi beberapa konsentrasi

M1	V1	M2	V2	Penambahan Air (ml)
100 ppm GA <sub>3</sub>	Volume GA <sub>3</sub> (ml) sebelum penambahan air	ppm	Volume air	
100 ppm	15 ml	25 ppm	60 ml	45 ml
100 ppm	30 ml	50 ppm	60 ml	30 ml
100 ppm	45 ml	75 ppm	60 ml	15 ml
100 ppm	60 ml	100 ppm	60 ml	0 ml

#### 3.4.3 Perendaman Benih

Penelitian ini menggunakan ZPT Gibberelin (GA<sub>3</sub>), benih direndam dalam larutan GA<sub>3</sub> selama 3 jam, 6 jam dan 12 jam dengan konsentrasi GA<sub>3</sub> = 0 ppm, 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm dan 100 ppm. Benih direndam di dalam plastik klip yang telah diberi label perlakuan.

### 3.4.4 Penyiapan Media Perkecambahan

Penelitian ini menggunakan pengecambahan benih dengan substrat kertas merang yang dipotong lingkaran menyesuaikan diameter cawan petri, di atas cawan petri diberi tiga lembar kertas merang lalu dilembabkan menggunakan aquades, lalu disusun 50 butir benih diatas kertas merang tersebut. Hari pertama, cawan petri masih ditutup, hari ketiga penutup cawan petri dibuka.

## 3.5 Parameter Pengamatan

### 3.5.1 Daya Berkecambah

Daya kecambah benih dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal pada hari ketiga setelah tanam (3HST) (pengamatan I) dan jumlah total kecambah normal hari kelima setelah tanam (5HST) (pengamatan II), dengan perhitungan sebagai berikut (Sadjad, 1993):

$$\% \text{ Daya Berkecambah} = \frac{\text{Jumlah Kecambah Normal (3HST+5HST)}}{\text{Jumlah Benih yang diuji}} \times 100\%$$

### 3.5.2 Berat Kering Kecambah Normal

Berat kering kecambah didapatkan dengan mengeringkan kecambah yang telah berumur 5 hari setelah tanam dalam oven dengan suhu 60<sup>0</sup> C selama 24 jam, kemudian bibit ditimbang (Permatasari, 2013)

### 3.5.3 Indeks Vigor

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah kecambah normal pada hitungan hari pengamatan pertama (3 HST).

Rumus yang digunakan adalah :

$$\% \text{ Indeks Vigor} = \frac{\text{Jumlah Kecambah Normal Pengamatan I (3HST)}}{\text{Jumlah Benih yang diuji}} \times 100\%$$

### 3.6 Analisis Data

Data hasil percobaan dianalisis menggunakan sidik ragam / Analisis Variansi (ANOVA) dengan taraf signifikansi 0.05%. Uji nilai tengah dilakukan menurut DMRT (Duncan Multiple Range Test) jika hasil uji F menunjukkan perbedaan yang nyata.

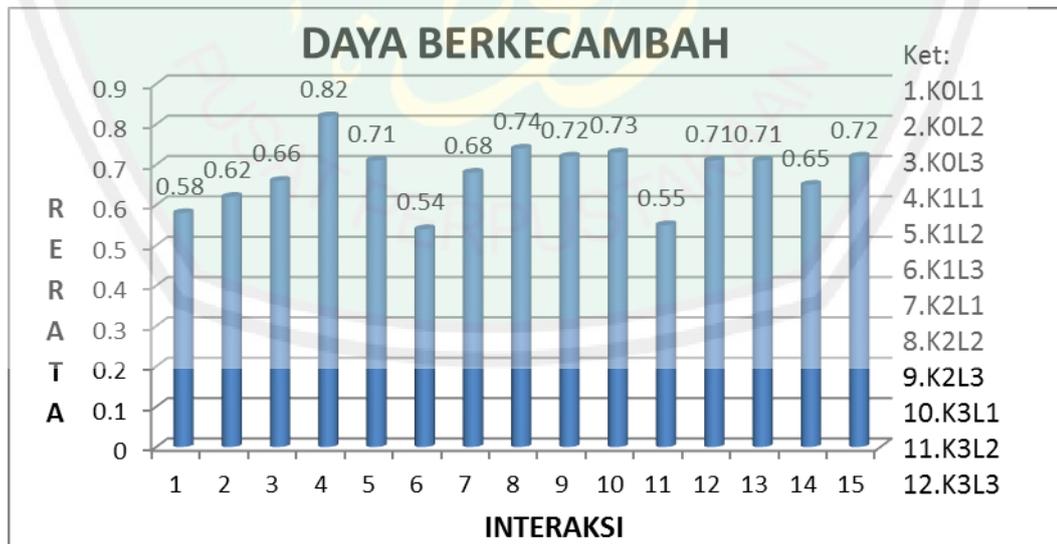
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

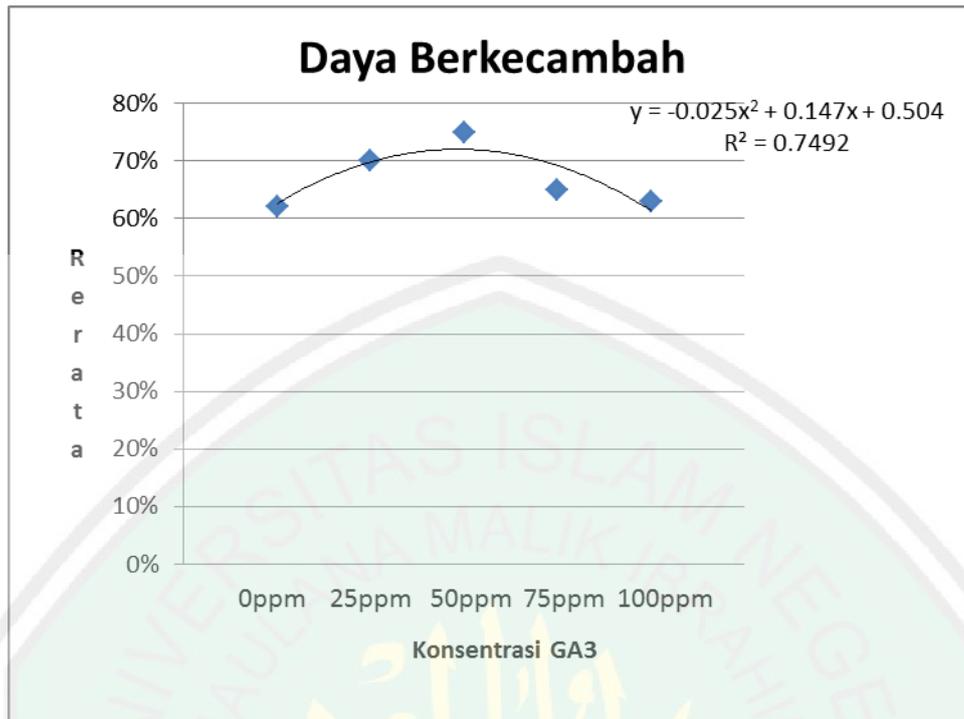
#### 4.1 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman $GA_3$ terhadap Viabilitas Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

##### 4.1.1 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman $GA_3$ terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

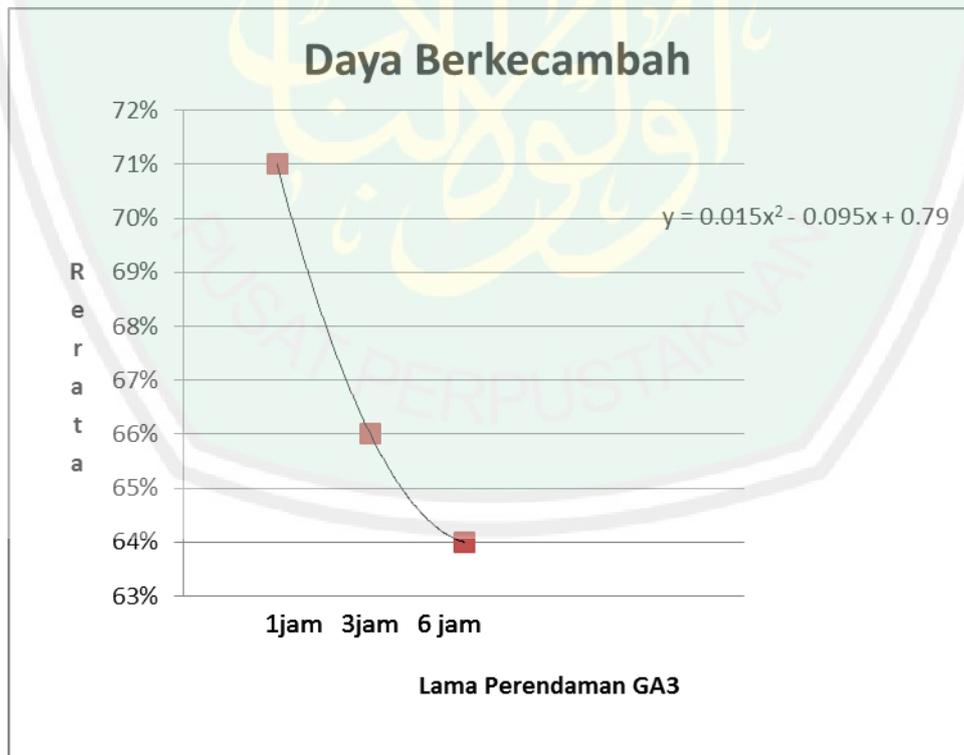
Data pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman  $GA_3$  terhadap daya berkecambah benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) selengkapnya tersaji pada lampiran 1. Berikut adalah data visual tersaji pada (gambar 4.1) dan data dalam bentuk kurva tersaji pada (gambar 4.2 dan 4.3) serta ringkasan hasil analisis ANAVA satu jalur pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman  $GA_3$  terhadap daya berkecambah benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) tersaji pada (tabel 4.1).



Gambar 4.1 Diagram Batang Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)



Gambar 4.2 Kurva Pengaruh Konsentrasi GA<sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)



Gambar 4.3 Kurva Pengaruh Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Berdasarkan kurva 4.2 pengaruh konsentrasi GA<sub>3</sub> terhadap daya berkecambah benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) diketahui untuk mendapatkan nilai optimum dengan menggunakan rumus persamaan kuadrat  $y = -0,0255x^2 + 0,147x + 0,504$ , dengan nilai x diganti dengan nilai selisih variabel bebas yaitu 25 sehingga menjadi  $y = -15,625 + 3,675 + 0,504$ . Kemudian mencari titik optimum dengan rumus  $-b/2a$  diperoleh nilai 28,710, yang berarti konsentrasi GA<sub>3</sub> terhadap daya berkecambah benih brokoli (*Brassica oleraceae*) optimal terdapat pada 28,7 ppm.

Berdasarkan kurva 4.3 pengaruh lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap daya berkecambah benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) diketahui untuk mendapatkan nilai optimum dengan menggunakan rumus persamaan kuadrat  $y = 0,015x^2 - 0,095x + 0,79$ , dengan nilai x diganti dengan nilai selisih variabel bebas yaitu 3 sehingga menjadi  $y = 0,135 - 0,285 + 0,79$ . Kemudian mencari titik optimum dengan rumus  $-b/2a$  diperoleh nilai 1,055, yang berarti lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap daya berkecambah benih brokoli (*Brassica oleraceae*) optimal terdapat pada 1 jam

Tabel 4.1 Ringkasan Anava Pengaruh interaksi konsentrasi Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

SK	DB	JK	KT	Fhit	F5%
Konsentrasi	4	0.049	0.012	3.309*	2.84
Lama Perendaman	2	0.044	0.22	2.381 <sup>ns</sup>	2.84
Interaksi	8	0.176	0.022	7.592*	2.09
Galat	30	0.199	0.007		
Total	44	0.446			

Keterangan : \* = menunjukkan pengaruh

ns = non signifikan/ tidak ada pengaruh

Berdasarkan tabel 4.1 uji Anava dengan taraf 5% diketahui nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ . Data ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman  $GA_3$  terhadap daya berkecambah benih brokoli (*Brassica oleraceae*). Oleh karena terdapat pengaruh, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% untuk mengetahui perbedaan nyata dan tidak nyata perlakuan interaksi konsentrasi dan lama perendaman  $GA_3$  terhadap daya berkecambah benih brokoli (*Brassica oleraceae*). Berikut hasil uji DMRT 5% tersaji pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil uji DMRT 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Daya Berkecambah Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*).

Interaksi Perlakuan	Nilai (%)	Notasi UJD 0,05
0ppm + 1jam	58 %	abc
0ppm + 3jam	64 %	abcd
0ppm + 6jam	66 %	cd
25ppm + 1jam	86 %	f
25ppm + 3jam	71 %	de
25ppm + 6jam	54 %	a
50ppm + 1jam	77 %	ef
50ppm + 3jam	76 %	e
50ppm + 6jam	72 %	de
75ppm + 1jam	71 %	de
75ppm + 3jam	55 %	ab
75ppm + 6jam	71 %	de
100ppm + 1jam	65 %	Cde
100ppm + 3jam	65 %	Cde
100ppm + 6jam	58 %	Abc

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

Berdasarkan hasil uji DMRT 0.05 diketahui bahwa pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman  $GA_3$  terhadap daya berkecambah benih brokoli (*Brassica oleraceae*) menunjukkan nilai tinggi pada perlakuan interaksi

konsentrasi 25 ppm GA<sub>3</sub> dengan lama perendaman 1 jam (K1L1) dan interaksi konsentrasi 50 ppm GA<sub>3</sub> dengan lama perendaman 1 jam (K2L1).

Data diatas menunjukkan bahwa konsentrasi 25 ppm dengan lama perendaman 1jam merupakan interaksi optimum yang berpengaruh terhadap daya berkecambah benih brokoli (*Brassica oleraceae*). Hal ini diduga berhubungan dengan ukuran dan morfologi benih brokoli. Diketahui ukuran benih brokoli hanya 3-5 mm. Maka dengan itu tidak membutuhkan interaksi konsentrasi dan lama perendaman yang lebih tinggi untuk mampu meningkatkan daya berkecambah benih brokoli (*Brassica oleraceae*).

Menurut Yuniarti (2013) mengenai peningkatan viabilitas benih kayu Afrika ( *Maeosopsis emenii Engl.*) menyatakan bahwa perlakuan perendaman dengan GA<sub>3</sub> kurang efektif dalam mematahkan dormansi benih kayu afrika karena benih kayu afrika memiliki kulit tebal dan keras sehingga menghalangi terjadinya imbibisi.

Perlakuan interaksi konsentrasi 25ppm dengan lama perendaman 1 jam menunjukkan telah sampainya GA<sub>3</sub> eksogen yang diberikan ke dalam benih untuk membantu permasalahan GA<sub>3</sub> yang terdegradasi akibat penyimpanan lama dengan suhu yang tidak sesuai.

Kemunduran benih pada benih brokoli diduga disebabkan oleh pengaruh suhu saat penyimpanan dalam kemasan. Suhu penyimpanan yang optimal untuk benih brokoli adalah -10°C-10°C, pada suhu yang lebih tinggi mampu menyebabkan kemunduran benih.

Penggunaan zat pengatur tumbuh dari kelompok giberelin khususnya GA<sub>3</sub> mampu mempercepat perkecambahan biji dari banyak jenis tumbuhan,

menyebabkan tanam kerdil menjadi lebih besar dan dapat menyebabkan tinggi tanaman menjadi tiga sampai lima kali lebih tinggi dari yang normal (Dwidjoseputro, 1992).

Pengaruh Giberelin terhadap biji dapat mendorong pemanjangan sel sehingga radkula dapat menembus endosperm kulit biji atau kulit buah yang membatasi pertumbuhannya (Salisbury and Ross, 1995). Efek fisiologis giberelin antara lain adalah mendorong aktivitas enzim-enzim hidrolitik dan pembentukan amilase serta enzim yang mengubah lipid menjadi sukrosa pada proses perkecambahan.

Tentunya data ini juga menunjukkan adanya pengaruh GA3 pada konsentrasi tertentu untuk pertumbuhan kecambah yang melibatkan proses pembelahan dan proliferasi sel-sel penyusun jaringan. Zat pengatur tumbuh dalam hal ini dapat berperan dalam pemanjangan, dan pembelahan sel ataupun sebagai pemacu metabolisme sel lainnya yang akhirnya mempengaruhi pertumbuhan kecambah.

Benih ortodok yaitu benih yang dapat disimpan pada kadar air rendah sekitar 5% dan suhu di bawah titik beku, pada kelembaban relatif 15% - 20% untuk periode simpan lama. Sering terjadi dormansi (Schmidt, 2000).

Giberelin eksternal yang diberikan akan mengubah level giberelin internal yang terdapat dalam biji, level inilah yang merupakan faktor pemicu untuk terjadinya proses perkecambahan. Menurut Kamil (1982) bahwa asam giberelin didifusikan ke lapisan aleuron, dimana dibuat enzim-enzim hidrolitik (alfa amilase, protease, beta gluconase, fosfatase). Enzim-enzim hidrolitik kemudian berdifusi ke endosperm menjadi gula, asam-asam amino dan lain-lain. Zat-zat ini semua yang menjamin pertumbuhan dari embrio biji tersebut. Selanjutnya Wilkins (1989) menyatakan giberelin juga meningkatkan enzim proteinase yang

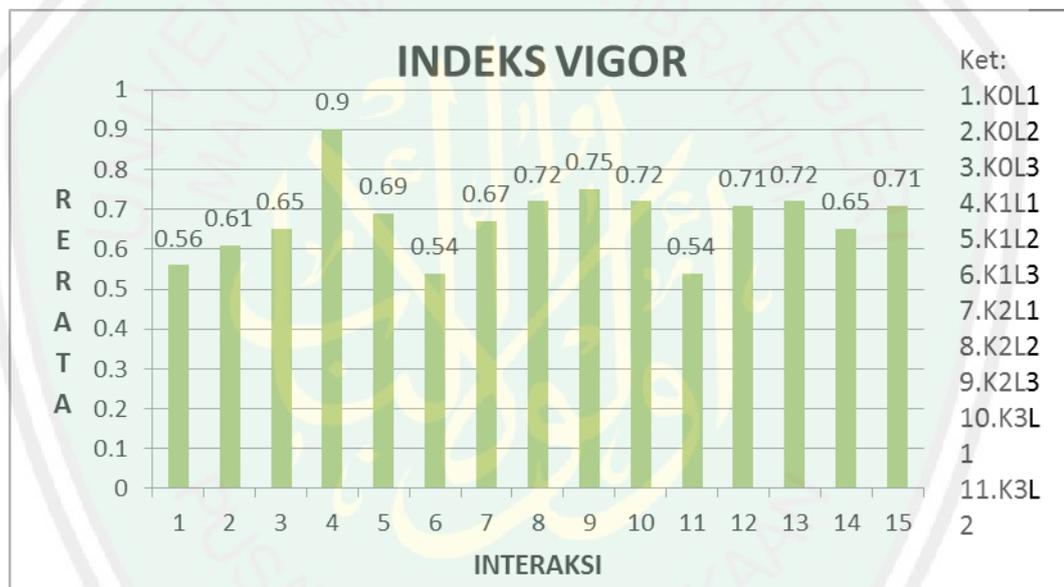
mengubah protein menjadi asam amino dan enzim lipase yang mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol yang larut.

Menurut Goldworthy dan Fisher (1996) bahwa dengan perubahan cadangan makanan menjadi zat-zat yang lebih mobil menyebabkan pengangkutan merata keseluruhan bagian embrio sehingga benih dapat berkecambah. Kusumo (1984) bahwa pembentukan enzim alfa amylase terjadi pada saat permulaan perkecambahan oleh giberelin internal. Jika giberelin internal berada dalam jumlah terbatas atau belum aktif maka proses perkecambahan akan berjalan lambat. Dengan adanya penambahan giberelin eksternal menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah giberelin di dalam benih, sehingga meningkatkan ketersediaan dan aktivitas enzim alfa amylase.

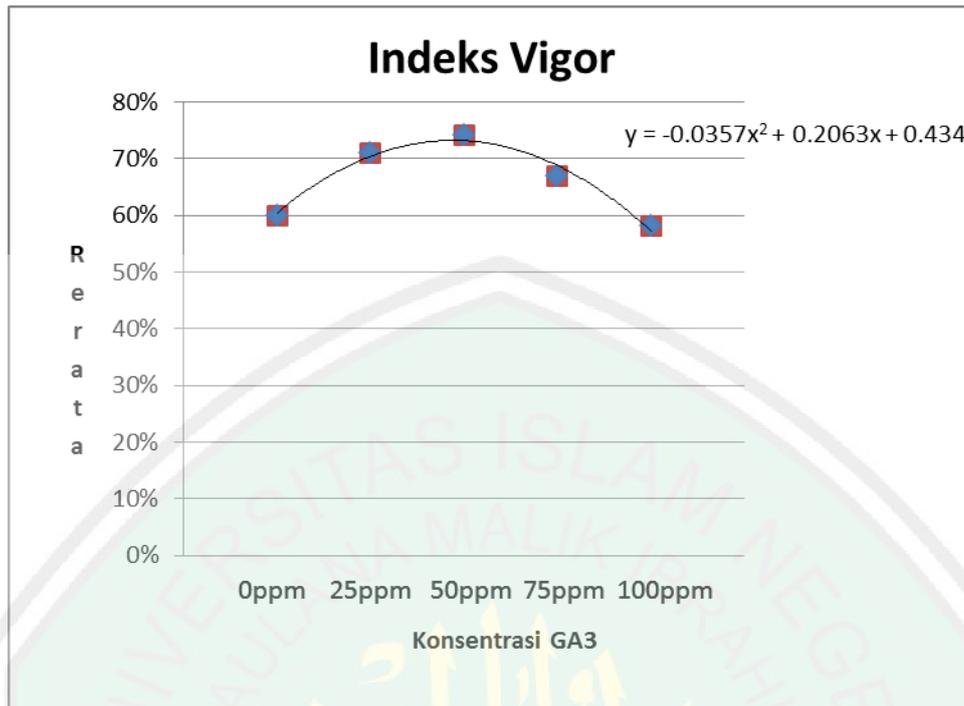
Menurut Harry dkk. (1990) bahwa proses imbibisi pada benih berguna untuk meningkatkan kandungan air benih dan mengaktifkan enzim. Setelah terjadi penyerapan air, maka enzim diaktivir, kemudian masuk ke dalam endosperm dan merombak zat cadangan makanan. Senyawa hasil perombakan tersebut larut dalam air dan dapat berdifusi. Bila proses imbibisi lambat maka alfa amylase kurang terbentuk yang dapat menyebabkan terhalangnya proses perombakan pati (amylase dan amilopektin) sehingga dapat mengakibatkan lambat terjadinya perkecambahan.

#### 4.1.2 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman $GA_3$ terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*).

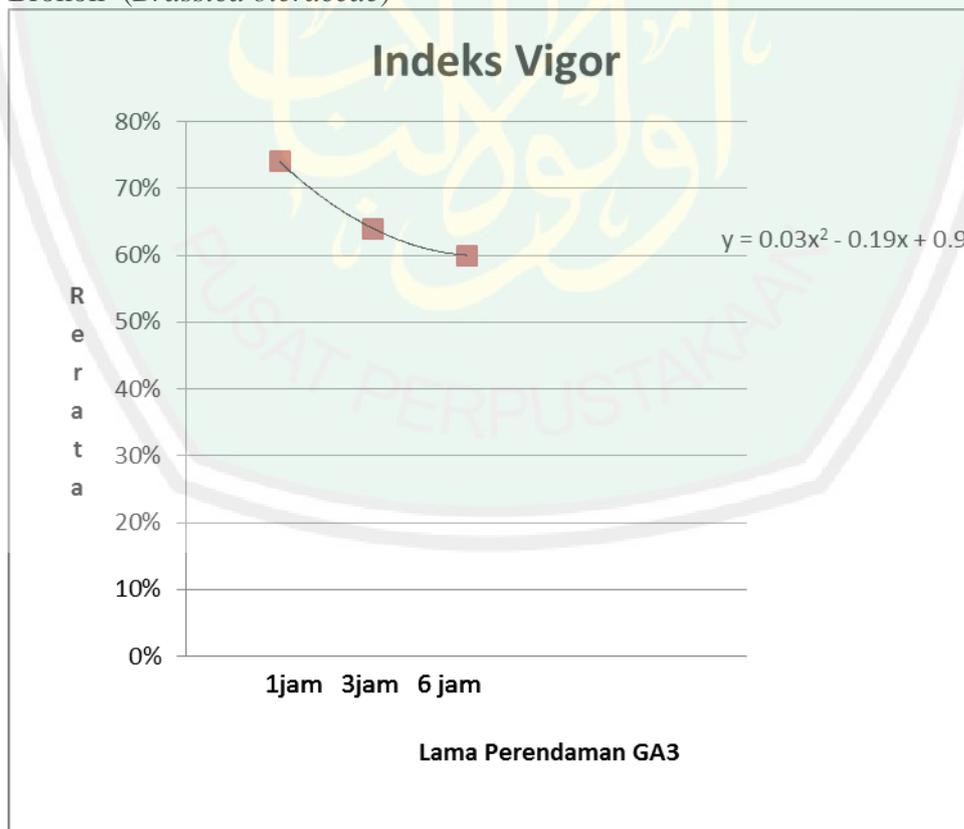
Data pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman  $GA_3$  terhadap indeks vigor benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) selengkapnya tersaji pada lampiran 1. Berikut adalah data visual (gambar 4.4) dan data dalam bentuk kurva tersaji pada (gambar 4.5 dan 4.6 ) serta ringkasan hasil analisis ANAVA satu jalur pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman  $GA_3$  terhadap indeks vigor benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) (tabel 4.3).



Gambar 4.4 Diagram Batang Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)



Gambar 4.5 Kurva Pengaruh Konsentrasi GA<sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)



Gambar 4.6 Kurva Pengaruh Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Tabel 4.3 Ringkasan Anava Interaksi Konsentrasi dan Pengaruh Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

SK	DB	JK	KT	Fhit	F5%
Konsentrasi	4	0.175	0.044	2.900*	2.840
Lama Perendaman	2	0,167	0,083	5.719*	4.08
Interaksi	8	0,182	0.023	7.825*	2.09
Galat	30	0.233	0.008		
Total	44	0.497			

Keterangan : \* = menunjukkan pengaruh  
ns = non signifikan/ tidak ada pengaruh

Berdasarkan tabel 4.3 uji Anava dengan taraf 5% diketahui nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ . Data ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap indeks vigor benih brokoli (*Brassica oleraceae*). Oleh karena terdapat pengaruh, maka perlu dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% untuk mengetahui perbedaan yang nyata dan tidak nyata. Berikut hasil uji DMRT 5% tersaji pada tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Hasil uji DMRT 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*).

Interaksi Perlakuan	Nilai (%)	Notasi UJD 0,05
0ppm + 1jam	56 %	abcd
0ppm + 3jam	61 %	bcde
0ppm + 6jam	65 %	bcdef
25ppm + 1jam	91 %	h
25ppm + 3jam	69 %	bcde
25ppm + 6jam	54 %	bc
50ppm + 1jam	82 %	gh
50ppm + 3jam	72 %	efg
50ppm + 6jam	68 %	cdefg
75ppm + 1jam	76 %	fg
75ppm + 3jam	54 %	abc
75ppm + 6jam	69 %	efg
100ppm + 1jam	68 %	bcdefg
100ppm + 3jam	62 %	bcdef
100ppm + 6jam	43 %	a

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

Berdasarkan hasil uji DMRT 0.05 diketahui bahwa pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap indeks vigor benih brokoli (*Brassica oleraceae*) menunjukkan nilai tinggi pada perlakuan interaksi konsentrasi 25 ppm GA<sub>3</sub> dengan lama perendaman 1 jam (K1L1).

Data diatas menunjukkan bahwa konsentrasi 25 ppm dengan lama perendaman 1 jam merupakan interaksi optimum yang berpengaruh terhadap indeks vigor benih brokoli (*Brassica oleraceae*). Hal ini diduga berhubungan dengan ukuran dan morfologi benih brokoli. Diketahui ukuran benih brokoli hanya 3-5 mm. Maka dengan itu tidak membutuhkan interaksi konsentrasi dan lama perendaman yang lebih tinggi untuk mampu meningkatkan indeks vigor benih brokoli (*Brassica oleraceae*).

Menurut Asra (2014) mengenai pengaruh GA<sub>3</sub> terhadap indeks vigor dan vigoritas *Calopogonium careuleum* menyatakan bahwa karna kulit *Calopogonium careuleum* yang tebal maka konsentrasi giberelin 200 ppm dengan lama perendaman 6 jam merupakan konsentrasi yang optimal dalam merangsang vigoritas biji *Calopogonium caeruleum*.

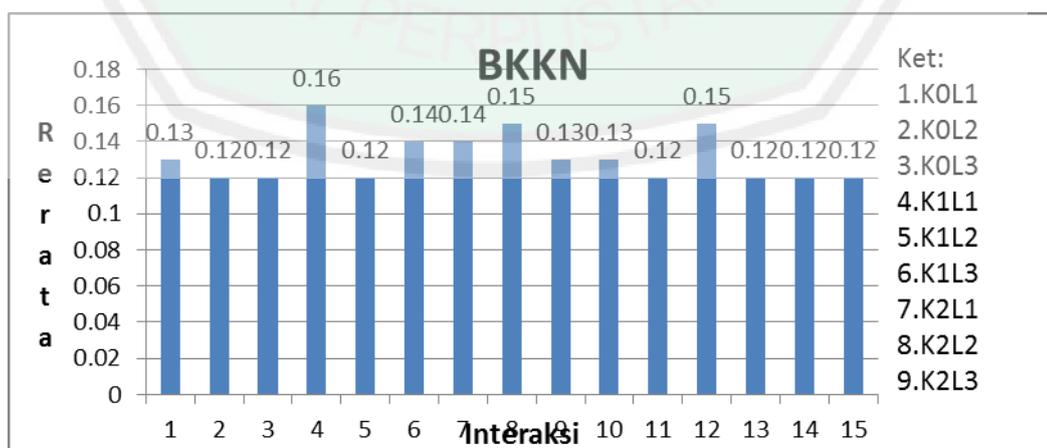
Menurut Abidin (1987) perendaman benih dalam larutan giberelin dapat menyebabkan terjadinya pelunakan kulit benih sehingga lebih permeable terhadap air dan oksigen. Hal ini akan memudahkan benih menyerap larutan giberelin, dengan masuknya giberelin ke dalam benih akan merangsang pembentukan enzim alfa amylase untuk mengubah pati menjadi gula.

Giberelin merupakan zat pengatur tumbuh yang sangat diperlukan pada proses perkecambahan (Kamil, 1979). Pada pertumbuhan vegetatif,

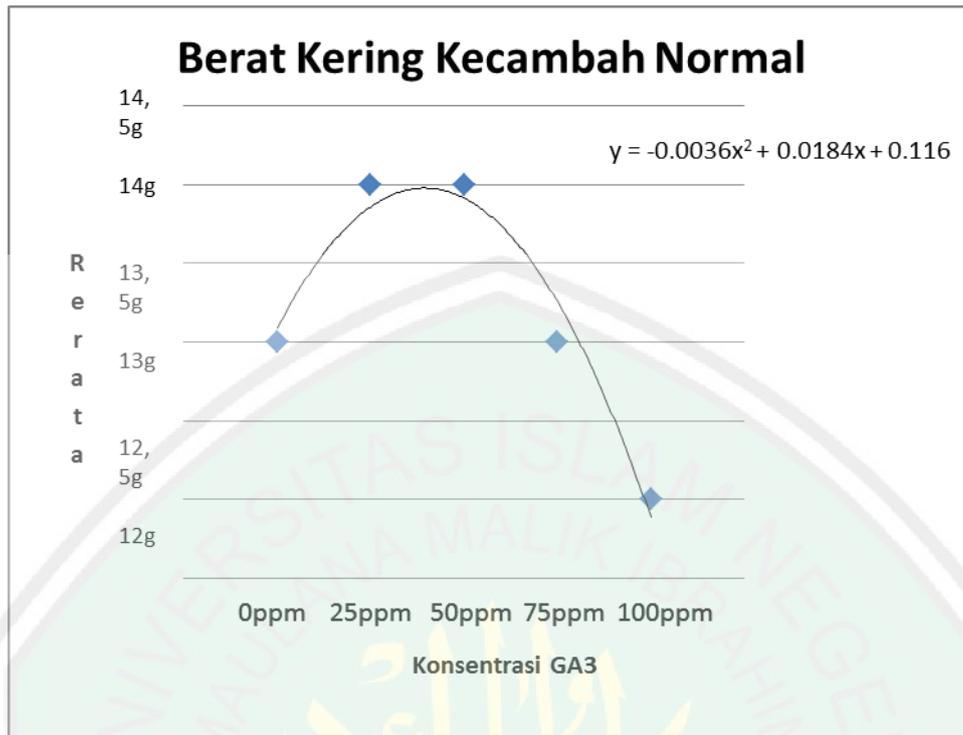
perkembangan tanaman tergantung pada pembelahan, pembesaran dan diferensiasi sel. Adapun pengaruh giberelin terhadap pertumbuhan vegetatif adalah merangsang aktivitas pembelahan sel pada daerah meristem batang dan kambium, disamping itu giberelin juga merangsang aktivitas pembesaran sel sehingga dapat mempercepat tumbuhnya batang dan daun pada tanaman (Kusumo, 1984).

#### 4.1.3 Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman $GA_3$ terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*).

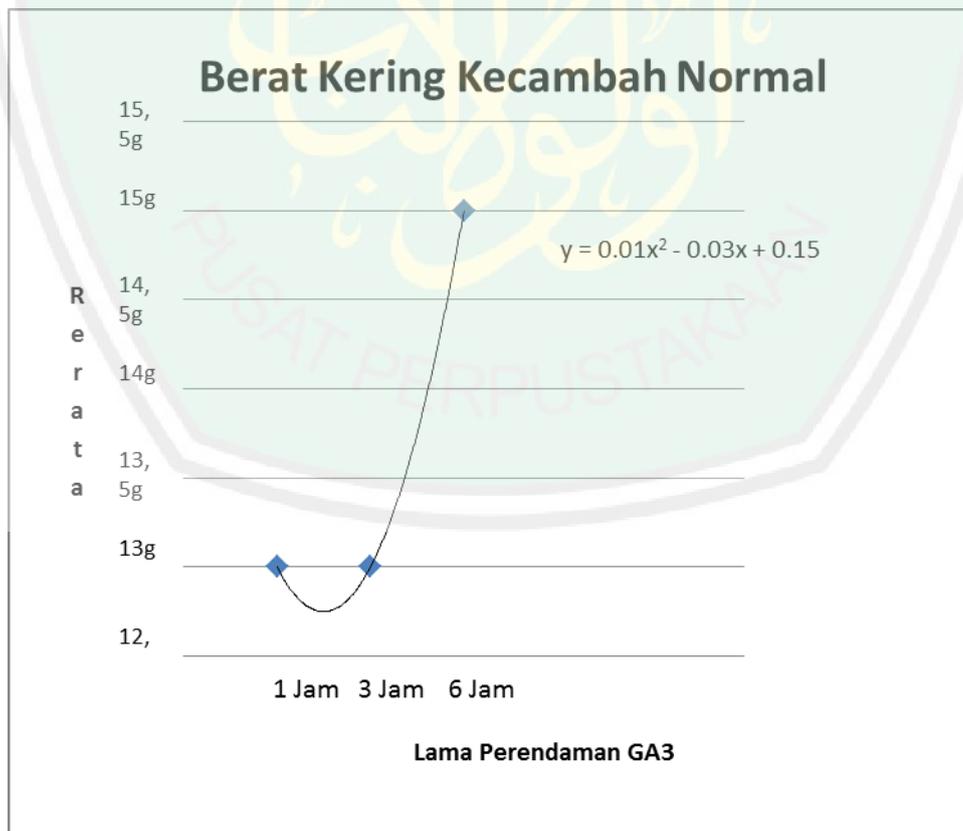
Data pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman  $GA_3$  terhadap berat kering kecambah normal benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) selengkapnya tersaji pada lampiran 1. Berikut adalah data visual (gambar 4.5) dan data dalam bentuk kurva tersaji pada (gambar 4.6) serta ringkasan hasil analisis ANAVA satu jalur pengaruh lama perendaman  $GA_3$  terhadap berat kering kecambah normal benih Brokoli (*Brassica oleraceae*) (tabel 4.5).



Gambar 4.7 Diagram Batang Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)



Gambar 4.8 Kurva Pengaruh Konsentrasi GA<sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)



Gambar 4.9 Kurva Pengaruh Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

Tabel 4.5 Ringkasan Anava Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap berat kering kecambah normal Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*)

SK	DB	JK	KT	Fhit	F5%
Konsentrasi	4	0.003	0.001	1.439 <sup>ns</sup>	2.84
Lama Perendaman	2	0.005	0.002	4.838*	4.08
Interaksi	8	0.003	0.000	3.15*	2.09
Galat	30	0.005	0.000		
Total	44	0.016	0.000		

Keterangan : \* = menunjukkan pengaruh  
ns = non signifikan/ tidak ada pengaruh

Berdasarkan tabel 4.5 uji Anava dengan taraf 5% diketahui nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ . Data ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap berat kering kecambah normal benih brokoli (*Brassica oleraceae*). Oleh karena terdapat pengaruh, maka perlu dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% untuk mengetahui perbedaan yang nyata dan tidak nyata. Berikut hasil uji DMRT 5% tersaji pada tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Hasil uji DMRT 5% Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal Benih Brokoli (*Brassica oleraceae*).

Interaksi Perlakuan	Nilai (gram )	Notasi UJD 0,05
0ppm + 1jam	0.58	abcd
0ppm + 3jam	0.64	bcde
0ppm + 6jam	0.66	bcdef
25ppm + 1jam	0.86	h
25ppm + 3jam	0.71	bcde
25ppm + 6jam	0.54	bc
50ppm + 1jam	0.71	gh
50ppm + 3jam	0.78	efg
50ppm + 6jam	0.72	cdefg
75ppm + 1jam	0.71	fg
75ppm + 3jam	0.55	abc
75ppm + 6jam	0.71	efg
100ppm + 1jam	0.65	bcdefg
100ppm + 3jam	0.65	bcdef
100ppm + 6jam	0.58	a

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

Berdasarkan hasil uji DMRT 0.05 diketahui bahwa pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman GA<sub>3</sub> terhadap berat kering kecambah normal benih brokoli (*Brassica oleraceae*) menunjukkan nilai tinggi pada perlakuan interaksi konsentrasi 25 ppm GA<sub>3</sub> dengan lama perendaman 1 jam (K1L1).

Data diatas menunjukkan bahwa konsentrasi 25 ppm dan lama perendaman 1 jam merupakan interaksi optimum yang berpengaruh terhadap berat kering kecambah normal benih brokoli (*Brassica oleraceae*). Hal ini diduga berhubungan dengan ukuran dan morfologi benih brokoli. Diketahui ukuran benih brokoli hanya 3- 5 mm. Maka dengan itu tidak membutuhkan interaksi konsentrasi dan lama perendaman yang lebih tinggi untuk mampu meningkatkan berat kering kecambah normal benih brokoli (*Brassica oleraceae*).

#### 4.2 Perlakuan terhadap Benih Brokoli dalam Perspektif Al-Qur'an

Al-Qur'an telah menjelaskan banyak makanan/minuman yang bermanfaat bagi manusia, seperti yang terlansir dalam ayat Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 168 yang berbunyi

يَأْتِيهَا النَّاسُ كُلُّوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوتِ الشَّيْطَانِ

إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ

168. Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu.

Dewasa ini, telah banyak melakukan penelitian-penelitian yang menunjukkan bahwa memakan makanan berupa sayuran lebih menyehatkan. Salah satu sayuran yang juga banyak manfaatnya dan telah diuji-cobakan yaitu tanaman brokoli.

Dilihat dari komposisinya, kandungan gizi pada brokoli setiap 100 gramnya meliputi: Kalori (23,0 cal), Protein (3,5 gr), Lemak (0,2 gr), Karbohidrat (2,0 gr), Serat (- gr), Abu (- gr), Kalsium (78,0 mg), Fosfor (74,0 mg) Zat besi (1,0 mg), Natrium (40,0 mg), Kalium (360,0 mg) Niacin (0,6 mg), Vitamin A (3800,0 S.I), Vitamin B1 (0,1 mg), Vitamin B2 (0,1 mg) Vitamin C (110,0 mg), dan Air (90,0 gr) (Direktorat Gizi Dep. Kes. R. I., 1981).

Segala keperluan manusia di Bumi ini telah disediakan oleh Allah, dan segalanya telah ditundukkan oleh Allah untuk manusia. Manusia dipilih oleh Allah sebagai penduduk Bumi, tiada lain adalah sebagai khalifah. Hal ini ditegaskan dalam surah Al-Baqarah ayat 30 yang berbunyi:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۗ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن

يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا

تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾

30. ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada Para Malaikat: "Sesungguhnya aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi." mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, Padahal Kami Senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui."

Manusia sebagai khalifah disini diperintahkan untuk menjaga kelestarian ssalam, dan menjadikan tumbuhan di muka bumi ini menjadi bahan makanan, yaitu makanan yang halal lagi baik, dari segi syariat islam maupun dari segi kesehatan yang dapat dicerna oleh akal.

Brokoli merupakan salah satu makanan dari tumbuhan yaitu sayuran yang sangat banyak manfaatnya untuk kesehatan tubuh, sehingga dari benihnya saja manusia harus bias memikirkan bagaimana untuk menjadikan benihnya baik sampai menjadi tumbuhan dan dapat dikonsumsi oleh manusia itu sendiri.

Sebagaimana ayat Q.S Ali-Imran; 190 yang menegaskan bahwa manusia harusnya memikirkan penciptaan yang ada di langit dan bumi serta cara menjaga dan melestarikannya, yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ



190. Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal,

Dengan dijadikannya manusia sebagai khalifah, maka manusia hidup di Bumi memiliki tugas dan amanah, dimana menjadi khalifah merupakan bentuk pengabdian manusia kepada Allah. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan selalu beraktivitas yang berorientasi pada ibadah dan tentu salah satunya dengan cara memakmurkan bumi.

Memakmurkan bumi di sini dapat diartikan sebagai menjadikan bumi banyak ditumbuhi oleh tumbuh-tumbuhan yang bermanfaat, baik untuk dimakan maupun dijadikan barang lain yang bermanfaat untuk manusia itu sendiri, karena Allah telah memberikan akal kepada manusia untuk memanfaatkan sebaik-baiknya ciptaan-Nya yang ada di bumi.

Memikirkan cara agar viabilitas benih brokoli ini dapat diperbaiki akibat lama penyimpanan adalah salah satu cara menggunakan akal yang telah diberikan oleh Allah dan sekaligus memakmurkan bumi dengan cara menanam brokoli untuk dijadikan makanan yang bermanfaat untuk tubuh.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat pengaruh konsentrasi Gibberelin ( $GA_3$ ) terhadap parameter viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*) yaitu daya berkecambah dan indeks vigor sedang pada berat kering kecambah normal tidak terdapat pengaruh. Konsentrasi  $GA_3$  terbaik terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*) adalah konsentrasi 25ppm.
2. Terdapat pengaruh lama perendaman Gibberelin ( $GA_3$ ) terhadap parameter viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*) yaitu berat kering kecambah normal dan indeks vigor sedang pada daya berkecambah tidak terdapat pengaruh. Lama perendaman  $GA_3$  terbaik terhadap viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*) adalah lama perendaman 1jam.
3. Terdapat pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman Gibberelin ( $GA_3$ ) terhadap semua parameter viabilitas benih brokoli (*Brassica oleraceae*) yaitu berat kering kecambah normal , indeks vigor dan daya berkecambah. Interaksi konsentrasi dan lama perendaman yang terbaik terdapat pengaruh terdapat pada interaksi konsentrasi 25ppm dengan lama perendaman 1 jam (K1L1)

## 5.2 Saran

1. Interaksi konsentrasi 25ppm dengan lama perendaman 1 jam merupakan perlakuan yang optimal untuk meningkatkan viabilitas benih brokoli, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui konsentrasi dan lama perendaman yang lebih efisien.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1983. *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Bandung: ITB
- Basra, S.M.A., M. Farooq and A. Khaliq, 2003. Comparative study of presowing seed enhancement treatments in indica rice (*Oryza sativa* L.). *Pakistan Journal of Life Soc. Sci.*, 1: 5–9
- Byrd, H.W. 1968. *Pedoman Teknologi Benih* (diterjemahkan dari: *Seed Technology Handbook*, penerjemah: E. Hamidin). Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran.
- Cahyono, B. 2001. *Kubis Bunga dan Broccoli*. Yogyakarta: Kanisius.
- Copeland, L. O and M. B. Mc Donald. 1985. *Principles of Seed Science of Technology*. Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Company.
- Dalimartha, S.2000. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*, jilid 2, Puspa Swara, Jakarta.
- Dewi, D.C.2008. *Rahasia di Balik Makanan Haram*. Malang: Uin Malang Press.
- Falatin, A. 2006. *Pengaruh Giberelin (GA3) terhadap Viabilitas, Lama Waktu Perkecambahan dan Kecepatan Perkecambahan Biji Salak (Salacca edulis Reinw)*. Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Airlangga Surabaya. (pdf diakses pada 30 Nopember 2015)
- Fatimah, S. 1993. *Pengaruh Pemberian GA3 terhadap laju Respirasi dan Kadar Glukosa pada Biji Kacang Hijau (Vigna Radiata)*. Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Brawijaya Malang. (pdf diakses pada 30 Nopember 2015)
- Fatimah. 2006. *Peran Hormon Giberelin dalam Pemecahan Dormansi Biji Jati (Tectona grandis Linn. F)*. Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Airlangga Surabaya. [http: /Top / Unair Research / Exacta / Mathematics and Natural Science / 2004 / gdlhub-gdl-res-2006-fatimah-286](http://Top/UnairResearch/Exacta/MathematicsandNaturalScience/2004/gdlhub-gdl-res-2006-fatimah-286) (pdf diakses pada 30 Nopember 2015)
- Harris, D., A. Rashid, P.A. Hollington, L. Jasi, and C. Riches. 2004. Prospects of improving maize yields with "on-farm seed priming". p. 180–185. In N.P. Rajbhandari, J.J. Ranson, K. Adhikari, and A.F.E. Palmer (ed.) *Sustainable maize production systems for Nepal*. NARC and CIMMYT, Kathmandu, Nepal.

- Heydecker, W., J. Higgins, and R.L. Gulliver. 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature* 246:42–46.
- Husna, I. 2008. Pengaruh Suhu Penyimpanan Dan Pengemasan Terhadap Kesegaran Brokoli (*Brassica oleraceae* L var. Royal green ). *Skripsi tidak dipublikasikan. jurusan biologi fakultas sains dan teknologi universitas islam negeri (uin) malang* (pdf diakses pada 22 Nopember 2015)
- Justice, O. L. dan L. N. Bass. 2002. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. (terjemahan). Cetakan ke-3. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 446 hal.
- Kamil, J. 1987. *Teknologi Benih*. Padang : Aksara Raya.
- Kartasapoetra, A.G. 2003. *Teknologi Benih – Pengolahan Benih dan Tuntunan Praktikum*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Khan, A.A., J.D. Maguire, G.S. Abawi dan S. Illas, 1992. Matricconditioning of vegetable seed to improve stand establishment in early field planting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117: 41–7.
- Kubik, K.K., J.A. Eastin, J.D. Eastin and K.M. Eskridge, 1989. Solid matrix priming of tomato and pepper. *Proc. Intl. Conf. Stand Establishment for Hort. Crops*, p. 86.
- Kuswanto, H. 1996. *Dasar-Dasar Teknologi Produksi dan Sertifikasi Benih*. Andi Offset : Yogyakarta.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada
- Lutfita, D.R. 2012. *Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid Total Dan Aktivitas Antioksidan Brokoli (Brassica Oleracea L. Cv. Group Broccoli)*. Skripsi tidak diterbitkan. Program Studi Farmasi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Bandung (pdf diakses pada 30 Nopember 2015)
- Mugnisjah,W.Q., Setiawan. A., Susanto dan C. Santiwa, 1994. *Panduan Praktikum dan Penelitian Bidang Ilmu dan Teknologi Benih*. PT Raja Grafindo, Jakarta.
- Pammenter, N.W. and Berjak P., 2000. Aspect of recalcitrant seed physio-logy. *R. Brass Fisiol. Veg.* 12: 56– 69

- Permatasari, A. 2013. *Viabilitas Benih Mentimun (Cucumis sativus L.) Pada Kondisi Optimum dan Suboptimum Setelah Diberi Perlakuan Invigorasi*. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian IPB. (pdf diakses pada 20 Nopember 2015)
- Ramiro, M.C., F.P. Garcia, I. Aguinagaide. 1995. Effect of different seed storage condition on germination and izozyme activity in some Brassica spesies. *Annals of Botany*. 75 (6): 579- 585.
- Rudrapal, D., and S. Nakamura, 1988. The effect of hydration- dehydration pretreatment on egg plant and radish seed viability and vigour. *Seed Sci. Technol.*, 16: 123–30
- Rusmin, D. 2014. Pengaruh suhu dan media perkecambahan terhadap viabilitas dan vigor benih purwoceng untuk menentukan metode pengujian benih. Bogor: *Bul. Litro Volume 25. Nomor 1. Mei 2014* (pdf diakses pada 25 Nopember 2015)
- Rukmana, R. 1995. *Budidaya Kubis Bunga Dan Broccoli*. Kanisus. Yogyakarta
- Rukmana, R. 1994. *Budidaya Kubis Bunga Dan Broccoli*. Kanisus. Yogyakarta
- Rusmin, D. 2007. Peningkatkan Viabilitas Benih Jambu Mete (*Anacardium occidentale L.*) Melalui Invigorasi. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.
- Sadjad, S. 1993. *Dari Benih Kepada Benih*. PT Grasindo : Jakarta.
- Sadjad, S., 1994. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. PT Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Suena, W. 2005. Modul I Teknologi Benih.pdf hal 1-35
- Sutopo, L. 1988. *Teknologi Benih*. CV Rajawali : Jakarta.
- Sutopo, L., 2002. *Teknologi Benih*. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Utomo, B. 2006. *Karya Ilmiah Ekologi Benih*. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Van D.V, H.A.M.1993. *Brassica oleracea L. cv. groups Caulliflower & Broccoli in JS*. Siemonsma and K. Piluek (editors). *Plant Resources of South-East Asia No.8 Vegetables. Pudoc Scientific Published*, Wageningen, The Netherlands.
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir Al-Mishbah; Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran Volume 7*. Jakarta: Lentera Hati

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Hasil SPSS

#### 1. Persentase Daya Berkecambah

IN	%	Rerata												
K0L1	58	58%	K1L1	84	82%	K2L1	72	68%	K3L1	80	73%	K4L1	64	71%
	52			76			66			70			80	
	66			88			68			70			70	
K0L2	70	62%	K1L2	74	71%	K2L2	78	74%	K3L2	56	55%	K4L2	74	65%
	72			74			78			56			62	
	44			66			66			54			60	
K0L3	78	66%	K1L3	42	54%	K2L3	70	72%	K3L3	78	71%	K4L3	66	72%
	68			64			68			68			80	
	52			58			80			68			70	

Keterangan : IN = Interaksi  
 K0= Konsentrasi 0ppm GA<sub>3</sub>  
 K1= Konsentrasi 25ppm GA<sub>3</sub>  
 K2= Konsentrasi 50ppm GA<sub>3</sub>  
 K3= Konsentrasi 75ppm GA<sub>3</sub>

K4= Konsentrasi 100ppm GA<sub>3</sub>  
 L1= Lama Perendaman 1 Jam  
 L2= Lama Perendaman 3 Jam  
 L3= Lama Perendaman 6 Jam

## 2. Persentase Indeks Vigor

IN	%	Rerata												
K0L1	54	56%	K1L1	82	90%	K2L1	68	67%	K3L1	78	72%	K4L1	64	72%
	50			76			66			68			80	
	64			86			68			70			72	
K0L2	70	61%	K1L2	72	69%	K2L2	74	72%	K3L2	56	54%	K4L2	74	65%
	70			74			78			54			62	
	44			62			66			54			6	
K0L3	78	65%	K1L3	42	54%	K2L3	68	75%	K3L3	78	71%	K4L3	64	71%
	68			64			66			68			80	
	50			56			92			68			70	

Keterangan : IN = Interaksi

K0= Konsentrasi 0ppm GA<sub>3</sub>

K1= Konsentrasi 25ppm GA<sub>3</sub>

K2= Konsentrasi 50ppm GA<sub>3</sub>

K3= Konsentrasi 75ppm GA<sub>3</sub>

K4= Konsentrasi 100ppm GA<sub>3</sub>

L1= Lama Perendaman 1 Jam

L2= Lama Perendaman 3 Jam

L3= Lama Perendaman 6 Jam

### 3. Data pengamatan Berat Kering Kecambah Normal

IN	G	Rerata												
K0L1	0.12	0.13	K1L1	0.16	0.16	K2L1	0.15	0.14	K3L1	0.13	0.13	K4L1	0.13	0.12
	0.12			0.16			0.14			0.15			0.13	
	0.15			0.16			0.14			0.13			0.12	
K0L2	0.12	0.12	K1L2	0.11	0.12	K2L2	0.16	0.15	K3L2	0.14	0.12	K4L2	0.11	0.12
	0.11			0.12			0.15			0.13			0.13	
	0.13			0.15			0.16			0.11			0.14	
K0L3	0.12	0.12	K1L3	0.13	0.14	K2L3	0.13	0.13	K3L3	0.14	0.15	K4L3	0.11	0.12
	0.12			0.16			0.13			0.16			0.14	
	0.13			0.13			0.15			0.15			0.12	

Keterangan : IN = Interaksi

K0=Konsentrasi 0ppm GA<sub>3</sub>

K1= Konsentrasi 25ppm GA<sub>3</sub>

K2= Konsentrasi 50ppm GA<sub>3</sub>

K3= Konsentrasi 75ppm GA<sub>3</sub>

K4= Konsentrasi 100ppm GA<sub>3</sub>

L1= Lama Perendaman 1 Jam

L2= Lama Perendaman 3 Jam

L3= Lama Perendaman 6 Jam

#### 4. Pengaruh Konsetrasi $GA_3$ terhadap Daya Berkecambah

##### 4.1 Hasil ANAVA 5%

### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.107	4	.027	3.309*	.020
Within Groups	.323	40	.008		
Total	.429	44			

Keterangan: \* : ada pengaruh

##### 4.2 Hasil DMRT 5%

### Hasil

Duncan

Konsentra si $GA_3$	N	Subset for alpha = 0.05	
		A	B
0	9	.6289	
4	9	.6300	
3	9	.6589	
1	9	.7089	.7089
2	9		.7544
Sig.		.091	.288

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

## 5. Pengaruh Konsetrasi GA<sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor

### 5.1 Hasil ANAVA 5%

#### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.175	4	.044	2.900*	.034
Within Groups	.604	40	.015		
Total	.779	44			

Keterangan: \* : ada pengaruh

### 5.2 Hasil DMRT 5%

#### Hasil

Duncan

Konsentrasi Ga <sub>3</sub>	N	Subset for alpha = 0.05		
		A	B	C
4	9	.5800		
0	9	.6089	.6089	
3	9	.6756	.6756	.6756
1	9		.7167	.7167
2	9			.7444
Sig.		.127	.085	.270

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

6. Pengaruh Konsetrasi GA<sub>3</sub> terhadap Berat Kering Kecambah Normal

## 6.1 Hasil ANAVA 5%

**ANOVA**

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.003	4	.001	1.439	.239
Within Groups	.021	40	.001		
Total	.024	44			

Keterangan: \* : ada pengaruh

7. Pengaruh Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Daya Berkecambah

## 7.1 Hasil ANAVA 5%

**ANOVA**

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.044	2	.022	2.381	.105
Within Groups	.386	42	.009		
Total	.429	44			

Keterangan: \* : ada pengaruh

8. Pengaruh Lama Perendaman GA<sub>3</sub> terhadap Indeks Vigor

## 8.1 Hasil ANAVA 5%

**ANOVA**

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.167	2	.083	5.719*	.006
Within Groups	.613	42	.015		
Total	.779	44			

Keterangan: \* : ada pengaruh

## 8.2 Hasil DMRT 5%

**Hasil**

Duncan

Lama perendaman	N	Subset for alpha = 0.05	
		A	B
2	15	.6053	
2	15	.6413	
1	15		.7487
Sig.		.419	1.000

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

## 9. Pengaruh Lama Perendaman $GA_3$ terhadap Berat Kering Kecambah Normal

### 9.1 Hasil ANAVA 5%

#### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.005	2	.002	4.838*	.013
Within Groups	.020	42	.000		
Total	.024	44			

Keterangan: \* : ada pengaruh

### 9.2 Hasil DMRT 5%

#### Hasil

Duncan

Lama perendaman	N	Subset for alpha = .05	
		A	B
2	15	.1300	
2	15	.1313	
1	15		.1520
Sig.		.867	1.000

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

10. Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Daya Berkecambah  
 10.1 Hasil ANAVA 5%

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.335 <sup>a</sup>	14	.024	7.592	.000
Intercept	20.577	1	20.577	6.530E3	.000
IN	.335	14	.024	7.592*	.000
Error	.095	30	.003		
Total	21.007	45			
Corrected Total	.429	44			

Keterangan: \* : ada pengaruh

## 10.2 Hasil DMRT 5%

**Hasil**

## Duncan

interaksi	N	Subset					
		A	B	C	D	E	F
6	3	.5467					
11	3	.5533	.5533				
15	3	.5800	.5800	.5800			
1	3	.5867	.5867	.5867			
2	3	.6400	.6400	.6400	.6400		
14	3		.6533	.6533	.6533		
13	3		.6567	.6567	.6567		
3	3			.6600	.6600		
10	3				.7100	.7100	
12	3				.7133	.7133	
5	3				.7133	.7133	
9	3				.7233	.7233	
8	3					.7667	
7	3					.7733	.7733
4	3						.8667
Sig.		.077	.054	.134	.127	.235	.051

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

11. Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Indeks Vigor  
11.1 Hasil ANAVA 5%

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.612 <sup>a</sup>	14	.044	7.825	.000
Intercept	19.907	1	19.907	3.565E3	.000
IN	.612	14	.044	7.825*	.000
Error	.168	30	.006		
Total	20.686	45			
Corrected Total	.779	44			

Keterangan: \* : ada pengaruh

## 11.2 Hasil DMRT 5%

**Hasil**

Duncan

interaksi	N	Subset							
		A	B	C	D	E	F	G	H
15	3	.4333							
6	3	.5400	.5400						
11	3	.5467	.5467	.5467					
1	3	.5600	.5600	.5600	.5600				
2	3		.6133	.6133	.6133	.6133			
14	3		.6267	.6267	.6267	.6267	.6267		
3	3		.6533	.6533	.6533	.6533	.6533		
13	3		.6800	.6800	.6800	.6800	.6800	.6800	
9	3			.6867	.6867	.6867	.6867	.6867	
5	3				.6933	.6933	.6933	.6933	
12	3					.7133	.7133	.7133	
8	3					.7267	.7267	.7267	
10	3						.7667	.7667	
7	3							.8200	.8200
4	3								.9167
Sig.		.066	.053	.053	.065	.119	.055	.053	.124

Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

12. Pengaruh Interaksi Konsentrasi dan Lama Perendaman  $GA_3$  terhadap Berat Kering Kecambah Normal  
 12.1 Hasil ANAVA 5%

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Hasil

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	.873 <sup>a</sup>	15	.058	315.566	.000
IN	.873	15	.058	315.566	.000
Error	.006	30	.000		
Total	.879	45			

Keterangan: \* : ada pengaruh

## 12.2 Hasil DMRT 5%

**Hasil**

## Duncan

interaksi	N	Subset			
		A	B	C	D
2	3	.1200			
5	3	.1200			
15	3	.1233			
3	3	.1233			
6	3	.1233			
11	3	.1267	.1267		
13	3	.1267	.1267		
14	3	.1267	.1267		
9	3	.1367	.1367	.1367	
10	3	.1367	.1367	.1367	
7	3	.1433	.1433	.1433	
12	3		.1500	.1500	
1	3			.1533	
8	3			.1567	
4	3				.2000
Sig.		.084	.076	.122	1.000

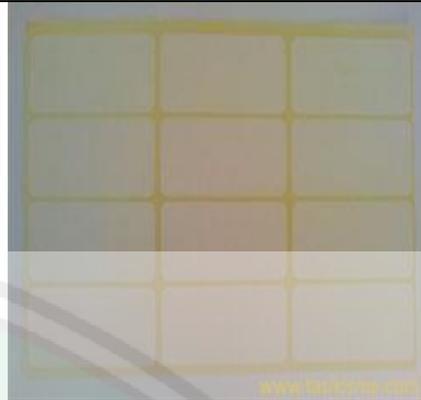
Keterangan; Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (DMRT 0,05)

Lampiran 2 Dokumentasi





Kertas merang



Kertas label



Plastik klip



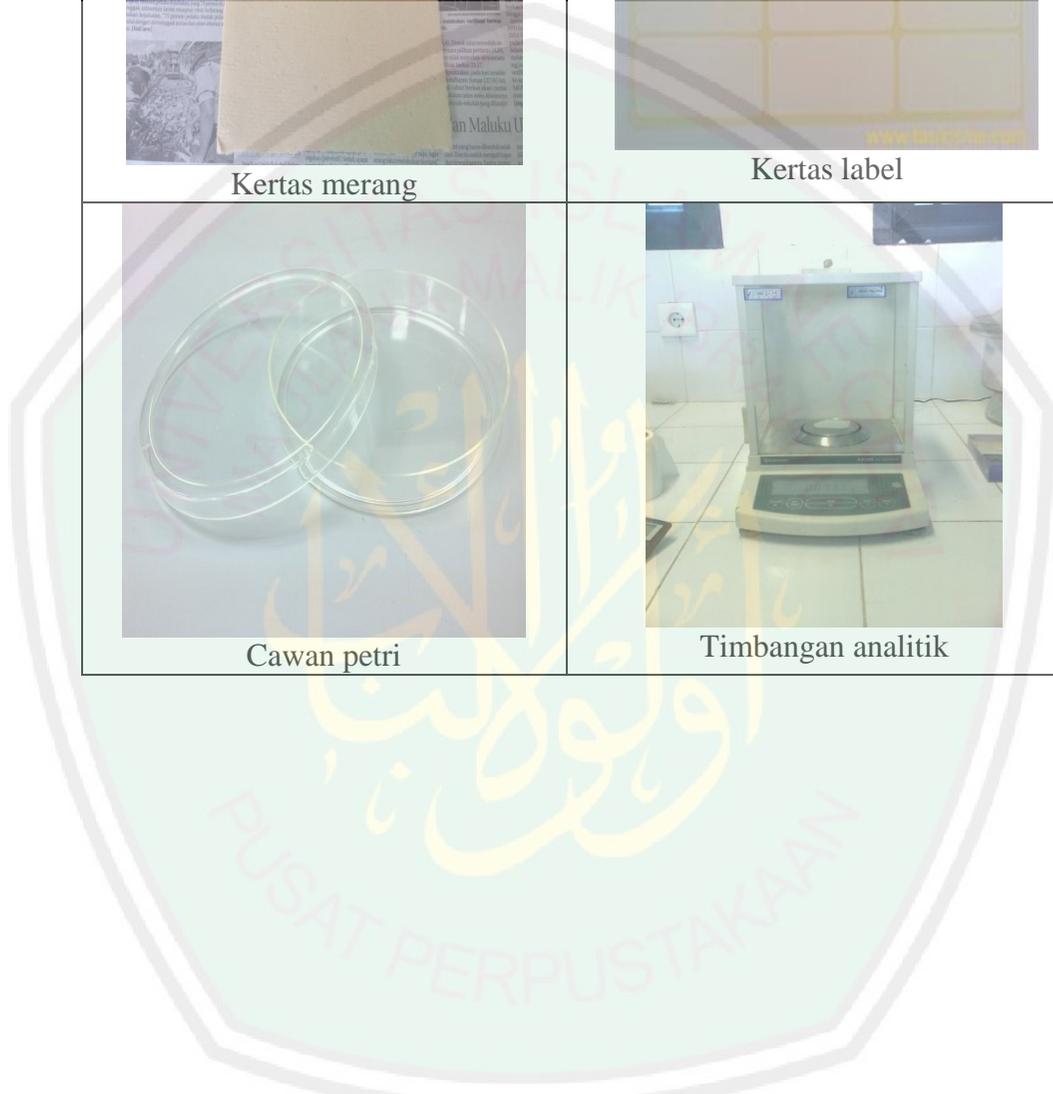
Cawan petri



Timbangan analitik



Botol bekas





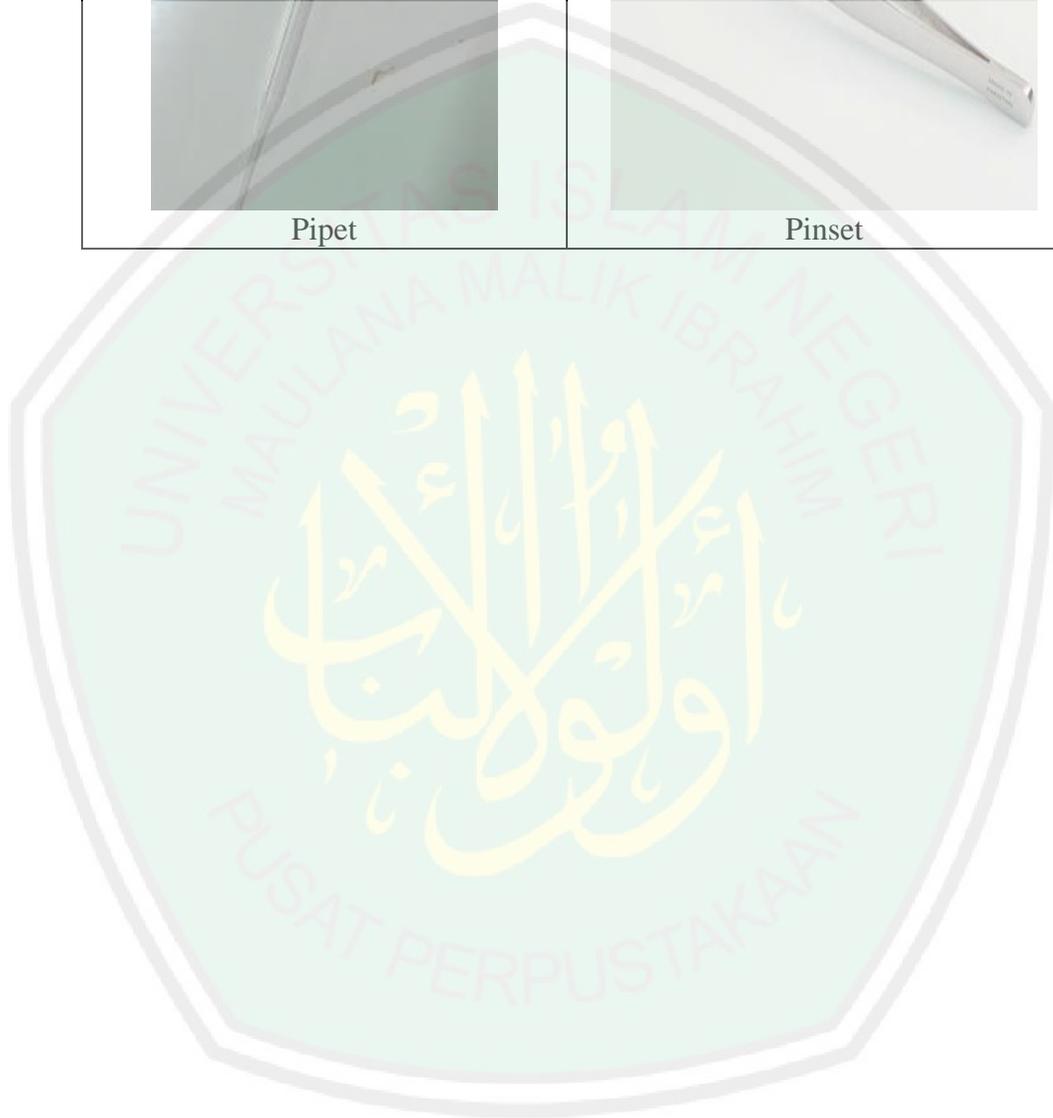
Pipet



Pinset



Gelas ukur



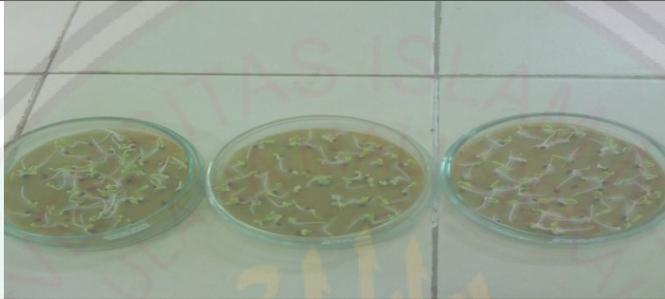
UNIVERSITY OF MALANG  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



K0L1 ; K0L2 ; K0L3 (1)



K1L1 ; K1L2 ; K1L3 (1)



K2L1 ; K2L2 ; K2L3 (1)



K3L1 ; K3L2 ; K3L3 (1)



K4L1 ; K4L2 ; K4L3 (1)

