

**PENGARUH PAPARAN BUNYI "GARENGPUNG" (*Dundubia manifera*)  
TERMANIPULASI PEAK FREQUENCY 3500Hz TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS  
TANAMAN PADI (*Oryza sativa*)**

**TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh :  
Azwar Anas  
14306144011

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2018**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

### PENGARUH PAPARAN BUNYI "GARENGPUNG" (*Dundubia manifera*) TERMANIPULASI PEAK FREQUENCY 3500 Hz TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa*)



Pembimbing

Nur Kadarisman, M.Si

NIP. 19640205 199101 1 001

Ketua Prodi

Nur Kadarisman, M.Si

NIP. 19640205 199101 1 001

## **SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Azwar Anas

NIM : 1406144011

Program Studi : Fisika

Judul Penelitian : **Pengaruh Sumber Bunyi “Garengpung” (*Dundubia manifera*) Termanipulasi Pada Peak Frekuensi 3500 Hz Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Padi (*Oryza sativa*).**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini benar-benar hasil penelitian dan karya saya sendiri, serta sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau telah dipergunakan dan diterima sebagai persyaratan penyelasaian studi pada universitas ini, kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Apabila terbukti pernyataaan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 04 Maret 2018

Yang menyatakan.

Azwar Anas

NIM. 14306144011

## **HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir Skripsi

### **PENGARUH PAPARAN BUNYI "GARENGPUNG" (*DUNDUBIA MANIFERA*) TERMANIPULASI PEAK FREQUENCY 3500 HZ TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI (*ORYZA SATIVA*)**

Disusun Oleh  
Azwar Anas  
14306144011

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi  
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri  
Yogyakarta

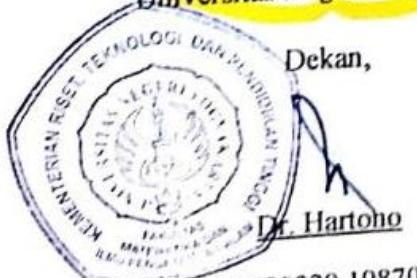
Pada tanggal 19 Juli 2018

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Nur Kadarisman, M.Si 19640205 1991011 001	Ketua Penguji		24/07/2018
Dyah Kurniawati A., M.Si 19830812 2014042 001	Sekretaris Penguji		24/07/2018
Dr. Supardi 19711015 1998121 001	Penguji Utama		24/07/2018

Yogyakarta, 24 Juli 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta



## **MOTTO**

**Karena aku malas maka aku kerjakan**

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

*Penulis mempersembahkan karya ini untuk :*

*Ibu Ibu Ibu dan Ayah yang tak pernah patah semangat dan selalu sabar mendidik  
dan membeskanku,*

*Kakak dan Adikku yang selalu mengingatkan jikala melakukan kesalahan,*

*Sahabat Tercinta Kolega Fisika 2014 terkhusus SIKAE,*

*Saudara sehidup semati Graff Family*

*Rumah kedua Himaifi,*

*Kelompok Penelitian ABH yang selalu membantuku yang tidak bisa apa – apa,*

*dan Ratika Nur Jasmin yang rela menemani diwaktu senang maupun susah*

**PENGARUH PAPARAN BUNYI "GARENGPUNG" (*Dundubia manifera*)  
TERMANIPULASI PEAK FREQUENCY 3500 Hz TERHADAP  
PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS  
TANAMAN PADI (*Oryza sativa*)**

**Oleh:**  
**Azwar Anas**  
**14306144011**

**ABSTRAK**

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) dengan manipulasi perubahan *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap luas bukaan stomata daun, pertumbuhan, dan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*) dan menentukan pengaruh kuat lemah bunyi terhadap produktivitas tanaman padi.

Penelitian ini menggunakan dua lahan sawah, yaitu lahan eksperimen sebagai lahan yang diberi perlakuan bunyi dan lahan kontrol yang tidak diberikan perlakuan bunyi. Pemaparan bunyi menggunakan suara serangga “garengpung” (*Dundubia manifera*) yang termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz, kemudian untuk validasi frekuensi dilakukan analisis spektrum sinyal menggunakan program *Octave 4.21*. Pengambilan data dalam penelitian ini meliputi luas bukaan stomata yang diamati menggunakan mikroskop cahaya dan diukur menggunakan *Image Raster 3.0*. Pertumbuhan tanaman padi (tinggi, diameter, jumlah batang dan jumlah batang yang keluar biji), produksivitas tanaman padi berupa berat kotor diukur menggunakan neraca dan dianalisis menggunakan *Origin 6.1* dan *Microsoft Excel 2013*, dan Taraf intensitas bunyi diukur dengan menggunakan *sound level meter*.

Dari penelitian ini, didapatkan hasil bahwa bukaan stomata lebih besar saat diberi pemaparan bunyi. Luas bukaan stomata sebelum dipaparkan, sesaat dipaparkan selama 30 menit, dan setelah dipaparkan selama 30 menit berturut-turut ialah  $(0,51 \pm 0,04) \times 10^3 \mu\text{m}^2$ ,  $(1,72 \pm 0,07) \times 10^3 \mu\text{m}^2$ ,  $(0,99 \pm 0,05) \times 10^3 \mu\text{m}^2$ . Adapun pertumbuhan tanaman padi saat umur 70 hari setelah tanam (hst) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol, tinggi 105,3 cm, dan 104,2, jumlah batang perumpun 28 batang dan 16 batang, jumlah batang yang keluar biji perumpun 14 batang dan 10 batang, dan diameter adalah 10,2 mm dan 7,3 mm, Produktivitas rata-rata pada lahan  $(10 \times 10) \text{ m}^2$  dengan berat kotor untuk tanaman perlakuan 60,5 kg dan tanaman kontrol 35,1 kg. Taraf Intensitas suara garengpung yang terukur menggunakan *Sound Level Meter* berada dalam interval 72,1 dB - 79,6 dB.

**Kata kunci:** bunyi “garengpung”, tanaman padi (*Oryza sativa*), stomata daun, pertumbuhan tanaman, produktivitas tanaman

**THE EFFECT OF 3500 Hz MANIPULATED PEAK FREQUENCY OF  
GARENGPUNG (*Dundubia manifera*) SOUND EXPOSURE ON THE  
GROWTH AND THE PRODUCTIVITY OF  
RICE (*Oryza sativa*)**

**By:  
Azwar Anas  
14306144011**

**ABSTRACT**

The present study aimed at discovering the effect of 3500 Hz manipulated peak frequency of garengpung (*Dundubia manifera*) sound exposure on the stomatal aperture area, growth, and the productivity of rice (*Oryza sativa*) and to find out the effect of sound strength on the productivity of rice (*Oryza sativa*).

This research employed two paddy field, one experimental land which was treated by sound exposure and one control land which was not treated by sound exposure. The exposure using garengpung (*Dundubia manifera*) sound that was manipulated on 3500 Hz of peak frequency. To validate the frequency, signal spectrum analysis was done by using *Octave 4.21 program*. The data collected for the study consisted of stomatal aperture area, it was analyzed by using a light microscope and was measured using *Image Raster 3.0*. The growth of rice (height, diameter, amount of stem and amount of stems with seed) and the productivity of rice in the form of gross weight was measured by using a scale and were analyzed by using *Origin 6.1* and *Microsoft Excel 2013*. The sound intensity was measured by using *sound level meter*.

From this study, it was found that the stomatal aperture was larger when the sound exposure is given. The stomatal aperture area before being exposed, during the exposure for 30 minutes, and after being exposed for 30 minutes were consecutively  $(0,51 \pm 0,04) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,  $(1,72 \pm 0,07) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,  $(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ . The growth of rice in 70 days after planting for the experimental and control plants were, 105.3 cm and 104.2 cm of height, 14 and 10 of cionate stems, and 10.2 mm and 7.3 mm for the diameters. The average productivity on  $(10 \times 10) \text{ m}^2$  land in gross weight was 60.5 kg for the experimental crop and 35.1 kg for the control crop. The intensity of garengpung sound measured using *Sound Level Meter* was in the interval of 72.1 dB - 79.6 dB.

**Keywords:** Garengpung' sound, rice (*Oryza sativa*), leaf stomata, crop' growth, crop' productivity

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan lancar. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai sosok tauladan dalam kehidupan. Penelitian ini didanai menggunakan dana Kerjasama Penelitian, Pengkajian, dan Pengembangan Pertanian Strategis (KP4S) dengan peneliti Nur Kadarisman, M.Si tahun 2017 yang berjudul **“Rekayasa Smart Chip Audio Organic Growht System (Sc-Aogs) Energi Surya Untuk Peningkatan Produktivitas Dan Hasil Panen Tanaman Pangan”**. Adapun Tugas Akhir Skripsi penulis berjudul **“Pengaruh Paparan Bunyi "Garengpung" (*Dundubia manifera*) Ter manipulasi Peak Frequency 3500 Hz Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Padi (*Oryza sativa*) ”**. Dimana skripsi ini dilaksanakan di Dusun Soman, Kelurahan Selomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Laboratorium Fisika UNY.

Penelitian ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Hartono selaku Dekan FMIPA UNY yang telah mengesahkan skripsi ini.
2. Yusman Wiyatmo, M.Si selaku Kajurdik Fisika FMIPA UNY atas segala izin yang diberikan.

3. Nur Kadarisman, M.Si selaku pembimbing skripsi yang telah memberi kesempatan dan kepercayaan melaksanakan penelitian ini sekaligus membimbing dari awal hingga akhir skripsi ini dibuat.
4. Keluarga Bapak Ponimin dan Ibu Sipon yang telah bersedia membantu menyediakan lahan untuk penelitian ini, serta pengetahuan-pengetahuan yang diberikan pengetahuan mengenai pertanian.
5. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan baik dalam hal penulisan maupun tata bahasa. Kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan untuk kebaikan metode dan proses penelitian dikemudian hari. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Yogyakarta, 04 Maret 2018

## **DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO .....	v
LEMBAR PERSEMPAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	6

BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	8
A. Deskripsi Teori.....	8
1. Tanaman Padi.....	8
2. Stomata .....	13
3. Gelombang.....	16
4. Bunyi Garengpung Termanipulasi pada <i>Peak</i> Frekuensi 3500 Hertz....	20
5. Pengaruh Frekuensi Akustik Terhadap Tanaman .....	22
B. Kerangka Berpikir.....	23
BAB III METODOLOGI.....	25
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
B. Objek Penelitian .....	25
C. Variabel Penelitian .....	25
D. Desain Penelitian.....	26
E. Alat dan Bahan.....	27
F. Langkah Kerja.....	29
G. Teknik Analisis Data.....	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	39
A. Pengaruh Pemaparan Bunyi “Garengpung” Termanipulasi pada <i>Peak</i> Frekuensi 3500 Hz terhadap Luas Bukaan Stomata Daun Padi.....	39
B. Pengaruh Pemaparan Bunyi “Garengpung” Termanipulasi pada <i>Peak</i> Frekuensi 3500 Hz terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi .....	43

C. Pengaruh Pemaparan Bunyi “Garengpung” Termanipulasi pada <i>Peak</i> Frekuensi 3500 Hz terhadap Produktivitas Massa Hasil Panen Tanaman Padi .....	51
D. Pengaruh Taraf Intesitas Bunyi (Db) terhadap Produktivitas Tanaman Padi .....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
A. Kesimpulan .....	57
B. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN .....	61

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Langkah Kerja Penelitian.....	32
Tabel 2. Data Pengamatan Bukaan Stomata Daun Tanaman Padi.....	41
Tabel 3. Perbandingan Rata-Rata Tinggi Tanaman Perlakuan dan Kontrol .....	43
Tabel 4. Perbandingan Rata-Rata Diameter Batang Perlakuan dan Kontrol .....	45
Tabel 5. Perbandingan Rata-Jumlah Batang dalam Satu Rumpun Tanaman Perlakuan dan Kontrol .....	47
Tabel 6. Perbandingan Rata-Rata Jumlah Batang yang Keluar Bunga dalam Satu Rumpun Tanaman Perlakuan dan Kontrol.....	49
Tabel 7. Produktivitas Tanaman Padi pada Lahan Sawah (10 X 10) Meter .....	51
Tabel 8. Taraf Intensitas Bunyi pada Lahan Sawah.....	55

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. (a) Gelombang transversal (b) Gelombang longitudinal .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
Gambar 2. Rambatan gelombang suara .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. Frekuensi gelombang disebelah kanan lebih besar .....	17
Gambar 4. Nada gitar, nada asli, dan bunyi latar (overtune) .....	18
Gambar 5. Perambatan bunyi pada medium udara sesungguhnya tidak lurus namun membelok sesuai suhu yang dilaluinya .....	20
Gambar 6. Bentuk Gelombang Bunyi Garengpung Termanipulasi Peak Frekuensi 3500 Hertz .....	21
Gambar 7. Spektrum Sinyal Bunyi Garengpung pada Peak Frekuensi 3500 Hertz .....	22
Gambar 8. Model Posisi Bedeng dan Sumber Bunyi Peak Frekuensi .....	27
Gambar 9. Bedeng Tanaman Padi yang Dibatasi dengan Rafia .....	27
Gambar 10. Contoh Pengukuran Tinggi Tanaman Padi .....	30
Gambar 11. Contoh Pengukuran Diameter .....	31
Gambar 12. Proses penggilingan padi menggunakan tleser .....	36
Gambar 13. (a) contoh gambar stomata sebelum dipaparkan bunyi, (b) contoh gambar stomata saat dipaparkan bunyi, (c) contoh gambar stomata setelah dipaparkan bunyi. ....	41
Gambar 14. Diagram Luas Bukaan Stomata pada Daun Padi .....	42
Gambar 15. Grafik Fit Linear Perbandingan Antara Tinggi Tanaman Kontrol dan Tinggi Tanaman Perlakuan .....	44
Gambar 16. Grafik Perbandingan Antara Diameter Tanaman Kontrol dan Diameter Tanaman Perlakuan.....	46
Gambar 17. Grafik Perbandingan Antara Jumlah Batang dalam Satu Rumpun Tanaman Kontrol dan Jumlah Tanaman Dalam Satu Rumpun Tanaman Perlakuan.....	48

Gambar 18. Diagram Perbandingan Antara Jumlah Batang yang Keluar Bunga Dalam Satu Rumpun Tanaman Kontrol dan Jumlah Tanaman yang Keluar Bunga Dalam Satu Rumpun Tanaman Perlakuan.....	50
Gambar 19. Grafik Massa Panen Berdasarkan Bedeng .....	52
Gambar 20. Diagram Perbandingan Massa Total Hasil Panen Tanaman Kontrol dan Tanaman Perlakuan.....	54
Gambar 21. Grafik Massa Panen Berdasarkan Bedeng .....	56

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Pertumbuhan Tanaman Padi ( <i>Oriza Sativa</i> ) pada Lahan Sampel Berukuran 10 X 10 Meter dengan 50 Sampel Tanaman.....	61
Lampiran 2. Panen Tanaman Padi ( <i>Oriza Sativa</i> ) pada Lahan Sampel Berukuran 10x10 Meter (Bedeng 1-Bedeng 10) .....	72
Lampiran 3. Dokumentasi Luas Bukaan Stomata.....	73
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	81

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara agraris dengan luas daratan 1.919.440 km<sup>2</sup>. Indonesia juga merupakan negara penghasil padi terbesar ketiga di dunia. Pada tahun 2010 hingga 2015 indonesia berhasil meningkatkan jumlah produksi berasnya yaitu dari 66 juta ton menjadi 75 juta ton (BPS. Akan tetapi dengan meningkatnya produksi beras masih belum mencukupi kebutuhan masyarakat indonesia akan beras, hal tersebut dapat dilihat dari Impor beras yang juga semakin meningkat dibeberapa tahun terakhir. Dilaporkan Fiki Arianti dalam Liputan6.com (2018), impor beras yang masuk keindonesia adalah 472,66 ribu ton meningkat menjadi 1,2 juta ton ditahun 2016. Berkembangnya pembangunan secara tidak langsung juga menggusur ekosistem dari makhluk lain, seperti berkurangnya populasi binatang lokal. Bunyi dari binatang lokal di wilayah pertanian memiliki manfaat yang baik bagi pertumbuhan tanaman yang tumbuh di sekitarnya.

Berdasarkan permasalahan ini diperlukan solusi untuk mengatasi berkurangnya lahan pertanian dengan pemanfaatan bunyi binatang lokal untuk meningkatkan produktifitas pangan, terkhusus untuk tanaman padi guna memenuhi konsumsi beras yang menjadi kebutuhan sehari hari masyarakat Indonesia. Upaya yang dapat dilakukan ialah pemberian nutrisi dengan meningkatkan kualitas fotosintesis melalui pemaksimalan pembukaan stomata yang memanfaatkan bunyi binatang. Teknologi *sonic bloom* ditemukan oleh

Dan Carison dari Amerika Serikat. Pada prinsipnya, *Sonic bloom* adalah suatu teknologi pemupukan daun dengan metode memadukan larutan pupuk yang mengandung mineral yang di gabungkan serentak bersama pemaparan (*driving*) gelombang bunyi frekuensi tinggi. Pemaparan bunyi dengan frekuensi tinggi diduga dapat membuka bagian stomata lebih lebar, sehingga daun dapat lebih banyak menyerap zat hara yang disemprotkan. Dengan banyaknya nutrisi yang diperoleh, maka tanaman yang disebutkan dapat bertambah subur dan hasil panen meningkat. Dengan menggunakan metode ini juga diharapkan akan berdampak pada pengurangan penggunaan pupuk kimia yang berbahaya bagi tanaman. Konsep dari teknologi ini adalah perpaduan antara pemasangan unit penghasil bunyi dengan frekuensi 3500-5000 Hz. Selain itu, dilakukan juga penyemprotan nutrisi melalui daun. Banyak tanaman yang sudah diuji kecocokannya dengan pemaparan suara alam dengan frekuensi 3500-5000 Hz. Konsep dari teknologi *sonic bloom* didasarkan pada mitos masyarakat yang selama ini mengatakan bahwa jika pada lahan pertanian terdengar bunyi beberapa hewan seperqt “belalang kecek”, “jangkrik”, “garempung” maka merupakan tanda hasil panen akan berlimpah (Esti Setyaningrum,2011:3).

Penerapan teknologi *sonic bloom* telah terbukti dapat meningkatkan hasil pertanian pada tanaman pangan dan perkebunan, contohnya yaitu tanaman buncis 81%, jagung 37%, keledai 29%, tomat 24%, bawang merah 19% (E. Irlani, 2002 :8). Setiap tanaman yan diberi bunyi menggunakan ABH (*Audio Bio Harmonic*) memiliki respon frekuensi yang spesifik mempengaruhi

pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Hasil terbaik untuk tanaman kacang kedelai dengan menggunakan frekuensi 6000 Hz, dengan produktivitasnya 0,018 kg persatu tanaman dan kelompok tanaman kontrol 0,0029 kg (meningkat 221%). Kemudian pada tanaman bawang merah dengan frekuensi terbaik pada 3000 Hz, dengan produktivitasnya 0,72 kg per 1 tanaman dan kelompok tanaman kontrol 0,40 kg (meningkat 180%). Kemudian pada tanaman kacang tanah pertumbuhan terbaik pada frekuensi 4500 Hz dengan produktivitas 0,53 kg per 1 tanaman dan kelompok tanaman kontrol 0,29 kg (meningkat 183%). Untuk tanaman kentang dengan pertumbuhan frekuensi terbaik 3000 Hz, sedangkan untuk produktivitasnya pada frekuensi 4500Hz dengan produktivitas 0,87 kg per 1 tanaman dan 0,32 kg untuk tanaman kontrol (Nur Kadarisman, dkk, 2010).

Mengacu pada penelitian sebelumnya perlu dilakukan kajian lebih lanjut dengan objek tanaman yang berbeda, terkhusus untuk tanaman padi (*Oryza sativa*). Dengan pemaparan bunyi "garengpung" (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz diharapkan dapat merangsang pembukaan stomata guna meningkatkan produktivitas dan pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*).

## B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, dapat diidentifikasi berbagai permasalahan sebagai berikut:

1. Tingginya kebutuhan beras masyarakat tidak sebanding dengan produksi beras, sehingga menyebabkan peningkatan impor beras di beberapa tahun terakhir
2. Pesatnya pembangunan berdampak pada hilangnya ekosistem binatang lokal, yang suaranya dipercaya dapat meningkatkan produktivitas hasil panen.
3. Ditemukannya teknologi *Audio Bio-harmonic System* sebagai solusi dalam pemberian nutrisi dengan meningkatkan kualitas fotosintesis melalui pemaksimalan pembukaan stomata yang memanfaatkan bunyi binatang garengpung dengan manipulasi *peak* frekquency 3000 Hz–5000 Hz yang berdampak bagi peningkatan produktivitas tanaman.
4. Belum diketahui pengaruh frekuensi bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi tertentu terhadap pertumbuhan dan produksivitas tanaman padi (*Oryza sativa*).

### C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dibatasi pada :

1. Sumber bunyi yang digunakan adalah suara “garengpung” (*Dundubia manifera*)
2. Penentuan kuat lemah bunyi garengpung termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap produktivitas tanaman padi.
3. Pengukuran luasan bukaan stomata pada daun tanaman padi (*Oryza sativa*) pada saat dipapari bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz

4. Parameter tanaman padi (*Oryza sativa*) diukur dari mulai pertumbuhan tanaman padi yaitu tinggi batang, jumlah batang, diameter batang dan jumlah batang yang keluar biji dan produktivitas tanaman padi ketika panen.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan masalah yang telah diuraikan di atas, masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Adakah pengaruh paparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap luas bukaan stomata daun tanaman padi (*Oryza sativa*)?
2. Adakah pengaruh paparan buyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap laju pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*)?
3. Bagaimana pengaruh paparan garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*)?
4. Adakah pengaruh kuat lemah bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*)?

## **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, dan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui:

1. Pengaruh paparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap luasan bukaan stomata tanaman padi (*Oryza sativa*).
2. Pengaruh paparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*).
3. Pengaruh paparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*).
4. Pengaruh Taraf Intersitas bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa* ).

## **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa:

1. Dapat diketahui pengaruh paparan bunyi “garengpung” dengan manipulasi perubahan *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap produktivitas tanaman padi.
2. Sebagai upaya meningkatkan produktivitas tanaman padi guna memenuhi kebutuhan beras masyarakat Indonesia.

3. Bagi mahasiswa, dapat memperdalam pengetahuan ilmu fisika terutama dalam pemanfaatan gelombang bunyi untuk peningkatan produktivitas tanaman.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Tanaman Padi**

Padi merupakan famili *Graminea*, subfamili *Oryzidae*, dan genus *Oryzae*. Dari 20 spesies genus *Oryzae* yang sering dibudidayakan adalah *Oryza sativa L.* Dan *O. Glaberima Steund.* (Suparyono, 1993:19).

###### a. Morfologi Tanaman

Pada dasarnya padi terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian vegetatif (akar, batang, dan daun) dan bagian generatif berupa malai dan bunga (Suparyono, 1993:20).

###### 1) Bagian vegetatif tanaman padi

Organ-organ tanaman yang berfungsi mendukung atau menyelenggarakan proses pertumbuhan adalah bagian vegetatif. Termasuk kedalam bagian ini adalah akar, batang, dan daun.

###### a) Akar

Akar padi tergolong akar serabut. Akar yang tumbuh dari kecambah biji disebut akar utama (primer, radikula). Akar lain yang tumbuh didekat buku disebut akar seminal. Akar padi tidak memiliki pertumbuhan sekunder sehingga tidak banyak mengalami perubahan. (Suparyono, 1993:20) Akar tanaman padi berfungsi untuk menopang batang, menyerap nutrien dan air, serta untuk pernapasan. (Suparyono, 1993:20)

b) Batang

Secara fisik batang padi berguna untuk menopang secara keseluruhan yang diperkuat oleh pelebah daun. secara fungsional batang berfungsi untuk mengalirkan nutrien dan air ke seluruh bagian tanaman. (Suparyono, 1993:22)

Batang padi bentuknya bulat, berongga, dan beruas-ruas. Antar ruas dipisahkan oleh buku. Pada awal pertumbuhan, ruas-ruas sangat pendek dan bertumpuk rapat. Setelah memasuki stadium reproduktif disebut juga stadium perpanjangan ruas. Ruas batang makin bawah makin pendek. (Suparyono, 1993:22)

Pada buku paling bawah tumbuh tunas akan menjadi batang sekunder. Selanjutnya batang sekunder menghasilkan batang tersier, dan seterusnya. Peristiwa ini disebut pertunasan. Pembentukan anak-an sangat dipengaruhi oleh unsur hara, sinar, jarak tanam, dan teknik budi daya. (Suparyono, 1993:22)

c) Daun

Daun padi tumbuh pada buku-buku dengan susunan berseling. Pada tiap buku tumbuh satu daun yang terdiri dari pelepah daun, helai daun, telinga daun (*uricle*), lidah daun (*ligula*). Daun yang paling atas memiliki ukuran terpendek dan disebut daun bendera. Daun keempat dari daun bendera merupakan daun terpanjang. Jumlah daun per tanaman

tegantung varietas. Varietas unggul umumnya memiliki 14-18 daun. (Suparyono, 1993:22)

Sifat daun sering dipakai sebagai salah satu sifat morfologis yang dipakai untuk membedakan antar varietas. Sifat-sifat itu adalah ketegakan, panjang daun, tebal daun, warna daun, dan kecepatan penuaan. (Suparyono, 1993:22)

## 2) Bagian generatif tanaman padi

Organ generatif padi terdiri dari malai, bunga, dan buah padi (gabah). Awal fase generatif diawali dengan fase primodia bunga yang tidak sama untuk setiap varietas. (Suparyono, 1993:22)

### a) Malai

Malai terdiri dari 8-10 buku yang menghasilkan cabang-cabang primer. Dari buku pangkal malai umumnya hanya muncul satu cabang primer dan dari cabang primer akan muncul lagi cabang-cabang sekunder. Panjang malai diukur dari buku terakhir sampai butir gabah yang paling ujung. Kepadatan malai adalah perbandingan antara jumlah bunga tiap malai dengan panjang malai (Suparyono, 1993:23).

### b) Bunga

Bunga berkelamin dua dan memiliki 6 buah benang sari dengan tangkai sari pendek dan dua kandung serbus dikepala sari. Bunga pada juga mempunyai dua tangkai putik dengan dua buah kepala putik yang berwarna putih atau ungu. Sekam

mahkotanya ada dua dan yang bawah disebut lemma, sedang yang atas disebut palea. (Suparyono, 1993:23)

Pada dasarnya bunga terdapat dua daun mahkota yang berubah bentuk dan disebut lodicula. Bagian ini sangat berperan dalam pembukaan palea. Lodicula mudah mengisap air dari bakal buah sehingga mengembang. Pada saat palea membuka, maka benang sari akan keluar. Pembukaan bunga diikuti oleh pemecahan kantong serbuk dan penumpahan serbuk sari. (Suparyono, 1993:24)

Setelah serbuk sari ditumpahkan, lemma dan palea meutup kembali. Penempelan serbuk sari pada kepala putik mengawali proses penyerbukan dan pembuahan. Proses tersebut akan menghasilkan lembaga endosperm. Endosperm berfungsi sebagai reservoir makanan bagi benih yang baru tumbuh (Suparyono, 1993:24).

c) Buah padi

Buah padi (gabah) terdiri dari bagian luar yang disebut sekam dan bagian dalam disebut karyopsis. Sekam terdiri dari lemma dan palea. Biji yang sering disebut berah pecah kulit adalah karyopsis yang terdiri dari lembaga (embrio) dan endosperm. Endosperm diselimuti oleh aliran alueron, tegmen, dan perikarp. (Suparyono, 1993:24)

3) Tipe padi

Terdapat 3 tipe padi tipe *O. Sativa*, yaitu indica, japonica, dan bulu. Tipe padi muncul karena proses domestikasi dan seleksi padi liar menurut alam sekitarnya dan karena itu disebut ras ekogeografis. (Suparyono, 1993:24)

a) Tipe indica

Padi tipe ini banyak ditanam di daerah tropis. Tipe ini memiliki ciri tanamannya tinggi dan anakannya banyak. Padi ini toleransinya rendah terhadap suhu rendah, responsif terhadap kekeringan, dan tahan terhadap hama dan penyakit. (Suparyono, 1993:25)

Umumnya gabah padi tipe indica berbentuk antara agak panjang sampai panjang. Padi ini mempunyai kandungan amilose dan pati antara sedang sampai tinggi sehingga nasinya bear (pera). (Suparyono, 1993:25)

b) Tipe japonica

Padi japonica rumpunnya lebih hijau dan daunnya lebih tegak. Anakan padi tipe japonica lebih sedikit, tahan rebah, dan lebih responsif terhadap pupuk N dibanding tipe indica. Butir padinya lebih pendek dan lebih gemuk dengan kandunga amilase yang rendah. Rasa nasinya pulen dan mengilat. (Suparyono, 1993:25)

Tipe japonica banyak terdapat di negara beriklim sedang seperti Jepang, Portugal, Spanyol, USSR, Italia, dan Prancis. Tipe ini berasal dari cina. (Suparyono, 1993:25)

c) Tipe bulu

Di indonesia, terdapat dua tipe padi yang umum ditanam, yaitu indica (*cere*) dan bulu. Tipe bulu secara morfologis sama dengan japonica, namun memiliki daun yang lebih besar dan lebuh berbulu. Ujung gabahnya juga berbulu, tetapi ada juga yang tidak berbulu yang disebut padi gundil. Seperti tipe japonica, padi bulu memiliki sedikit anakan, batang kaku dan tidak sensitif terhadap panjang hari. (Suparyono, 1993:26)

Seperti tipe indica, tipe ini juga dapat tumbuh pada variasi lingkungan yang luas. Selain cocok ditanam di lahan yang berair dalam juga dapat ditanam sebagai padi gogo. Jika ditanam di air dalam produksinya melebihi akan melebihi tipe indica. (Suparyono, 1993:26)

## 2. Stomata

Stomata berasal dari kata Yunani: stomata yang mempunyai arti lubang atau porus. ESAU mengartikanya sebagai sel-sel penutup dan porus yang ada diantaranya. Jadi stomata adalah porus atau lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah “*guard cell*” atau sel-sel penutup (Yayan Sutrian, 2011:136).

Stomata merupakan celah di dalam epidermis yang dibatasi oleh dua sel epidermis yang khusus yakni sel penutup (Esti B. Hidayat, 1995 :68). Sel yang mengelilingi stomata dapat berbentuk sama atau berbeda dengan sel epidermis lainnya. Sel yang berbeda bentuk itu dinamakan sel tetangga, yang kadang-kadang berbeda juga isinya. Sel tetangga berperan dalam perubahan osmotik yang menyebabkan gerakan sel penutup yang mengatur celah. Kadang stomata hanya terdapat dipermukaan bawah daun, tapi sering ditemui di kedua permukaan walaupun lebih banyak terdapat dibawah bagian (Salisbury dan Ross, 1995:78).

Dalam tumbuh-tumbuhan berlangsung secara teratur pertukaran berbagai gas yang diperlukannya, yaitu pada bagian-bagian dalam dari tumbuhan dengan udara luar atau lingkungan udara bagian luar. Pengatur dari gerakan gerakan ini adalah stomata, yang juga mengatur berlangsungnya penguapan, dalam pengertian mengatur agar tidak terjadi kekurangan air bagi tumbuhan (Yayan Sutrian, 2011:146).

Pada kebanyakan tumbuhan-tumbuhan pengaruh cahaya memegang peranan penting, pada waktu ada cahaya - siang hari – stomata akan tebuka, sebaliknya pada waktu keadaan menjadi gelap –malam hari– stomata akan tertutup (Yayan Sutrian, 2011:147).

Stomata berfungsi sebagai pengatur pertukaran berbagai gas yang diperlukannya secara teratur, yaitu pada bagian-bagian dalam dari tumbuhan dengan udara luar. Fungsi lain yaitu mengatur berlangsungnya penguapan, dalam pengertian mengatur agar tidak terjadi kekurangan air

bagi tumbuhan. Pengaturan-pengaturan ini dilangsungkan melalui *porus* (lubang kecil) terletak di antara kedua sel penutup. Gerakan-gerakan ini sebenarnya datang dari sel-sel penutup (*guard cell*) yang mampu melakukan perubahan-perubahan bentuk, karena memiliki dinding-dinding sel yang bersifat “elastis” (Sutrian,2011:146)

Selanjutnya dapat dikemukakan pula, bahwa mekanisme gerakan – gerakan stomata tersebut akan sangat terganggu apabila dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang serba ekstrim atau dalam keadaan ekstrim. Misalnya karena penguapan yang terlalu besar/berlebihan, kenaikan temperatur diatas 40 derajat celcius, karena pengaruh – pengaruh garam Na dan K, dan lain sebagainya yang di luar dari kebiasaan (Yayan Sutrian, 2011:148).

Pembukaan porus stomata maksimal terjadi pada pagi hari berbeda dengan siang hari, namun berbeda tidak nyata dengan sore hari. Selain itu pembukaan stomata pada gulma *Melastoma malabathricum* L. menunjukkan bahwa perbedaan waktu memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah dan lebar porus yang membuka. Jumlah stomata yang membuka paling besar ditemukan pada daun yang diambil pada kisaran waktu pukul 09.00 – 10.00 WIB dan jumlah stomata yang membuka paling sedikit untuk lebar porus stomata yang terkecil ditemukan pada daun yang diambil pada pukul 12.00 WIB. (Siti Fatonah dkk, Op. Cit. h.18-21)

### 3. Gelombang

Gelombang mekanik adalah suatu gangguan yang berjalan melalui beberapa material atau zat yang dinamakan medium untuk gelombang itu. Sewaktu gelombang berjalan melalui medium tersebut, partikel-partikel yang membentuk medium itu mengalami berbagai macam perpindahan (pergeseran), yang bergantung pada sifat gelombang (Young, 2003).

Semua gelombang memindahkan energinya tidak secara permanen melainkan melalui medium perambatan gelombang tersebut. Hal ini berlaku juga pada gelombang bunyi. Gelombang bunyi termasuk gelombang berjalan. Adapun persamaan dari gelombang berjalan adalah sebagai berikut

$$Y = A \sin(\omega \pm kx) \quad (1)$$

$$\omega = 2\pi f \quad (2)$$

Dimana

$A$ = Ampilitudo (m)

$Y$ = Simpangan gelombang (m)

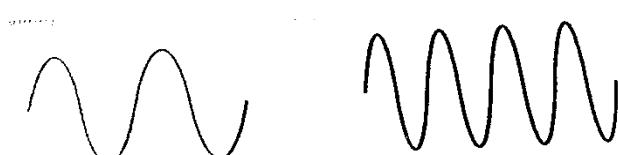
$k$ = bilangan gelombang ( $m^{-1}$ )

$\omega$ = Kecepatan sudut (rad/s)

$x$ = Jarak gelombang (m)

$f$ = Frekuensi (Hz)

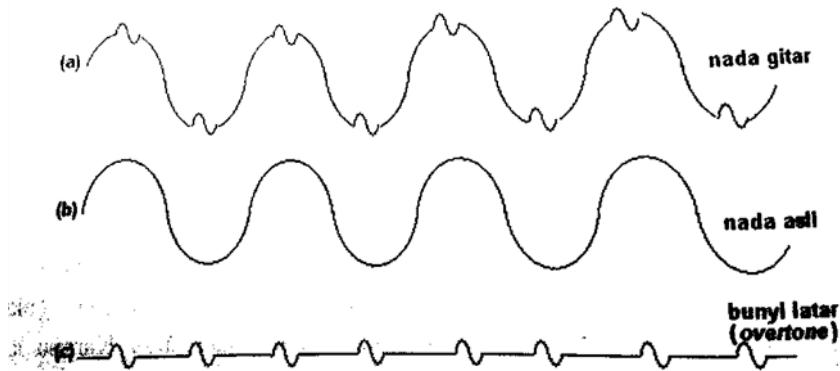
Simpangan gelombang adalah jarak partikel yang dilalui gelombang ke titik seimbang. Besar kecil frekuensi mempengaruhi simpangan gelombang. Frekuensi merupakan jumlah siklus lengkap per detik. Satu



siklus mengacu pada gerak bolak-balik dari satu titik awal kemudian kembali ke titik yang sama. Satuan frekuensi dinyatakan dalam Hertz (Hz), dimana 1 Hz merupakan 1 siklus per detik (Giancoli, 2001).

Gambar 1. Frekuensi gelombang disebelah kanan lebih besar  
Gelombang bunyi dibagi tiga kategori menurut ambang frekuensinya. (1) gelombang audio atau suara yang frekuensinya pada ambang pendengaran manusia (< 20 Hz). (2) Gelombang infrasonik yang frekuensinya di bawah ambang frekuensi audio (20-20.000 Hz). (3) Gelombang ultrasonik yang frekuensinya berada di atas ambang frekuensi audio(> 20.000 Hz) (Jawett, 2009: 780).

Bunyi juga mempunyai warna bunyi (*timbre*), timbre merupakan keunikan setiap bunyi dengan bunyi lainnya. Warna bunyi mempunyai frekuensi yang sama dan diikuti oleh frekuensi-frekuensi yang spesifik baik jumlahnya dan tingkat frekuensinya (*overtone*) yang memberikan pencirian sumber bunyi. Timbre disebabkan oleh terlibatnya bunyi latar yang selalu menyertai bunyi asli.



Gambar 2. Nada gitar, nada asli, dan bunyi latar (*overtone*)

Elemen dari bunyi ang lain adalah kecepatan rambat bunyi dalam medium tertentu. Setiap kali objek bergetar, banyaknya getaran tiap detik menunjukkan total panjang yang berpindah dalam satu detik. Kejadian perambatan atau perpindahan gelombang bunyi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$v = f \cdot \alpha \quad (3)$$

Dimana

$v$  = kecepatan rambat (m/s)

$f$  = Frekuensi (Hz)

$\alpha$  = Panjang gelombang (m)

Frekuensi bunyi menentukan jenis atau warna bunyi yang muncul sedangkan panjang gelombang bunyi menunjukkan kekuatan bunyi. Kekuatan ini tidak diartikan sebagai keras atau pelannya bunyi, namun kuat lemahnya getaran yang ditimbulkannya. Bunyi berfrekuensi rendah semakin panjang gelombangnya semakin kuat getaranya. Karena frekuensi dan panjang gelombang tidak menunjukkan keras atau pelannya bunyi maka

yang mempengaruhi adalah amplitudo atau simpangan maksimum gelombang.

Kekuatan bunyi secara umum dapat diukur memalui tingkat bunyi (Intensitas bunyi). Intensitas bunyi adalah daya rata-rata persatuan luas yang tegak lurus terhadap penjalarannya (Tipler, 1991: 513) ataupun dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{P \text{ rata-rata}}{4\pi r^2} \quad (4)$$

Dimana,

$P$  = daya atau energi gelombang per satuan waktu (Watt)

$A$  = luas bidang ( $\text{m}^2$ )

$I$  = intensitas gelombang ( $\text{Wm}^{-2}$ )

Rentang intensitas yang dapat ditangkap oleh telinga manusia sangatlah luas. Kenyaringan bunyi tidak berubah-ubah langsung terhadap intensitas, tetapi lebih mendekati logaritmik. Maka suatu skala logaritmik digunakan untuk menyatakan tingkat intesitas gelombang bunyi ( Tipler, 1991 : 514). Tingkat intensitas bunyi ( $\beta$ ) yang diukur dengan menggunakan desibel didefinisikan oleh:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (5)$$

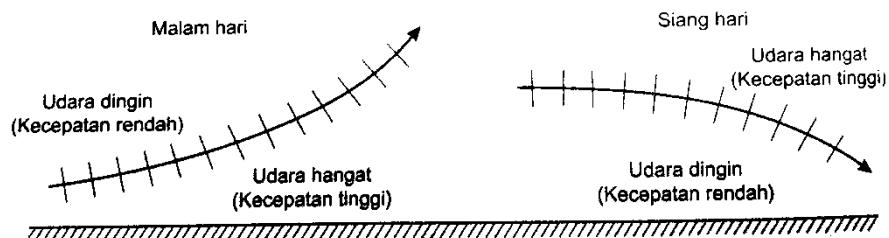
Dimana,

$I$  = intensitas bunyi

$I_0$  = intensitas acuan

dengan rentang intensitas bunyi dari  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  hingga  $1 \text{ W/m}^2$ .

Ketika bunyi merambat pada medium homogen, bunyi akan merambat ke segala arah dengan kecepatan rambat yang tetap. Menurut Mediastika (2005 :7) kecepatan rambat seolah-olah menunjukkan kecepatan rambat bunyi bergantung pada frekuensi dan panjang gelombangnya, namun kecepatan rambat bunyi begantung pada kerapatan partikel zat medium yang dilaluinya dalam hal ini susunan partikel, temperatur dan kandungan partikel lain.

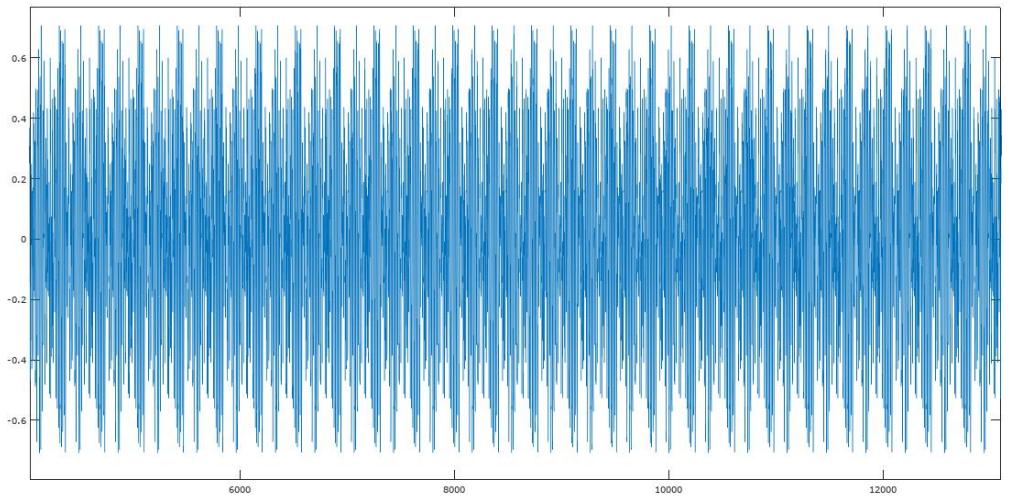


Gambar 3. Perambatan bunyi pada medium udara sesungguhnya tidak lurus namun membelok sesuai suhu yang dilaluinya

#### 4. Bunyi Garengpung Termanipulasi pada *Peak Frekuensi 3500 Hertz*

Frekuensi gelombang bunyi adalah faktor yang penting untuk menentukan titik nada (*pitch*) bunyi sehingga kita dapat menggolongkan bunyi sebagai bunyi yang tinggi atau rendah. (Young, 2003).

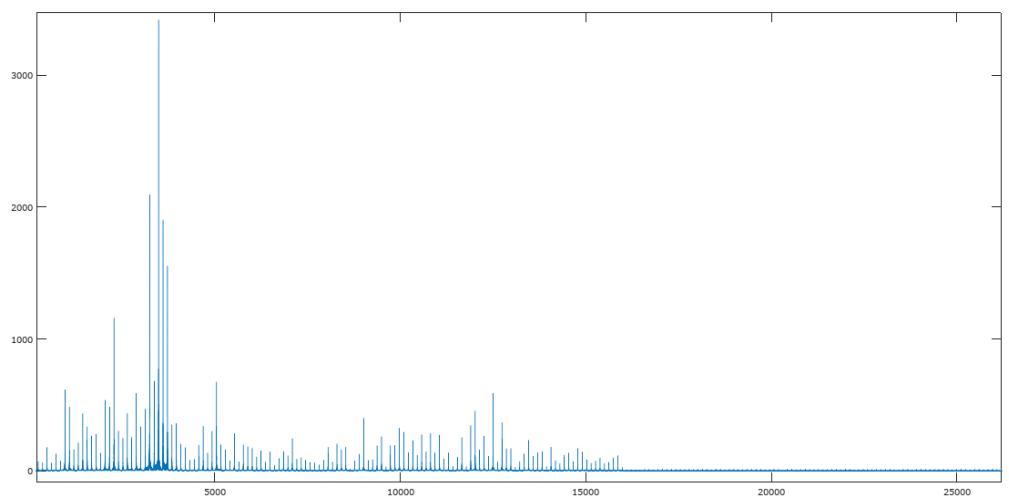
Bunyi asli garengpung berada pada *peak* frekuensi 3000 Hertz, yang kemudian dimanipulasi dengan *software sound forge* sehingga membentuk gelombang suara garengpung termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hertz dilihat dengan memasukkan rekaman bunyi *audio bio harmonic* ke dalam aplikasi *Octave 4.21*. Sehingga didapatkan bentuk gelombang



Gambar 4. Grafik hubungan waktu terhadap amplitudo pada Gelombang Bunyi Garengpung Termanipulasi *Peak* Frekuensi 3500 Hertz

Gambar 6 menunjukkan bentuk gelombang bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hertz dalam domain frekuensi. Sumbu *x* adalah waktu dan sumbu *y* adalah Amplitudo.

Kemudian dengan menggunakan *Octave 4.21* juga dianalisis *peak* frekuensinya dengan metode FFT (Fast Fourier Transform) sehingga diproleh *peak* frekuensinya seperti terlihat pada Gambar 7



```
|mag = 3420.1  
freq = 3486
```

Gambar 5. Spektrum Peak Frekuensi Sinyal Bunyi Garengpung pada Peak Frekuensi 3500 Hertz

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa peak Frekuensi 3486 Hz adalah peak frekuensi yang paling dominan

## 5. Pengaruh Frekuensi Akustik Terhadap Tanaman

Definisi paling umum dari gelombang bunyi (*sound*) adalah bahwa bunyi adalah sebuah gelombang longtidunal dalam suatu medium. Gelombang bunyi paling sederhana adalah gelombang sinusodial, yang mempunyai frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang tertentu. Telinga manusia peka terhadap gelombang dalam jangkauan frekuensi sekitar 20 sampai 20.000 Hz, yang dinamakan jangkauan yang dapat didengar (*audible range*), tetapi kita juga menggunakan istilah bunyi untuk geombang serupa dengan frekuensi diatas (*ultra sound*), dan dibawah (*infrasound*) (Young & Freedman, 2003:58). Gelombang bunyi merupakan vibrasi/getaran molekul-molekul zat yang saling berada satu sama lain. Namun demikian, zat tersebut terkoordinasi menghasilkan gelombang serta mentransmisikan energi tetapi tidak pernah terjadi perpindahan partikel (Resnick dan Halliday, 1992: 166).

Dengan kata lain bunyi mempunyai energi, karena bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang yang memiliki kemampuan untuk menggetarkan partikel-partikel yang dilaluinya. Energi atau getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi tersebut mempunyai efek terhadap suatu tanaman, yaitu mampu untuk membuka stomata daun. Getaran dari bunyi

akan memindahkan energi ke permukaan daun dan akan menstimulasi stomata daun untuk membuka lebih lebar (Nur Kadarisman dkk, 2011: F456).

## B. Kerangka Berpikir

Stomata pada daun yang memiliki peran penting, yaitu sebagai pintu keluar masuknya zat-zat yang dibutuhkan. Peran tersebut memiliki dampak pada produktivitas dan ketahanan tanaman. Stomata pada umumnya membuka saat disinari sinar matahari pada pagi hari, bukaan stomata juga terpengaruh oleh faktor lingkungan antara lain cuaca dan faktor lain diluar kebiasaan. Gelombang bunyi merupakan gerakan mekanis yang mampu menggetarkan materi yang dilewatinya dengan frekuensi yang sama, hal ini disebut resonansi. Dari resonansi inilah yang, akan mempengaruhi bukaan dari stomata.

Dimulai dari banyaknya ide bahwa bunyi dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, diketahui bahwa gelombang bunyi yang paling cocok membantu pembukaan stomata adalah gelombang bunyi dengan frekuensi 3000–5000 Hz. Gelombang bunyi ini yang disebut dengan *sonic bloom*.

Teknologi *sonic bloom* merupakan teknologi yang memadukan gelombang bunyi frekuensi tinggi dan nutrisi yang ditujukan untuk membuat tanaman tumbuh lebih baik. Berdasarkan teknik *sonic bloom* tersebut, maka dilakukan penelitian terhadap tanaman padi (*Oryza sativa*) dengan menggunakan sumber bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) yang telah dimanipulasi *peak* frekuensinya agar diperoleh frekuensi yang diinginkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh pemaparan pengaruh bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap peningkatan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*). Sebagai parameternya, akan dibandingkan antara tanaman yang diberi perlakuan (yang diberi pemaparan bunyi) dengan tanaman kontrol (yang tidak diberi pemaparan bunyi), melalui perubahan morfologis tanaman padi yang meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah tanaman dalam satu rumpun, dan massa hasil panen tanaman padi. selain itu akan diamati juga pengaruh pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap luas bukaan stomata daun pada tanaman padi.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

##### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan tanggal 12 Agustus 2017 hingga tanggal 6 November 2018

##### **2. Tempat Penelitian**

- a. Lahan pertanian Soman, Selomartani, Kalasan, Sleman.
- b. Laboratorium Histologo Mikroskopi Anatomi Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY
- c. Laboratorium Akustik jurusan pendidikan Fisika FMIPA UNY.

#### **B. Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah tanaman padi (*Oryza sativa*) yang dibagi menjadi dua antara lain:

1. tanaman sampel atau tanaman perlakuan (yang diberi pemaparan bunyi),
2. taman kontrol (yang tidak diberi pemaparan bunyi).

#### **C. Variabel Penelitian**

Variabel-varibel yang digunakan dalam penelitian adalah:

##### **1. Variabel bebas**

Frekuensi bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz yang digunakan untuk pemaparan bunyi pada tanaman padi

## 1. Variabel kontrol

Waktu pemberian bunyi mulai pukul 08.00 sampai 09.00 WIB, volume bunyi, frekuensi bunyi, jenis dan ukuran pemberian pupuk, jenis dan ukuran pemberian obat hama.

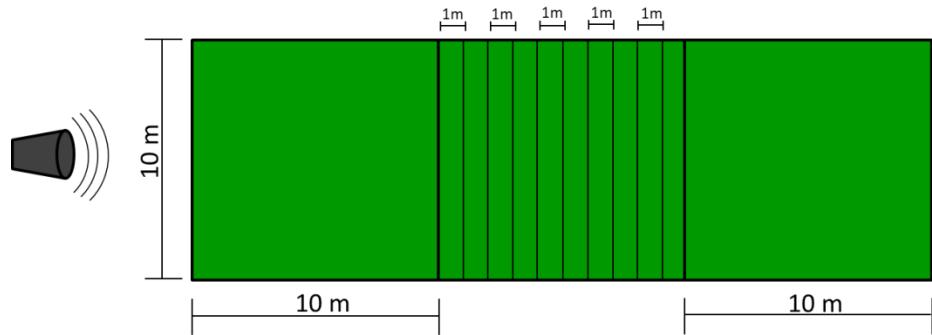
## 2. Variabel terikat:

- a. Bukaan stomata
- b. Jumlah batang perumpun tanaman
- c. Tinggi tanaman padi
- d. Jumlah batang yang keluar biji
- e. Massa hasil panen tanaman padi

## D. Desain Penelitian

Desain penelitian berupa pengaturan formasi tanaman dan posisi *Speaker*, *Speaker* akan dipasang di depan lahan yang akan tanaman padi yang diberi paparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*).

Luas lahan pertanian yang digunakan seluas 10 meter × 30 meter, adapun dibuat ruang sampel dengan melihat pemerataan sinar matahari seluas 10 meter × 10 meter. Desain penelitian berupa pengaturan formasi tanaman dan posisi speaker.



Gambar 6. Model Posisi Bedeng dan Sumber Bunyi *Peak* Frekuensi

Berdasarkan dari gambar 8 dibuat ruang sampel yang terdiri dari 10 bedeng dengan ukuran perbedeng 1 meter .dengan tujuan untuk mengukur pertumbuhan tanaman padi.



Gambar 7. Bedeng Tanaman Padi yang Dibatasi dengan Rafia

## E. Alat dan Bahan

1. Alat yang digunakan dalam penelitian:

- Audio Bio-Harmonik* (yang digunakan untuk memaparkan bunyi garengpung termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz).

- b. Untuk mengukur tinggi tanaman, diameter batang, dan massa hasil panen:
- 1) Penggaris dan meteran (yang digunakan untuk mengukur tinggi tanaman),
  - 2) Jangka sorong (digunakan untuk mengukur diameter batang)
  - 3) Timbangan (yang digunakan untuk mengukur massa hasil panen tanaman padi).
- c. Untuk mengukur massa hasil panen:
- 1) *Tleser* (untuk memisahkan gabah dari batangnya)
  - 2) Timbangan digital
- d. Mengambil sampel dan menganalisis stomata daun:
- 1) Gunting,
  - 2) Slide (untuk preparat)
  - 3) Seperangkat Mikroskop Cahaya
  - 4) Laptop yang sudah terinstal *Image Raster*
- e. Pengambilan Taraf intesitas bunyi
- 1) *Sound level meter*
2. Bahan
- Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:
- a. Bibit tanaman padi
  - b. Lahan persawahan sebagai media tanam,
  - c. Bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*),
  - d. Pupuk tanaman padi,

- e. Insektisida / Obat Hama
- f. Lem *Alteco*

## F. Langkah Kerja

### 1. Observasi

Observasi dilakukan dengan memilih lahan kelompok tani yang akan digunakan untuk dilakukan penelitian, observasi sendiri meliputi diskusi pemilihan jenis tanaman padi, pemilihan lahan yang akan digunakan, penjelasan instrument penelitian dan pembagian waktu penelitian.

### 2. Pemaparan bunyi garengpung termanipulasi pada *peak frequency* 3500 Hz.

#### a. Menyiapkan alat yang digunakan:

1) Meja untuk dudukan *Audio Bio-Harmonic*

2) Membunyikan *Audio Bio-Harmonic* pada *peak frequency* 3500 Hz

b. Pemaparan bunyi garengpung termanipulasi pada *peak frekuensi* 3500 Hz dilakukan setiap hari, waktu pagi hari pada pukul 07.00-08.00 WIB.

c. Untuk kelompok kontrol pola perlakuan sama, namun pada kelompok ini tidak diberi perlakuan bunyi dengan *Audio Bio-Harmonic*

### 3. Pengambilan data di lapangan

#### a. Pengukuran tinggi tanaman padi.

1) Pengukuran tinggi tanaman padi dilakukan saat berusia 14, 28, 42, 56, 70 hari

2) Pengukuran dengan meteran



Gambar 8. Contoh Pengukuran Tinggi Tanaman Padi

- 3) Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur tinggi salah satu tanaman yang paling tinggi dalam satu rumpun padi
  - 4) Pengukuran dilakukan ke semua kelompok tanaman baik yang diberi perlakuan dan tidak diberi perlakuan
  - 5) Data hasil pengukuran dimasukkan kedalam tabulasi data
- b. Pengukuran jumlah batang perumpun tanaman padi
- 1) Pengukuran jumlah batang perumpun padi dilakukan saat berusia 14, 28, 42, 56, 70 hari.
  - 2) Pengukuran dilakukan dengan cara menghitung jumlah batang perumpun yang ada pada setiap tanaman padi.
  - 3) Pengukuran dilakukan ke semua kelompok tanaman baik yang diberi perlakuan dan tidak diberi perlakuan.
  - 4) Data hasil pengukuran dimasukkan kedalam tabulasi data.
- c. Pengukuran diameter tanaman padi

- 1) Pengukuran Diameter batang dilakukan saat berusia 14, 28, 42, 56, 70 hari.
- 2) Pengukuran diameter batang dengan menggunakan jangka sorong



Gambar 9. Contoh Pengukuran Diameter

- 1) Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur salah satu diameter batang dalam satu rumpun padi
  - 2) Pengukuran dilakukan ke semua kelompok tanaman baik yang diberi perlakuan dan tidak diberi perlakuan.
  - 3) Data hasil pengukuran dimasukkan kedalam tabulasi data.
- d. Pengukuran jumlah batang yang keluar biji
- 1) Pengukuran jumlah batang perumpun padi dilakukan saat berusia 14, 28, 42, 56, 70 hari.
  - 2) Pengukuran dilakukan dengan cara menghitung jumlah batang perumpun yang ada pada setiap tanaman padi.
  - 3) Pengukuran dilakukan ke semua kelompok tanaman baik yang diberi perlakuan dan tidak diberi perlakuan.

- 4) Data hasil pengukuran dimasukkan kedalam tabulasi data.
- e. Pengukuran stomata tanaman padi

Tabel 1. Langkah Kerja Penelitian

No.	Kegiatan	Langkah kerja	Alat dan bahan
1.	Membuat cetakan preparat	Menyiapkan slide dan lem alteco Meletakkan lem alteco dibawah permukaan daun	Slide dan alteco
		Melekatkkan slide kepada permukaan daun yang telah diberi lem alteco	Tanaman padi, lem alteco dan slide
		Menunggu slide yang telah ditempelkan daun hingga kering.	
		Setelah kering, melepaskan daun pada slide dengan perlahan	
		cetakan permukaan daun terbentuk pada slide	
		Membuat cetakan preparat padi dengan variasi 3 kondisi pemaparan	
		Cetakan pertama dengan kondisi tanaman padi belum dipaparkan oleh bunyi garengpung ( 15 menit sebelum alat ABH di bunyikan), dengan 10 Sampel daun tanaman padi	Slide, lem Alteco, tanaman padi dan Stopwatch

No.	Kegiatan	Langkah kerja	Alat dan bahan
		Cetakan kedua dengan kondisi tanaman padi ketika dipaparkan oleh bunyi garengpung ( 30 menit saat alat di bunyikan dengan 60 menit waktu paparan ), dengan 10 Sampel daun tanaman padi	Slide, lem Alteco, tanaman padi dan Stopwatch
		Cetakan ketiga dengan kondisi tanaman padi setelah dipaparkan oleh bunyi garengpung ( 15 menit sesudah alat ABH di bunyikan), dengan 10 Sampel daun tanaman padi	Slide, lem Alteco, tanaman padi dan Stopwatch
		Memberikan label pada setiap cetakan agar tidak tertukar.	
2.	Pegamatan stomata	Mengamati bukaan stomata dengan menggunakan Mikroskop cahaya	Preparat, Mikroskop cahaya dan PC yang sudah terinstall software NIS Elements Viewer
		Meletakkan preparat pada meja mikroskop kemudian menguci preparat	
		Menyalakan mikroskop dan mengatur fokus pada lensa objektif dengan perbesaran 100 x dengan perbesaran lensa okuler 10 x.	

No.	Kegiatan	Langkah kerja	Alat dan bahan
		Adapun perbesaran total preparat adalah 1000 x	
		Mengatur fokus preparat dengan menggunakan pengatur fokus dan diapragma	
		Melihat perbesaran stomata dengan menggunakan PC	PC yang sudah terinstall software NIS Elements Viewer
		Stomata yang diamati kemudian di Capture dengan menggunakan software NIS Elements Viewer	
		Menyimpan gambar stomata dalam bentuk jpeg.	
3	Mengukur luasan Stomata	Gambar Stomata yang telah tersimpan kemudian diamati dengan menggunakan Image Raster 3.0	Laptop Yang sudah Terinstall Image Raster 3.0
		Mengukur panjang dan lebar stomata dengan menggunakan tools Measurment	Laptop Yang sudah Terinstall Image Raster 3.0
		Luasan Stomata diukur dengan menggunakan luasan ellips	Laptop Yang sudah Terinstall Microsoft excel 2013

f. Pengukuran massa hasil panen

1. Permanenan dilakukan pada saat 84 hst yaitu pada hari minggu tanggal 5 November 2017, sedangkan tanaman kontrol di panen dihari setelahnya yaitu pada tanggal 6 November 2017.
2. Padi dipanen dengan cara dipotong batangnya dengan mengambil bagian gabahnya,
3. Pengukuran massa dilakukan satu persatu tiap bedengnya.
4. Mengumpulkan seluruh hasil panen padi berupa gabah yang dikumpulkan berdasarkan variabel eksperimen dan kontrol.
5. Memisahkan gabah dari batangnya dengan cara digiling dengan menggunakan tleser.



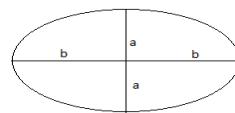
Gambar 10. Proses penggilingan padi menggunakan tleser

- 5) Mengumpulkan gabah kedalam karung
- 6) Mengukur massa panen dengan timbangan digital.
- 7) Data hasil pengukuran dimasukkan kedalam tabulasi data

## **G. Teknik Analisis Data**

Data yang diperoleh dari penanaman tanaman berasal dari dua kelompok yaitu tanaman kontrol dan tanaman padi yang diberi paparan. Pada pengambilan data tinggi batang, diameter batang, jumlah batang dalam satu rumpun dan jumlah batang yang keluar biji dilakukan di dalam bedeng seluas  $10 \times 10$  meter yang berjarak 10 meter dari sumber bunyi garengpung. Pengambilan data dilakukan 2 minggu sekali dengan mengambil 50 sampel data secara random di dalam bedeng. Sedangkan untuk panen dilakukan pengukuran produktivitas perbedeng yang telah ditandai kemudian menghitung jumlah total berat panen pada satu lahan. Untuk menganalisis pertumbuhan yang diperoleh dari pengukuran tinggi batang, diameter batang, jumlah batang dalam satu rumpun, jumlah batang yang keluar biji dan produktivitas dilakukan dengan menggunakan program *Origin 8.0*. Setelah nilai rata-rata hasil perhitungan kemudian diolah dengan plot titik data pada grafik, dimana sumbu x adalah waktu pengukuran dalam satuan hari setelah tanam (hst) dan sumbu y adalah nilai rata-rata hasil perhitungan dalam satuan cm dan memplot grafik dengan menggunakan diagram pencar (scatter). Selanjutnya menggunakan fitting linear sehingga didapatkan fungsi linier dari x, maka grafik dari fungsi tersebut merupakan suatu garis lurus, sehingga didapat persamaan garis dengan

fungsi umumnya adalah  $y = a + b*x$ . Dari nilai fitting linear didapat nilai b (slope) yang merupakan nilai gradien garis sehingga diperoleh nilai gradien yang merupakan nilai laju pertumbuhan dari parameter fisis yang dianalisis. Analisis data hasil penelitian digunakan untuk mengetahui bagaimana dampak garengpung terhadap laju pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi yang diberikan paparan maupun tidak. Sedangkan untuk mengetahui bukaan stomata pada daun tanaman padi menggunakan Mikroskop cahaya dengan perbesaran  $1000\times$  dan PC yang sudah terinstall software NIS Elements Viewer. Dan Laptop yang sudah Terinstall Microsoft excel 2013 untuk menentukan luasan bukaan stomatanya. Dengan mengasumsikan bentuk stomata berbentuk elips. Sehingga menggunakan persamaan luasan elips, yaitu:



$$\text{Luas : } \frac{\pi}{4} \times b \times a$$

Gambar 13. Bentuk Elips yang digunakan untuk menghitung luas stomata

Terdapat banyak cara dalam perhitungan luas bukaan stomata daun, namun dalam penelitian ini menggunakan pendekatan rumus luas elips dikarenakan bentuk stomata yang didapatkan hampir menyerupai bentuk elips. Yang dimana pada gambar 13 nilai b adalah panjang stomata daun dan a adalah lebar stomata daun. Kemudian masing-masing sampel dihitung luas bukaan stomatanya dengan menggunakan persamaan luas di atas lalu dilakukan perhitungan rata-rata

sehingga diperoleh luas rerata bukaan stomata untuk masing-masing sampel stomata berdasarkan waktu pengambilan sampel.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

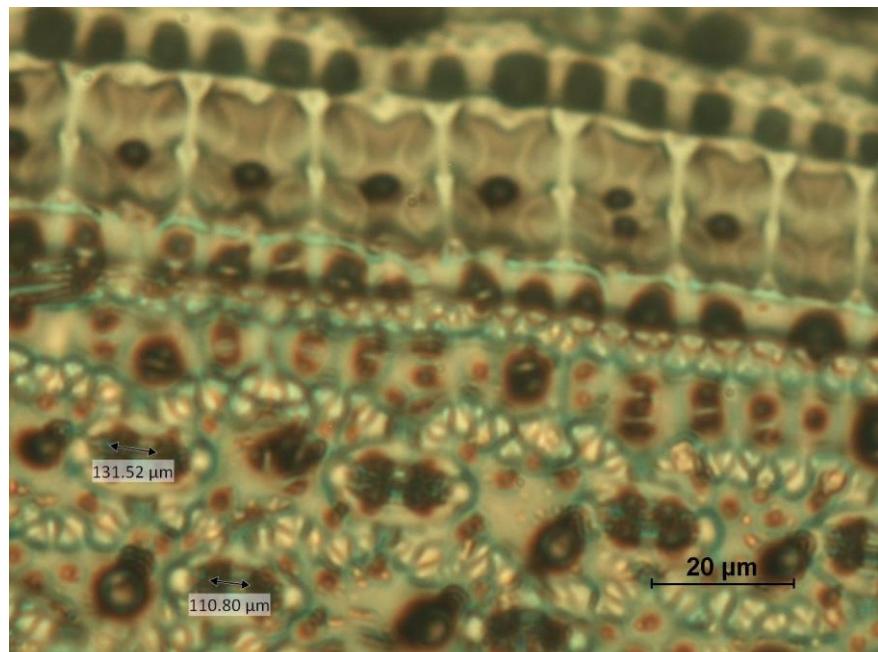
Berdasarkan hasil pengamatan dari pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap tanaman padi, dapat diketahui adanya pengaruh bunyi garengpung terhadap tanaman padi, sehingga didapatkan dampak pengaruh pemaparan bunyi terhadap tanaman antara lain, data bukaan stomata dan data pengukuran berbagai ciri morfologi tanaman padi diantaranya tinggi tanaman, diameter batang, jumlah batang dalam satu rumpun, dan massa hasil panen tanaman padi. baik tanaman yang diberi perlakuan (tanaman eksperimen) dan yang tidak diberi perlakuan (tanaman kontrol).

#### **A. Pengaruh Pemaparan Bunyi “Garengpung” Termanipulasi pada *Peak* Frekuensi 3500 Hz terhadap Luas Bukaan Stomata Daun Padi**

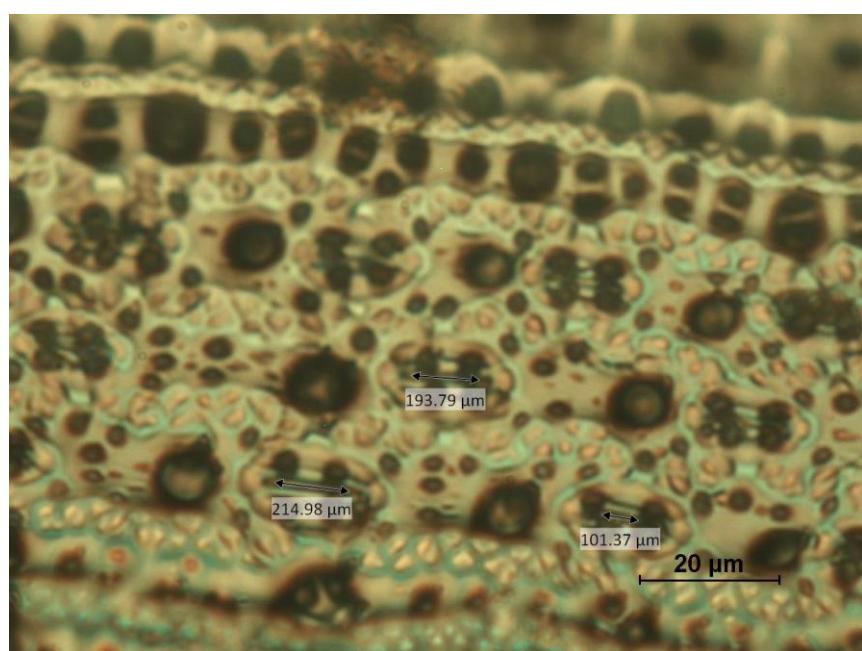
Pengambilan sampel stomata dilakukan pagi hari yaitu pada pukul 7.30 WIB sampai pukul 9.30 WIB pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali yaitu sebelum diberi perlakuan, 30 menit saat diberi perlakuan, dan 15 menit setelah perlakuan di hentikan. Pengambilan stomata diambil pada bagian bawah daun tanaman padi.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui adanya pengaruh pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap luas bukaan stomata daun padi, berikut disajikan contoh gambar

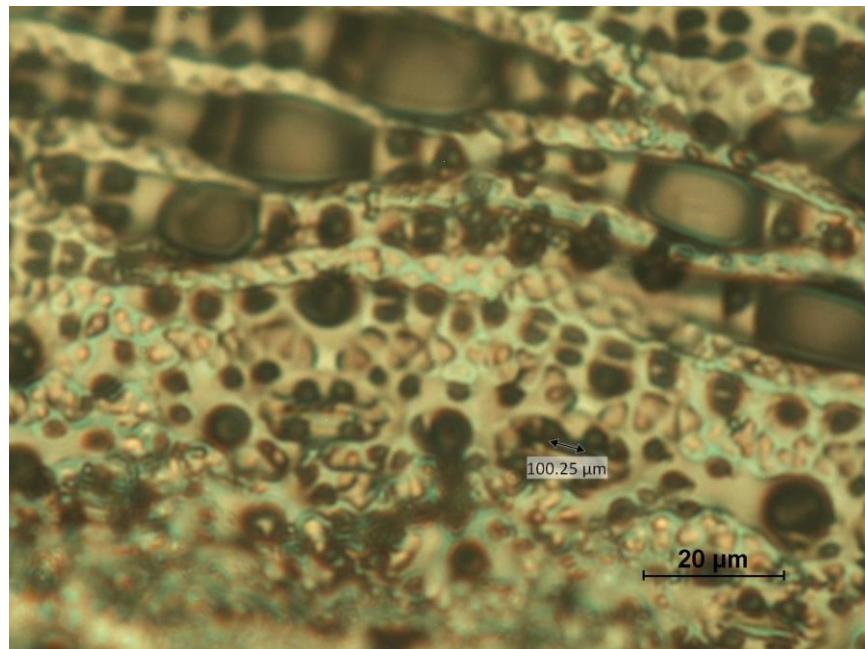
bukaan stomata pada tanaman padi dilahan sawah sebelum, sesaat, dan setelah dipaparkan suara.



(a)



(b)



(c)

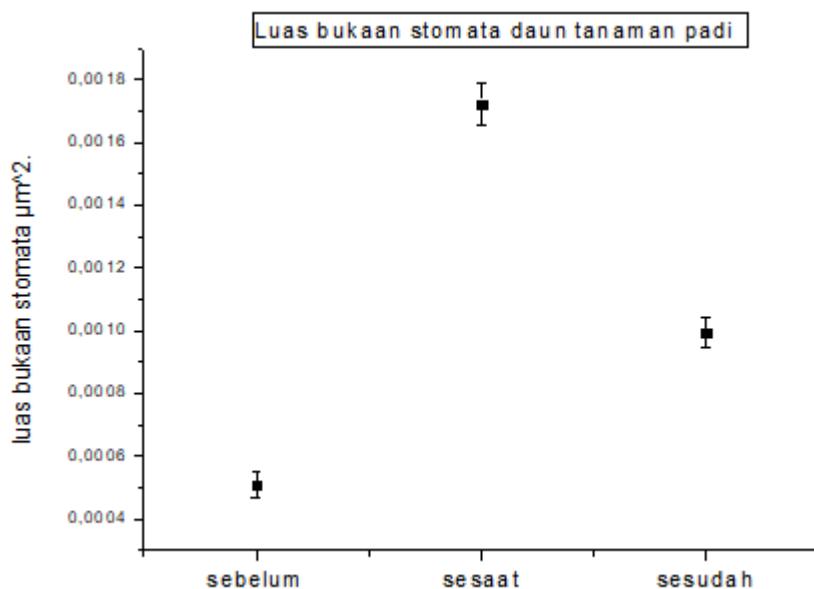
Gambar 11. (a) contoh gambar stomata sebelum dipaparkan bunyi, (b) contoh gambar stomata saat dipaparkan bunyi, (c) contoh gambar stomata setelah dipaparkan bunyi.

Berikut disajikan hasil yang didapatkan berdasarkan pengamatan stomata daun padi yang diberi perlakuan dengan bunyi “garengpung” termanipulasi pada peak frekuensi 3500 Hz,

Tabel 2. Data Pengamatan Bukaan Stomata Daun Tanaman Padi

<b>Kondisi Paparan</b>	<b>Rata- Rata Luasan Stomata</b>
Sebelum	$(0,51 \pm 0,04) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$
Saat	$(1,72 \pm 0,07) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$
Sesudah	$(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$

Tabel 2 Menunjukkan bahwa terdapat pengaruh terhadap luas bukaan stomata daun pada tanaman padi. Sebelum diberi perlakuan luas bukaan stomata adalah  $(0,51 \pm 0,04) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , saat diberi perlakuan 30 menit luas bukaan stomatanya adalah  $(1,72 \pm 0,07) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , sedangkan 15 menit setelah diberi perlakuan dihentikan luas bukaan stomatanya adalah  $(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ .



Gambar 12. Diagram Luas Bukaan Stomata pada Daun Padi

Gambar 13. menunjukkan perbandingan stomata yang sebelum, sedang dan setelah diberikan perlakuan seperti dilihat pada saat diberikan nilai luasan lebih besar . Jika luas bukaan stomata besar, maka penyerapan unsur hara akan berlangsung maksimal sehingga proses fotosintesis juga akan lebih optimal dan laju pertumbuhan tanaman lebih maksimal. Pada proses membuka dan menutupnya stomata di lahan terbuka terdapat faktor lain yang berperan yaitu sinar matahari dan suhu.

## **B. Pengaruh Pemaparan Bunyi “Garengpung” Termanipulasi pada Peak Frekuensi 3500 Hz terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi**

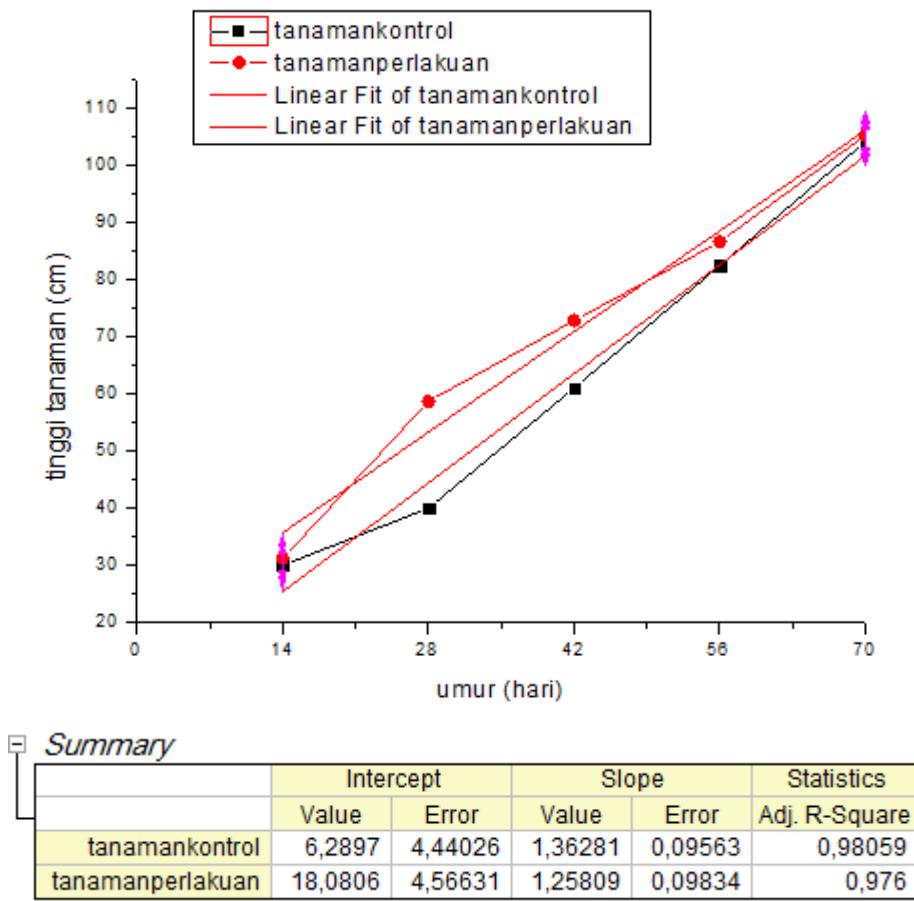
Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data pengukuran berbagai ciri fisik tanaman padi berupa tinggi tanaman tanaman, diameter batang, jumlah batang dalam satu rumpun, dan jumlah batang yang keluar bunga dalam satu rumpun. Adapun dari pengukuran tersebut disajikan dalam bentuk grafik yang berisi perbandingan antara tanaman kontrol dan tanaman perlakuan berdasarkan umur tanaman.

Data hasil perngukuran pertubuhan tanaman diambil dari umur 14 hari hingga umur 70 hari, berikutnya tanaman tidak dilakukan pengambilan data dikarenakan buah tanaman padi yang mulai tumbuh dan mudah rontok.

### **1. Pertumbuhan Tinggi Tanaman**

Tabel 3. Perbandingan Rata-Rata Tinggi Tanaman Perlakuan dan Kontrol

Umur tanaman (hst)	Rata-rata tinggi batang	
	Tanaman kontrol (cm)	Tanaman perlakuan (cm)
14	30,0	31,2
28	40,0	58,7
42	61,0	72,8
56	82,5	86,6
70	104,2	105,3



Gambar 13. Grafik Fit Linear Perbandingan Antara Tinggi Tanaman Kontrol dan Tinggi Tanaman Perlakuan

Dari gambar 14 dapat dilihat terdapat pengaruh dari pemaparan buniyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz walaupun tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Perbedaan pertumbuhan rata-rata tinggi yang cukup signifikan terjadi pada saat umur 28 hari yaitu 40,0 cm untuk tanaman kontrol, dan 58,7 cm untuk tanaman perlakuan. namun saat umur 42 hari sampai 70 hari perbedaan tinggi yang ada mulai berkurang. Rata – rata tinggi tanaman saat umur

70 hari untuk tanaman kontrol 104,2 cm dan 105,3 untuk tanaman perlakuan.

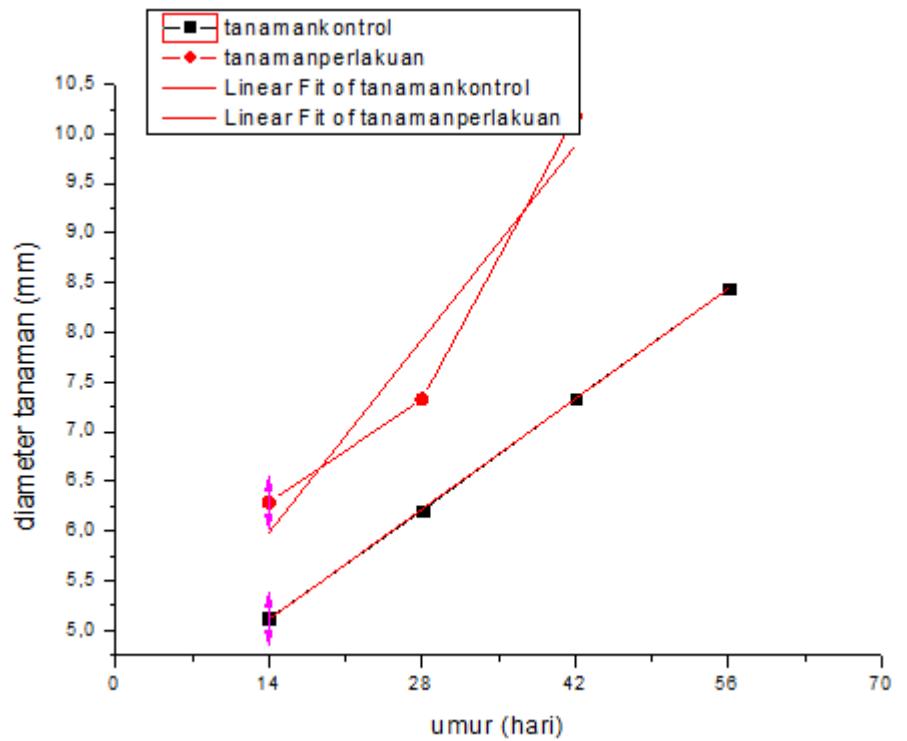
Jika difitting secara linear dapat dilihat bahwa nilai slope untuk tanaman kontrol ialah 1,37 dan untuk tanaman perlakuan 1,26, dengan nilai  $R^2 = 0,98$  untuk tanaman kontrol dan tanaman perlakuan  $R^2 = 0,98$

Dari data diatas diketahui bahwa terdapat pengaruh dari pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap tinggi tanaman padi.

## 2. Pertumbuhan diameter tanaman

Tabel 4. Perbandingan Rata-Rata Diameter Batang Perlakuan dan Kontrol

Umur tanaman (hst)	Rata-rata diameter batang	
	Tanaman kontrol (mm)	Tanaman perlakuan (mm)
14	5,1	6,3
28	6,2	7,3
42	7,3	10,2
56	8,4	6,7
70	7,5	6,5



Gambar 14. Grafik Perbandingan Antara Diameter Tanaman Kontrol dan Diameter Tanaman Perlakuan

Dari gambar 15 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada pertambahan diameter dibandingkan tanaman kontrol. Pada saat berusia 42 hari terjadi perbedaan diameter yang sangat signifikan yaitu 10,18 mm untuk tanaman perlakuan dan 7,34 mm untuk tanaman kontrol. Pada saat umur 56 hari dan 70 hari diameter tanaman perlakuan mengalami penurunan yang sangat drastis, hal ini dikarenakan biji gabah yang sudah keluar sehingga diameter batangnya mengempis.

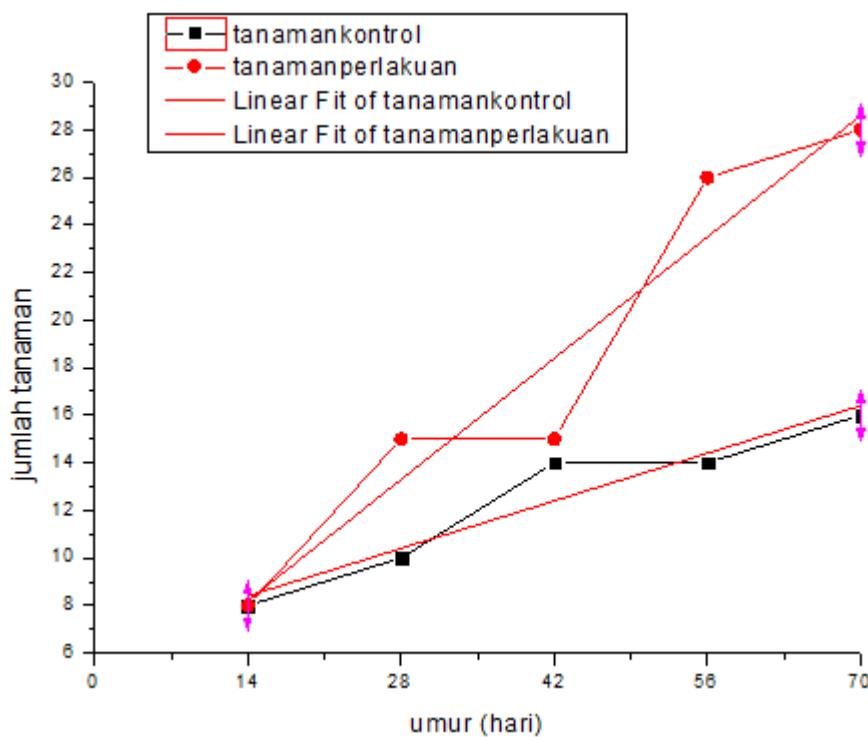
Jika difitting secara linear dapat dilihat bahwa nilai slope untuk tanaman kontrol ialah 0,14 dan untuk tanaman perlakuan 0,08, dengan nilai  $R^2 > 0,90$  untuk tanaman kontrol dan  $R^2 = 0,86$

Dari data diatas diketahui bahwa terdapat pengaruh dari pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap diameter batang tanaman padi.

### **3. Pertumbuhan jumlah tanaman dalam satu rumpun**

Tabel 5. Perbandingan Rata-Jumlah Batang dalam Satu Rumpun Tanaman Perlakuan dan Kontrol

Umur tanaman (hst)	Rata-rata jumlah batang perumpun	
	Tanaman kontrol (cm)	Tanaman perlakuan (cm)
14	8	8
28	10	15
42	14	15
56	14	26
70	16	28



*Summary*

	Intercept		Slope		Statistics
	Value	Error	Value	Error	
tanamankontrol	6,4	1,08321	0,14286	0,02333	0,90123
tanamanperlakuan	3,1	2,78149	0,36429	0,0599	0,89995

Gambar 15. Grafik Perbandingan Antara Jumlah Batang dalam Satu Rumpun Tanaman Kontrol dan Jumlah Tanaman Dalam Satu Rumpun Tanaman Perlakuan

Jumlah batang padi dalam perumpun akan bertambah seiring dengan pertumbuhannya, dari gambar 10 dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh dari pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz yang cukup signifikan terhadap pertambahan jumlah batang perumpunya dibandingkan dengan tanaman kontrol, terutama saat berusia 56 hari hingga 70 hari. jumlah batang perumpun saat berusia 70 hari untuk tanaman kontrol adalah 16 batang sedangkan tanaman perlakuan 28 batang.

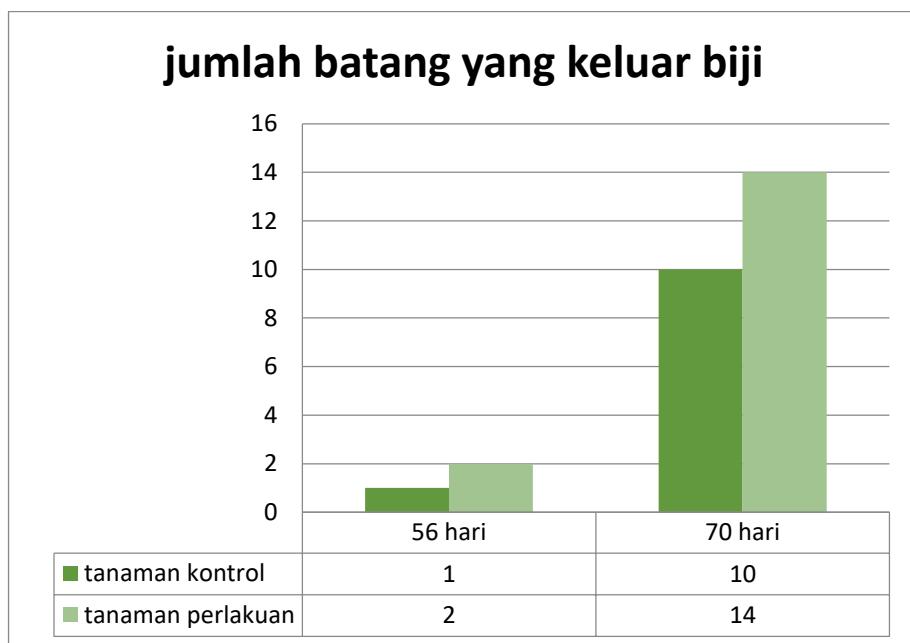
Jika difitting secara linear dapat dilihat bahwa nilai slope untuk tanaman kontrol ialah 0,14 dan untuk tanaman perlakuan 0,36 dengan nilai  $R^2 = 0,90$

Dari data diatas diketahui bahwa terdapat pengaruh dari pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap jumlah batang dalam satu rumpun padi.

#### **4. Pertumbuhan jumlah tanaman yang keluar biji dalam satu rumpun**

Tabel 6. Perbandingan Rata-Rata Jumlah Batang yang Keluar Bunga dalam Satu Rumpun Tanaman Perlakuan dan Kontrol

Umur tanaman (hst)	Rata-rata jumlah batang perumpun	
	Tanaman kontrol (cm)	Tanaman perlakuan (cm)
14	0	0
28	0	0
42	0	0
56	1	2
70	10	14



Gambar 16. Diagram Perbandingan Antara Jumlah Batang yang Keluar Bunga Dalam Satu Rumpun Tanaman Kontrol dan Jumlah Tanaman yang Keluar Bunga Dalam Satu Rumpun Tanaman Perlakuan

Pada gambar 17 dapat dilihat bahwa pada saat tanaman padi berumur 56 hari mulai berbiji. Rata – rata batang yang keluar biji saat berumur 56 hari untuk tanaman kontrol ialah 1 batang dan untuk tanaman perlakuan 2 batang, kemudian saat berumur 70 hari rata – rata batang yang keluar biji untuk tanaman kontrol ialah 10 batang dan untuk tanaman perlakuan 14 batang. Kemudian pertumbuhan jumlah batang yang keluar biji terus bertambah hingga saat panen, namun pengambilan data tidak diteruskan karena dikhawatirkan akan membuat biji padi rontok sehingga mempengaruhi hasil panen

Dari data diatas diketahui bahwa terdapat pengaruh dari pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap jumlah batang yang keluar biji dalam satu rumpun padi.

### **C. Pengaruh Pemaparan Bunyi “Garengpung” Termanipulasi pada Peak Frekuensi 3500 Hz terhadap Produktivitas Massa Hasil Panen Tanaman Padi**

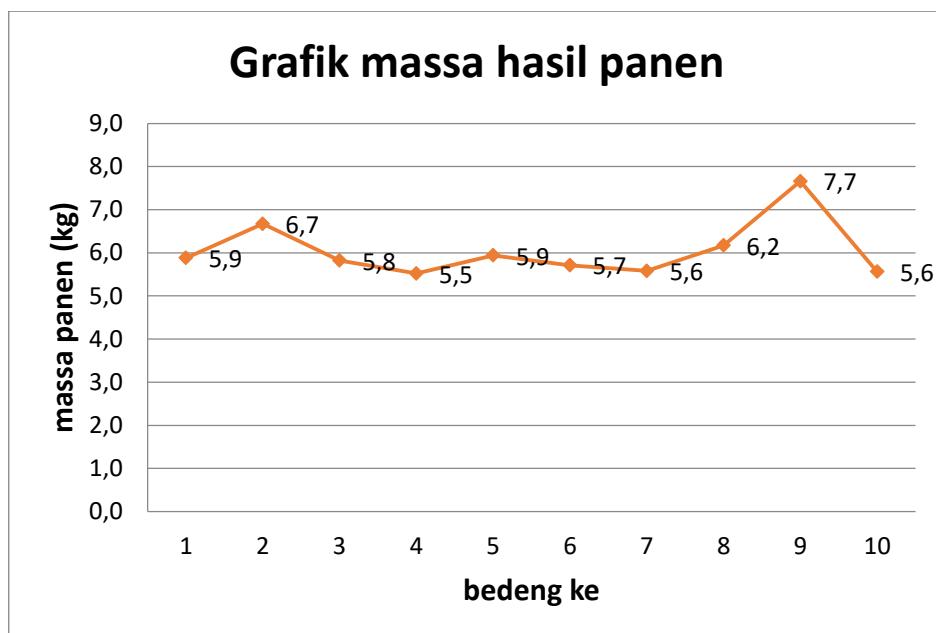
Panen dilakukan pada tanggal 6 november 2017 saat tanaman padi berumur 85 hari baik tanaman perlakuan dan juga tanaman kontrol sedangkan umur panen tanaman padi bibit situ bagendit ialah 100 hari, panen dipercepat dikarenakan faktor hama burung gereja yang memakan biji padi.

Pengukuran produktivitas tanaman dilakukan pada lahan sawah dengan luas (10 x 10) meter dengan pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz, adapun jumlah rumpun dengan luasan 10 x 10 meter untuk tanaman perlakuan 2835 rumpun dan untuk tanaman kontrol 3225 rumpun. Hasil pengukuran massa panen tanaman padi kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel agar dapat dilihat perbedaan dari massa panen tanaman kontrol dan massa panen tanaman perlakuan, berikut disajikan tabel produktivitas dan grafik hasil panen berdasarkan bedeng.

Tabel 7. Produktivitas Tanaman Padi pada Lahan Sawah 10 meter x 10 meter

Bedeng	Tanaman Kontrol			Tanaman Perlakuan		
	Produktivitas (kg)	Jumlah rumpun Tanaman Padi	Rata-rata produktivitas (gram)	Produktivitas (kg)	Jumlah rumpun tanaman Padi	Rata-rata produktivitas (gram)
1	3,2	320	10,0	5,9	315	18,7
2	3,5	321	10,9	6,7	310	21,5

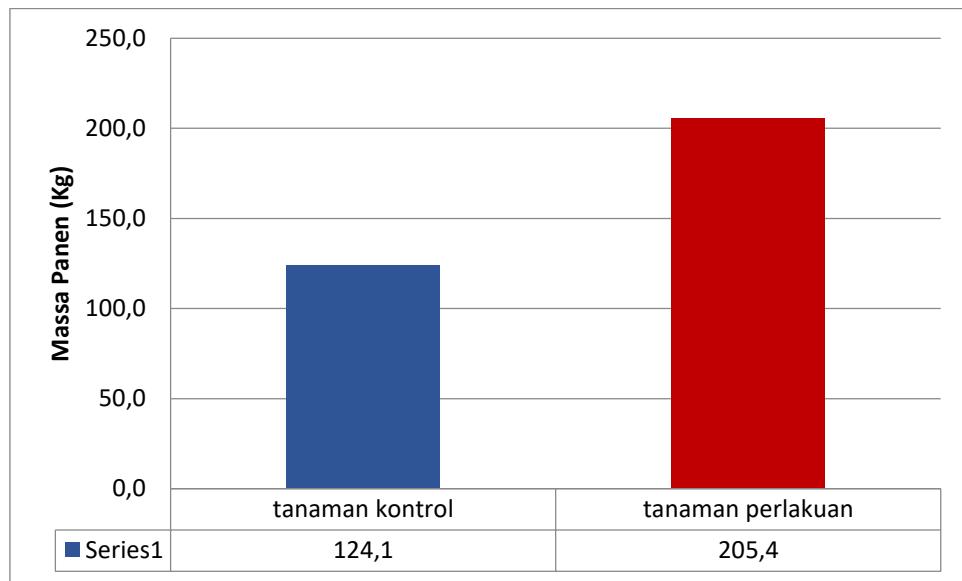
Bedeng	Tanaman Kontrol			Tanaman Perlakuan				
	Produktivitas (kg)	Jumlah rumpun Tanaman Padi	Rata-rata produktivitas (gram)	Produktivitas (kg)	Jumlah rumpun tanaman Padi	Rata-rata produktivitas (gram)		
3	4,0	321	12,5	5,8	310	12,5		
4	3,3	320	10,3	5,5	315	17,5		
5	4,0	325	12,3	5,9	310	19,1		
6	3,2	324	9,9	5,7	310	18,4		
7	3,6	322	11,2	5,6	310	18,0		
8	3,2	325	9,8	6,2	315	19,6		
9	3,5	322	10,9	7,7	320	23,9		
10	3,7	325	11,4	5,6	320	17,4		
Jumlah	35,2	3225	Rata-rata	10,9	60,5	2835	Rata-rata	19,3



Gambar 17. Grafik Massa Panen Berdasarkan Bedeng

Pada gambar 18 dapat dilihat bahwa pada bedeng ke 9 memiliki massa panen paling besar yaitu 7,7 kg dan bedeng ke 4 memiliki massa panen paling kecil yaitu 5,5 kg, dari grafik juga dapat dilihat bahwa massa panen tiap bedengnya relatif sama. Dari pernyataan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak dapat pengaruh dari jarak jauh dekatnya sumber bunyi. Sedangkan pada tabel 4.6. dapat dilihat bahwa produktivitas tanaman perlakuan lebih baik dibandingkan tanaman kontrol. Adapun massa total hasil panen dengan luas 10 meter x 10 meter ialah 60,5 kg untuk tanaman perlakuan dan 35,1 kg untuk tanaman kontrol, sedangkan rata-rata massa panen perumpun adalah 19,3 gram untuk tanaman perlakuan dan 10,9 gram untuk tanaman kontrol.

Adapun untuk massa total secara keseluruhan dengan 30 bedeng baik tanaman kontrol dan tanaman perlakuan ditampilkan dalam diagram gambar 20.



Gambar 18. Diagram Perbandingan Massa Total Hasil Panen Tanaman Kontrol dan Tanaman Perlakuan.

Pada gambar 20 dapat dilihat bahwa produktivitas tanaman dengan pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz jauh lebih baik dibanding dengan tanpa pemaparan. Diketahui bahwa massa panen untuk tanaman kontrol ialah 124,1 kg dan untuk tanaman perlakuan 205,4 kg. Adapun faktor yang membuat massa panen tanaman perlakuan lebih baik dari tanaman kontrol adalah karena perbedaan jumlah batang tiap rumpunnya sangat signifikan.

#### **D. Pengaruh Taraf Intesitas Bunyi (Db) terhadap Produktivitas Tanaman Padi**

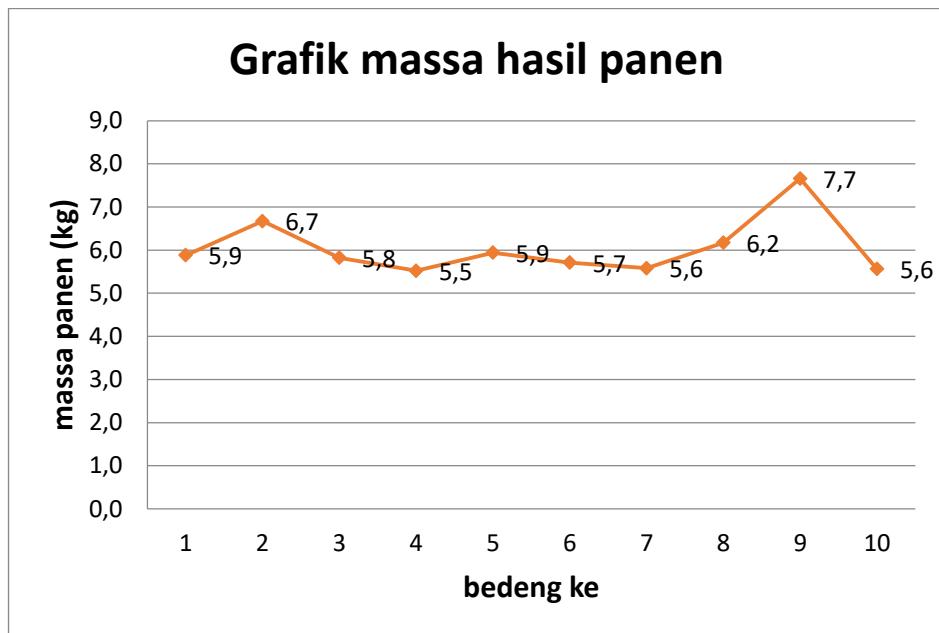
Setelah diketahui bahwa terdapat pengaruh pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi yang dibuktikan dengan data hasil pengukuran ciri fisik tanaman padi yang berupa tinggi tanaman, diameter

batang, jumlah batang dalam satu rumpun, dan jumlah batang yang keluar bunga dalam satu rumpun serta massa hasil panen tanaman padi, diperlukan analisis mengenai pengaruh dari taraf intensitas bunyi bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz guna mengetahui taraf intensitas yang tepat untuk dipaparkan ke tanaman padi.

Berikut disajikan hasil pengukuran taraf intensitas bunyi bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz dan grafik massa hasil panen.

Tabel 8. Taraf Intensitas Bunyi pada Lahan Sawah

Posisi Tanaman	Interval Kuat lemah Bunyi (dB)
Bedeng 1	79.1 - 79.6
Bedeng 2	78.9 - 79.3
Bedeng 3	78.4 - 79.2
Bedeng 4	77.8 – 78.6
Bedeng 5	77.2 - 78.1
Bedeng 6	75.6 - 76.7
Bedeng 7	73.8 - 74.7
Bedeng 8	73.3 - 74.5
Bedeng 9	72.7 - 73.6
Bedeng 10	72.1 – 73



Gambar 19. Grafik Massa Panen Berdasarkan Bedeng

Dari tabel 8 telah diketahui rentang taraf intensitas bunyi bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz. kemudian pada gambar 20 dapat dilihat bahwa hasil panen tiap bedeng cenderung memiliki nilai yang hampir sama, hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh dari besar nilai taraf intensitas bunyi pada rentang (72,1-79,6) dB.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Dari analisis dan pembahasan data, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz mempengaruhi besar luas bukaan stomata daun tanaman padi. Dengan luas bukaan sebelum diberi perlakuan adalah  $(0,51 \pm 0,01) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , saat diberi perlakuan 30 menit luas bukaan stomatanya adalah  $(1,72 \pm 0,07) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , sedangkan 15 menit setelah diberi perlakuan dihentikan luas bukaan stomatanya adalah  $(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ .
2. Pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi. Pertumbuhan tanaman perlakuan dan tanaman kontrol saat usia 70 hst berturut - turut antara lain yaitu, tinggi 105,3 cm dan 104,2 cm, diameter 10,2 mm dan 7,3 mm , jumlah batang dalam satu rumpun 28 dan 16, dan jumlah batang yang keluar biji dalam satu rumpun 14 dan 10.
3. Pemaparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 3500 Hz mempengaruhi produktivitas tanaman padi, dengan massa hasil panen tanaman perlakuan dan tanaman kontrol berturut – turut yaitu 204,4 kg dan 124,1 kg.

4. Taraf Intensitas bunyi yang terpapar dengan rentang (72,1-79,6) dB tidak mempengaruhi produktivitas tanaman padi.

## **B. Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan terdapat banyak hal yang perlu ditingkatkan, adapun beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemaparan bunyi pada tanaman terhadap daya tahan tanaman terhadap hama dan virus.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemaparan bunyi pada tanaman terhadap nilai gizi yang terkandung.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pemaparan bunyi pada tanaman terhadap nilai kualitas dari hasil panen

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Young & Freedman. (2003). *Fisika Universitas*, Jakarta: Erlangga
- Giancoli. (2001). *FISIKA Edisi Kelima Jilid 1*, Jakarta: Erlangga
- Suparyono & Agus Setyono. (1993). *Padi*, Jakarta: PT Penebar Swadaya
- Ishaq Mohammad. 2007. *Fisika Edisi Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Jewett Serway. 2009. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Teknik.
- Kadarisman Nur, Purwanto A, Rosana D. 2011. *Peningkatan laju pertumbuhan dan produktivitas tanaman kentang (Solanum Tuberosum L.).melalui pekifasi variable fisis gelombang akustik pada pemumukan daun (melalui perlakuan variasi peak frekuensi)*. Prosiding seminar nasional penelitian dan penerapan MIPA .UNY
- Esti B. Hidayat, (1995). *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung :ITB
- Mediastika, Cristina E. 2005. *Akustika Bangunan Prinsip-Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Jakarta : Erlangga
- Salisbury, F.B., dan Cleon W. R. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB
- Salisbury, F.B., dan Cleon W. R. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Bandung: ITB
- Yayan Sutrian. (2011). *Anatomi Tumbuh - Tumbuhan*, Jakarta: Rineka Cipta
- Dr.Eva Banowati & Sriyanto, S.Pd.,M.Pd. (2013). *geografi pertanian*. Yogyakarta: Ombak.

Luthfi Fatah (2007). *Dinamika Pembangunan Pertanian dan Pedesaan*. Jakarta:

Pustaka Banua

Fatonah, Siti, et.al. "Penentuan Waktu Pembukaan Stomata Pada Gulma

Melastoma malabatricum L. di Perkebunan Gambir Kempar, Riau".

Jurnal Biospesies.No. 2.2013

<https://www.liputan6.com/bisnis/read/3227061/cek-jumlah-beras-yang-diimpor-ri-dalam-5-tahun>, *Cek Jumlah Beras yang Diimpor RI dalam 5 Tahun*,

diakses pada pukul 21.17 WIB 19 juli 2018

<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/865>, *Produksi Padi Menurut*

*Provinsi (ton), 1993-2015*, diakses pada pukul 21.17 WIB 19 juli 2018

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Luas Bukaan Stomata

#### Sebelum Pemaparan Bunyi

No	Luas bukaan stomata	
	Panjang x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .	Lebar x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .
1	129,41	11,99
2	94,21	1,00
3	134,13	1,00
4	118,43	1,00
5	101,20	12,01
6	110,83	1,00
7	59,21	1,00
8	107,95	9,96
9	111,79	9,96
10	131,52	9,96
11	110,80	9,96
12	112,75	1,00
13	85,68	1,00
14	89,71	10,51
15	97,04	9,96
Rata – rata x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .	106,31	6,09
Luas Bukaan	$(0,51 \pm 0,04) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$	

### Saat Pemaparan Bunyi

No	Luas bukaan stomata	
	Panjang x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .	Lebar x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .
1	242,29	13,28
2	240,57	9,96
3	236,18	16,61
4	135,95	13,28
5	124,45	16,94
6	196,50	13,70
7	201,97	10,51
8	162,77	16,61
9	160,87	9,96
10	198,45	13,28
11	214,98	13,28
12	193,79	9,96
13	101,37	9,96
14	91,52	13,70
15	135,04	13,70
16	118,36	13,28
17	115,69	9,96
18	160,55	13,28
19	174,48	13,70
20	175,58	13,28
21	179,46	13,28
22	157,23	13,70
Rata – rata x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .	169,00	12,96
Luas Bukaan	$(1,72 \pm 0,07) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$	

### Sebelum Pemaparan Bunyi

No	Luas bukaan stomata	
	Panjang x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .	Lebar x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .
1	131,52	9,96
2	143,59	9,96
3	124,45	9,96
4	126,16	9,96
5	88,24	9,96
6	99,42	9,96
7	107,13	9,96
8	169,33	13,28
9	87,47	9,96
10	100,25	10,51
11	168,28	9,96
12	143,16	9,96
13	105,24	9,96
14	105,24	9,96
15	157,23	9,96
Rata – rata x $10^{-3}$ $\mu\text{m}^2$ .	123,78	10,22
Luas Bukaan	$(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$	

**Lampiran 2. Pertumbuhan tanaman padi pada laahan sampel berukuran 10 x 10 meter dengan 50 rumpun sampel**

**1) Tinggi tanaman (cm)**

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
1	33,0	57,3	71,9	87,4	104,9	30,0	41,1	55,0	78,5	102,5
2	32,0	53,0	77,2	87,2	104,6	30,2	38,3	58,1	78,3	101,9
3	34,0	58,1	72,3	87,4	97,8	31,2	42,0	66,2	89,7	113,9
4	35,0	55,3	71,9	84,3	101,1	30,0	35,5	58,1	78,4	99,8
5	29,0	64,0	76,3	87,5	105,0	29,8	38,7	55,6	75,6	96,2
6	33,0	64,0	81,3	83,2	99,8	28,6	34,0	54,3	73,3	93,1
7	31,0	64,4	76,6	87,5	105,0	30,3	37,3	72,2	97,4	96,8
8	33,0	57,1	72,2	83,2	91,5	32,6	41,1	54,2	73,2	92,4
9	29,0	62,9	72,3	88,4	120,4	29,0	36,6	61,5	83,0	105,1
10	31,0	58,4	74,5	85,3	113,3	30,8	42,8	80,0	108,0	102,6
11	26,0	61,2	75,3	83,4	107,4	29,8	36,0	55,8	75,3	95,6
12	30,0	55,1	69,5	84,5	92,5	30,2	37,4	51,6	69,6	90,4
13	25,0	53,4	72,4	87,1	104,2	30,0	36,5	59,0	79,6	103,8
14	34,0	58,0	66,0	85,6	102,2	29,8	42,0	58,8	79,3	101,5
15	31,0	61,2	73,5	83,4	100,8	28,2	47,8	59,0	79,5	103,5
16	28,0	64,0	74,3	84,7	101,4	31,5	37,4	68,0	91,8	108,4
17	33,0	56,9	69,5	85,2	102,2	29,7	37,5	65,5	88,5	115,5
18	33,0	59,0	72,0	82,0	98,4	31,9	39,2	54,5	73,5	95,5
19	31,0	60,3	71,6	87,1	115,4	30,6	42,6	65,4	88,2	108,6
20	31,0	53,1	77,3	84,5	101,4	31,2	38,5	55,1	74,5	96,5
21	34,0	61,8	66,4	79,5	103,5	30,2	37,1	59,1	79,7	103,1
22	29,0	65,5	71,4	81,3	105,9	29,9	38,1	60,3	81,4	105,2
23	29,6	56,6	76,7	78,5	102,0	35,4	44,2	56,5	76,5	99,4
24	32,0	57,4	75,3	83,7	108,1	29,4	41,5	67,8	91,3	118,9
25	32,0	57,6	70,5	107,0	114,1	27,1	44,0	63,2	85,2	110,6
26	32,0	51,9	74,5	84,5	109,9	31,2	40,4	61,0	82,5	107,5
27	32,0	60,5	71,2	87,0	113,1	30,3	35,3	64,4	86,4	112,3
28	31,0	63,6	75,7	83,1	99,7	30,9	38,6	68,9	93,5	117,5
29	32,0	57,5	69,0	100,3	120,4	32,0	47,5	60,3	81,5	105,5
30	30,4	50,0	71,3	104,5	125,4	29,0	39,0	56,6	76,1	98,3
31	33,0	57,4	70,4	87,1	104,5	35,2	43,0	66,6	89,1	102,3
32	30,0	50,0	70,6	81,3	97,6	31,2	39,4	59,1	79,5	103,5
33	32,0	57,4	82,0	87,8	105,4	35,7	45,0	60,8	82,8	107,4
34	35,0	59,4	64,6	88,4	106,1	32,1	34,0	67,6	91,2	108,6

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
35	36,0	62,9	69,0	85,4	102,5	3,4	40,0	63,2	85,4	111,2
36	31,0	53,2	81,0	90,1	108,1	30,7	38,5	66,8	90,1	117,1
37	29,0	56,9	65,5	89,5	107,4	31,0	45,8	55,8	75,3	97,9
38	33,0	57,1	64,5	97,1	113,7	30,0	44,1	60,7	81,8	106,4
39	29,0	58,7	69,1	87,6	102,2	28,8	44,2	63,4	85,6	111,2
40	34,0	56,3	71,3	85,6	100,2	27,3	45,5	57,3	77,3	100,4
41	30,0	60,1	72,1	89,1	104,7	36,0	47,2	57,3	77,6	100,8
42	31,0	53,4	71,6	80,1	93,7	30,5	40,1	66,2	89,4	116,2
43	31,0	67,5	66,3	79,2	99,0	28,0	40,2	54,8	73,9	96,7
44	32,0	57,5	80,4	83,2	104,0	27,8	41,9	68,1	92,0	99,6
45	31,0	57,6	71,2	84,2	105,2	31,6	38,3	60,2	81,2	105,6
46	33,0	61,5	77,2	87,1	108,5	28,6	49,2	62,5	84,4	109,2
47	32,0	62,2	75,6	91,3	114,5	30,0	42,5	61,9	83,5	108,5
48	28,0	64,4	78,5	94,2	117,5	33,0	44,4	59,6	80,4	104,5
49	32,0	60,0	74,3	86,5	103,8	30,0	4,2	55,7	75,2	97,7
50	22,0	60,5	76,2	78,5	94,2	28,4	43,8	57,8	78,0	101,4
Rata rata	31,2	58,7	72,8	86,6	105,3	30,0	40,0	61,0	82,5	104,2

**2) Diameter tanaman (mm)**

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
1	6,7	4,4	11,4	6,8	7,4	6,1	6,0	4,8	6,3	5,8
2	6,5	4,9	8,2	9,2	6,1	4,2	4,5	8,5	9,5	8,6
3	4,9	5,3	9,8	6,2	6,2	5,0	6,2	8,6	9,9	8,1
4	7,2	5,9	11,3	5,8	6,8	5,7	7,3	6,2	7,1	6,3
5	5,9	4,4	10,4	6,1	6,7	4,9	4,8	7,3	8,5	7,5
6	6,8	4,8	9,0	6,7	7,3	5,0	6,9	8,1	7,3	6,8
7	5,7	4,3	10,2	7,4	6,1	4,9	5,5	9,2	10,5	9,4
8	6,2	6,0	9,3	6,8	7,8	6,1	5,7	7,4	8,3	8,3
9	6,4	5,9	11,1	7,5	6,5	5,2	6,2	9,6	10,9	10,9
10	7,2	4,0	12,6	8,6	7,4	5,6	6,3	8,0	9,2	9,2
11	7,5	4,8	9,1	6,3	5,7	4,9	5,6	7,8	8,7	8,7
12	6,2	4,1	10,0	3,7	8,3	4,4	6,1	7,1	8,6	8,6
13	4,0	5,0	11,3	6,8	6,3	5,3	6,8	9,2	10,8	10,8
14	6,0	7,2	11,1	9,0	4,9	4,5	5,5	7,0	8,1	8,0
15	7,7	5,5	12,6	9,1	9,2	5,2	4,6	7,6	8,7	8,8
16	6,2	9,0	10,2	8,0	8,9	5,1	7,3	7,6	8,5	5,5
17	6,6	5,7	10,5	6,7	7,7	4,5	5,6	6,9	7,5	6,5
18	5,9	8,6	9,4	7,5	8,5	4,6	6,8	9,5	10,5	9,5
19	5,9	5,5	10,7	6,4	7,5	4,4	4,6	5,2	5,5	4,6
20	3,3	8,2	10,0	6,9	6,7	4,8	6,2	9,6	11,4	10,6
21	7,2	7,3	10,1	7,4	7,8	5,1	6,7	7,5	8,1	7,3
22	4,7	6,2	11,6	6,4	6,9	5,3	7,7	7,7	8,6	7,5
23	5,5	8,1	11,0	9,0	7,3	5,1	5,7	5,9	6,8	6,3
24	6,4	8,5	10,7	8,7	8,2	4,9	6,3	5,9	6,9	7,9
25	7,0	7,8	10,1	7,3	6,4	5,0	6,0	8,1	9,1	10,0
26	6,7	8,6	10,7	6,8	6,7	6,2	5,9	6,8	7,8	8,6
27	5,2	7,6	8,1	5,4	5,2	4,9	4,9	9,0	11,2	7,4
28	7,6	7,9	11,6	5,4	5,8	5,4	5,9	6,7	8,4	5,9
29	7,8	6,3	9,9	5,8	5,9	5,3	5,2	8,1	10,1	7,8
30	5,7	9,6	10,1	6,8	6,6	4,6	5,9	6,2	7,7	6,0
31	6,6	11,2	9,6	7,0	6,2	4,2	5,9	8,4	8,5	5,5
32	6,5	3,3	8,3	7,1	5,7	4,9	5,5	8,4	10,6	7,5
33	9,3	10,4	10,5	8,2	6,5	4,6	6,9	7,4	9,2	6,4
34	5,5	8,6	10,3	8,4	6,7	5,8	4,7	8,6	9,9	6,6
35	8,2	9,2	9,9	5,4	4,2	5,1	5,5	5,7	6,5	5,8
36	6,3	7,7	9,3	4,9	8,3	5,5	6,8	6,3	7,5	6,6
37	6,5	10,5	8,9	5,0	4,9	5,2	7,4	6,4	7,3	6,7
38	7,5	9,6	12,0	6,7	5,6	4,5	7,5	8,4	9,6	8,4
39	7,0	9,7	10,0	6,5	8,2	5,2	7,1	7,4	8,5	7,5
40	7,1	8,3	11,2	5,4	4,3	6,0	8,9	5,5	6,2	5,9

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
41	6,0	8,4	10,2	5,0	4,9	6,6	6,5	8,5	9,6	8,4
42	6,0	7,7	8,9	8,2	7,8	5,1	7,4	9,2	10,5	9,5
43	6,1	9,7	10,2	8,0	6,5	5,2	6,4	6,8	7,7	6,4
44	5,4	10,8	12,2	1,8	7,4	4,8	8,6	6,6	7,9	7,1
45	7,4	7,2	10,0	7,4	5,2	5,3	5,7	5,6	6,3	5,7
46	5,2	8,4	8,7	6,8	5,4	5,5	7,6	6,3	7,6	6,7
47	5,2	8,8	8,9	5,6	5,0	5,7	5,9	5,9	6,8	6,3
48	6,0	8,8	11,5	4,8	6,4	5,0	6,3	6,2	7,1	7,3
49	6,4	8,3	7,5	6,1	4,9	4,5	5,6	6,5	7,4	6,6
50	4,4	8,8	9,4	6,2	4,9	5,1	6,2	6,1	7,5	6,5
Rat a rata		6,3	7,3	10,2	6,7	6,5	5,1	6,2	7,3	8,4
										7,5

**3) Jumlah batang dalam satu rumpun**

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
1	10	15	16	17	18	7	14	13	16	15
2	6	13	14	16	21	9	7	13	15	15
3	11	14	15	23	30	9	16	20	17	22
4	9	13	14	33	30	8	10	18	15	20
5	11	12	13	0	20	7	6	12	13	14
6	10	12	13	26	36	7	18	10	11	12
7	10	15	16	21	36	7	10	23	12	25
8	10	13	14	28	31	6	10	18	15	20
9	8	14	15	27	29	7	8	15	13	17
10	9	13	14	38	30	8	13	24	20	26
11	11	14	15	23	24	6	8	18	16	20
12	12	11	12	26	30	5	9	10	14	12
13	8	18	19	32	24	8	5	11	15	13
14	9	17	18	20	30	9	10	16	13	18
15	14	16	17	30	28	7	29	17	14	19
16	5	15	16	29	27	5	12	19	16	21
17	8	14	15	36	31	9	11	14	11	12
18	10	11	17	32	22	8	8	7	9	10
19	11	16	14	29	27	6	10	15	12	18
20	9	17	15	19	24	9	8	10	15	13
21	8	18	16	29	33	9	9	13	14	16
22	6	18	16	31	35	10	5	8	16	11
23	7	19	18	29	27	9	11	19	15	22
24	11	17	16	25	31	9	6	10	14	13
25	8	18	17	33	26	5	13	12	15	15
26	6	19	18	18	31	10	12	13	14	16
27	9	18	17	31	24	9	10	12	13	15
28	8	17	16	27	26	8	10	12	13	15
29	4	16	15	30	32	9	11	13	14	16
30	9	24	15	33	32	8	12	14	15	17
31	8	9	8	21	39	8	11	17	12	20
32	6	14	13	16	36	9	10	6	15	9
33	8	15	14	33	29	6	12	6	14	9
34	5	16	15	28	22	7	13	12	13	15
35	9	18	16	37	29	8	9	10	11	12
36	11	16	16	21	30	7	9	8	10	10

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
37	8	15	16	28	30	15	15	14	15	16
38	9	16	14	30	21	8	9	8	13	10
39	7	14	15	15	19	9	6	10	11	12
40	8	15	16	16	43	13	8	12	15	14
41	7	13	14	26	37	9	6	15	16	17
42	7	16	17	17	23	8	12	15	12	17
43	7	12	13	27	20	7	12	14	15	16
44	11	13	14	37	31	8	10	26	15	28
45	9	15	16	23	18	7	10	13	12	15
46	10	14	15	29	24	8	9	16	15	18
47	7	15	16	33	15	12	9	14	13	16
48	5	16	17	30	19	6	10	11	10	13
49	10	15	16	25	24	9	11	15	14	17
50	3	14	15	28	28	11	10	10	12	12
Rata rata	8	15	15	26	28	8	10	14	14	15

**4) Jumlah tanaman yang keluar biji dalam satu rumpun**

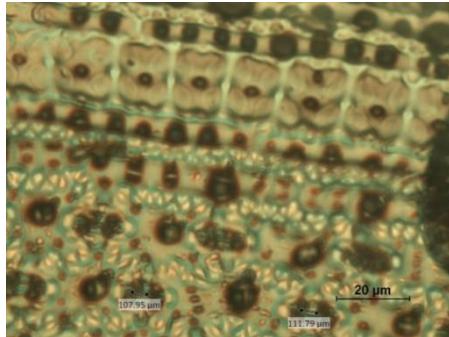
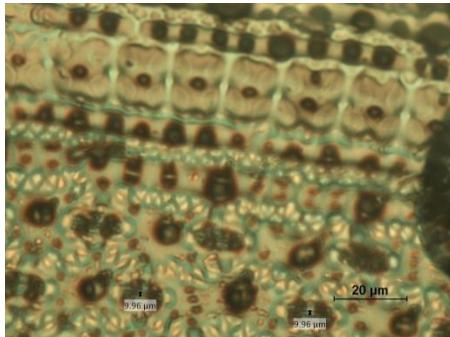
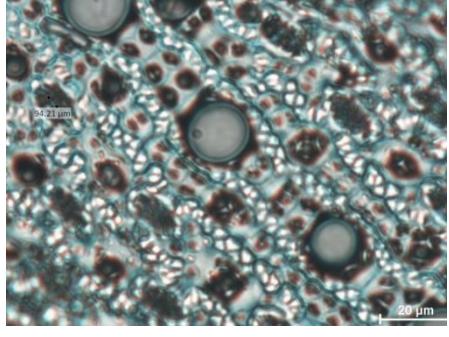
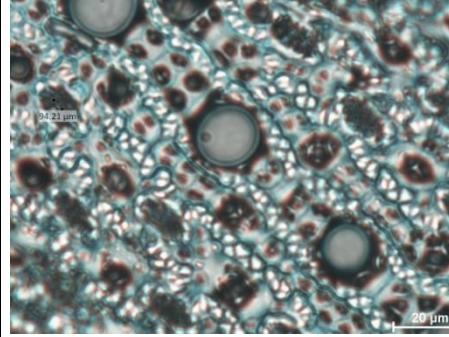
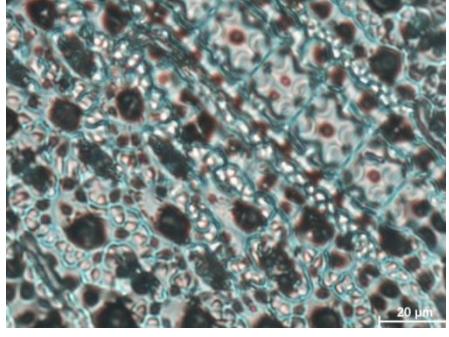
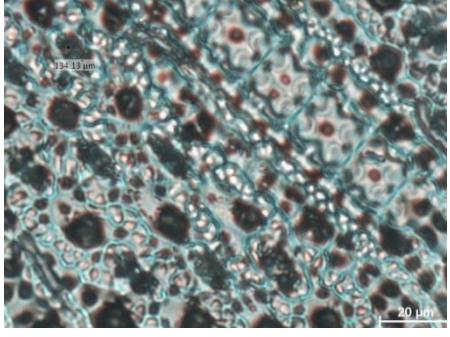
No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
1	0	0	0	0	13	0	0	0	1	7
2	0	0	0	1	12	0	0	0	2	6
3	0	0	0	1	11	0	0	0	1	8
4	0	0	0	2	9	0	0	0	0	6
5	0	0	0	4	7	0	0	0	1	7
6	0	0	0	0	6	0	0	0	1	5
7	0	0	0	0	11	0	0	0	1	4
8	0	0	0	1	12	0	0	0	2	9
9	0	0	0	2	11	0	0	0	1	8
10	0	0	0	1	10	0	0	0	2	7
11	0	0	0	2	13	0	0	0	0	11
12	0	0	0	0	11	0	0	0	1	8
13	0	0	0	2	17	0	0	0	0	13
14	0	0	0	0	17	0	0	0	0	12
15	0	0	0	1	15	0	0	0	1	11
16	0	0	0	2	14	0	0	0	0	10
17	0	0	0	1	14	0	0	0	2	9
18	0	0	0	0	11	0	0	0	0	8
19	0	0	0	2	16	0	0	0	0	12
20	0	0	0	1	15	0	0	0	3	14
21	0	0	0	0	13	0	0	0	0	11
22	0	0	0	1	17	0	0	0	0	13
23	0	0	0	2	16	0	0	0	2	12
24	0	0	0	0	16	0	0	0	1	14
25	0	0	0	4	16	0	0	0	1	13
26	0	0	0	4	15	0	0	0	2	9
27	0	0	0	0	17	0	0	0	3	8
28	0	0	0	1	15	0	0	0	1	7
29	0	0	0	2	14	0	0	0	0	13
30	0	0	0	2	20	0	0	0	4	11
31	0	0	0	0	9	0	0	0	1	7
32	0	0	0	3	14	0	0	0	2	13
33	0	0	0	4	14	0	0	0	2	14
34	0	0	0	0	15	0	0	0	3	13
35	0	0	0	1	16	0	0	0	0	9
36	0	0	0	2	14	0	0	0	1	8
37	0	0	0	3	14	0	0	0	1	7
38	0	0	0	0	15	0	0	0	2	11
39	0	0	0	1	13	0	0	0	1	12
40	0	0	0	2	14	0	0	0	1	14

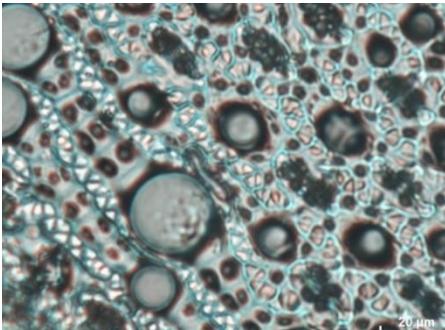
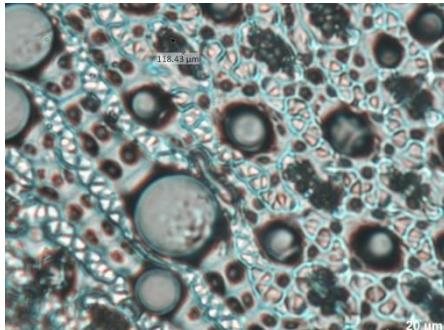
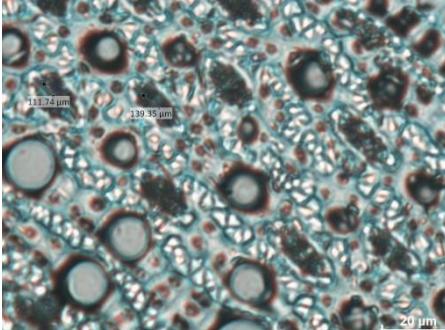
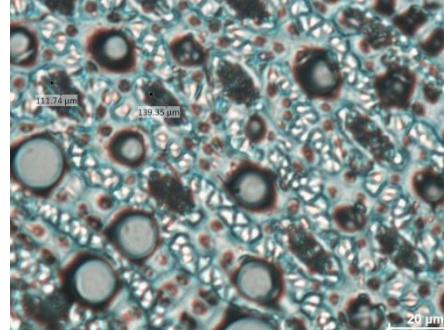
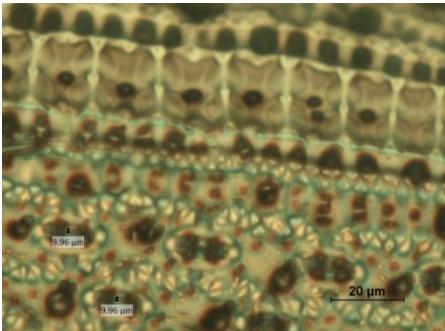
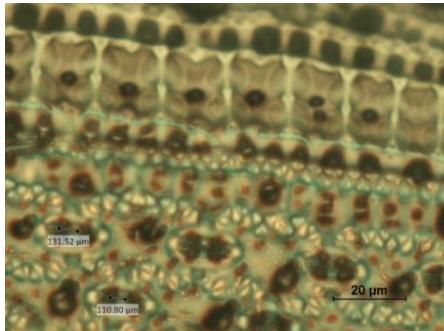
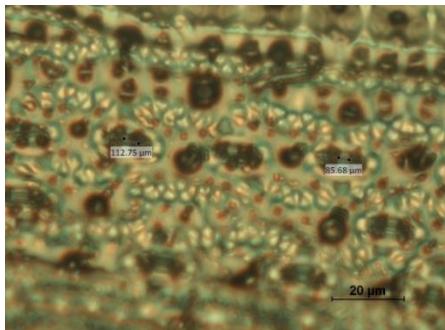
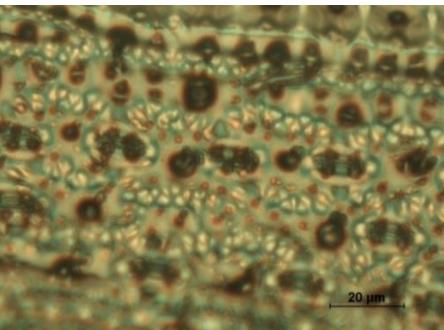
No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
41	0	0	0	0	13	0	0	0	2	9
42	0	0	0	1	15	0	0	0	0	8
43	0	0	0	1	11	0	0	0	0	7
44	0	0	0	3	12	0	0	0	0	6
45	0	0	0	4	15	0	0	0	1	11
46	0	0	0	5	13	0	0	0	0	9
47	0	0	0	1	14	0	0	0	0	8
48	0	0	0	3	15	0	0	0	0	14
49	0	0	0	4	15	0	0	0	1	12
50	0	0	0	2	13	0	0	0	1	8
Rata rata	0	0	0	2	14	0	0	0	1	10

**Lampiran 2. Panen Tanaman Padi (*Oriza Sativa*) pada Lahan Sampel Berukuran 10x10 Meter (Bedeng 1-Bedeng 10)**

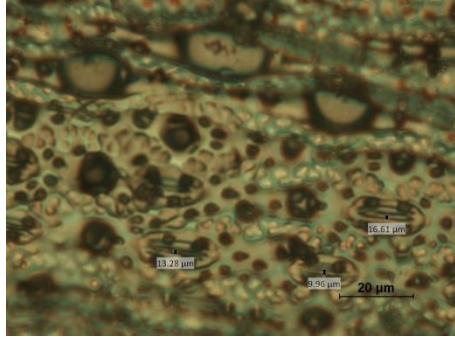
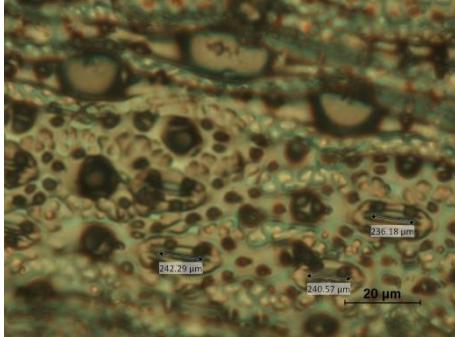
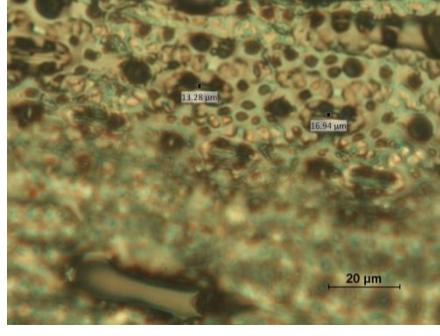
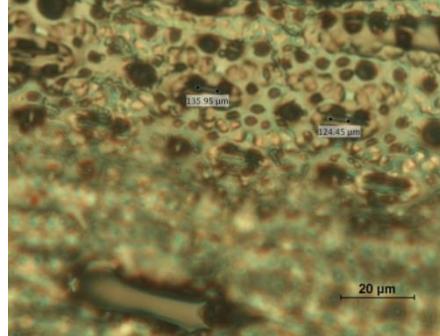
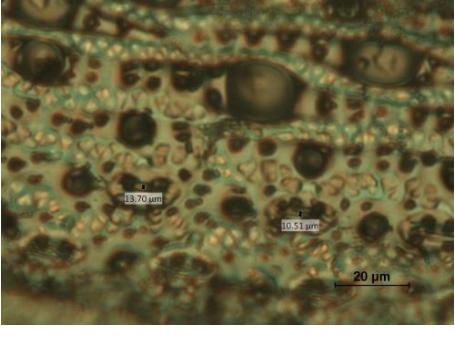
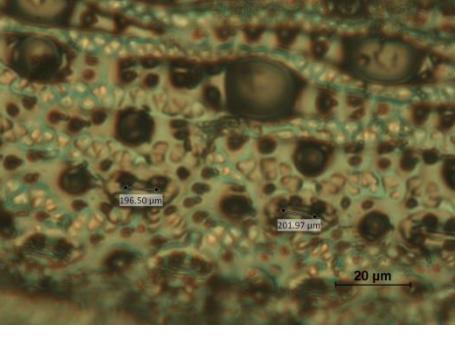
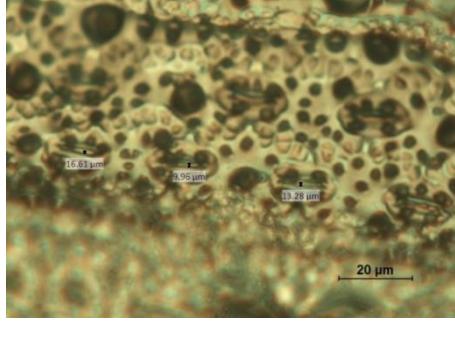
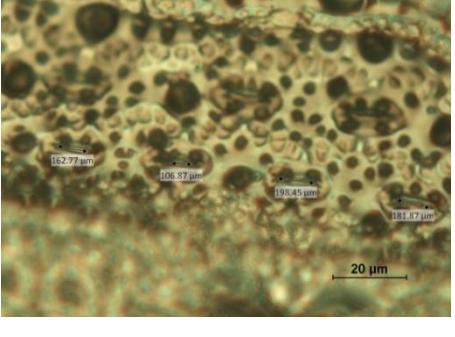
Bedeng	Produksivitas (Kg)		Jumlah Tanaman		Rata-rata Produksivitas (gram)	
	Kontrol	Perlakuan	Kontrol	Perlakuan	Perlakuan	Kontrol
1	3,2	5,9	320	315	18,7	10
2	3,5	6,7	321	310	21,5	11
3	4	5,8	321	310	12,5	12
4	3,3	5,5	320	315	17,5	10
5	4	5,9	325	310	19,1	12
6	3,2	5,7	324	310	18,4	10
7	3,6	5,6	322	310	18,0	11
8	3,2	6,2	325	315	19,6	10
9	3,5	7,7	322	320	23,9	11
10	3,7	5,6	325	320	17,4	11
Jumlah	35,2	60,5	3225	3135	19,3	11

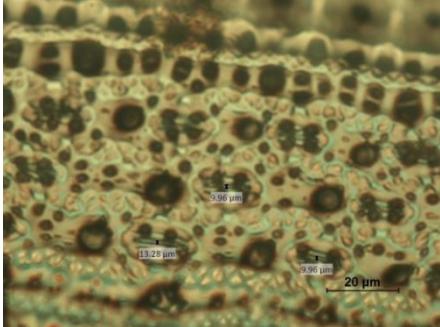
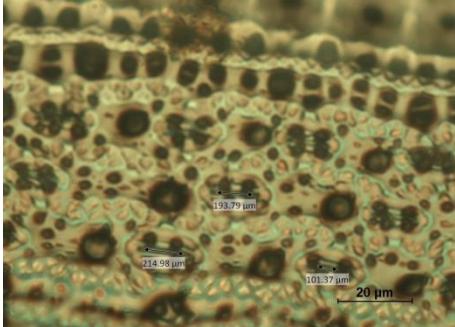
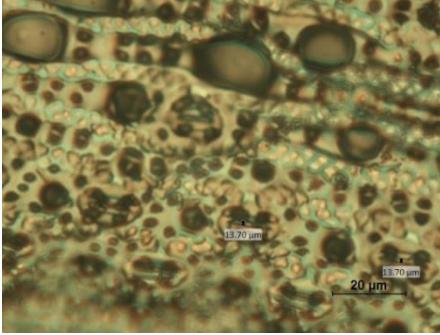
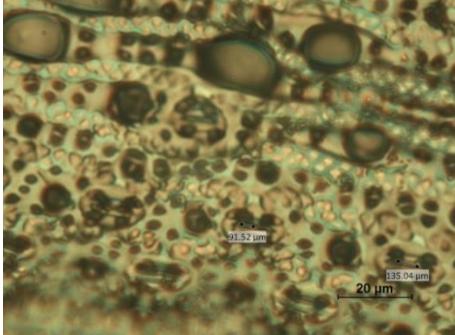
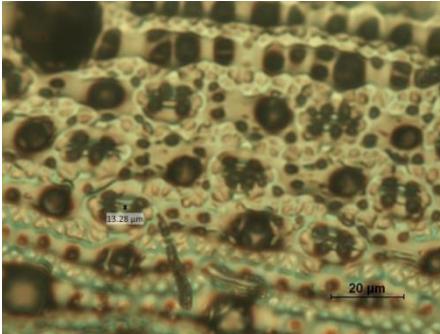
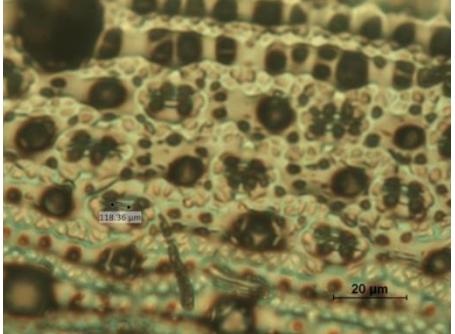
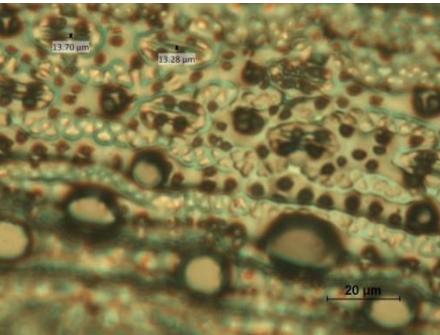
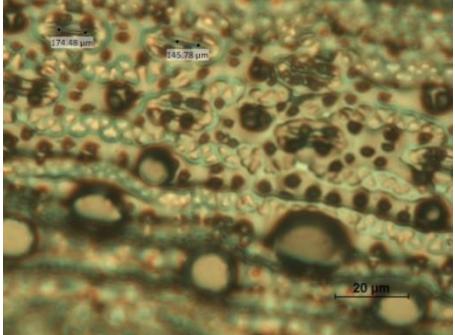
### Lampiran 3. Dokumentasi Luas Bukaan Stomata

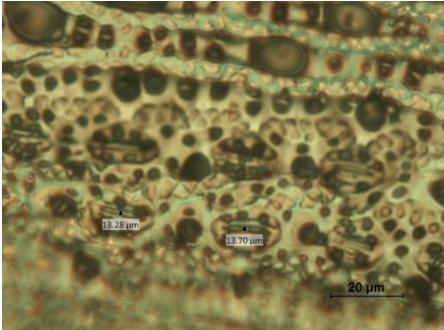
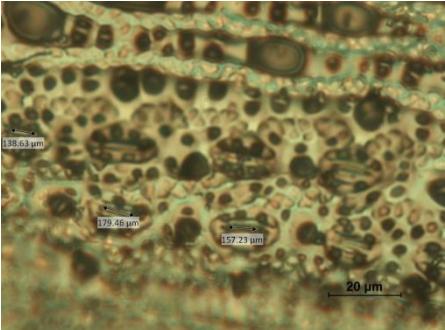
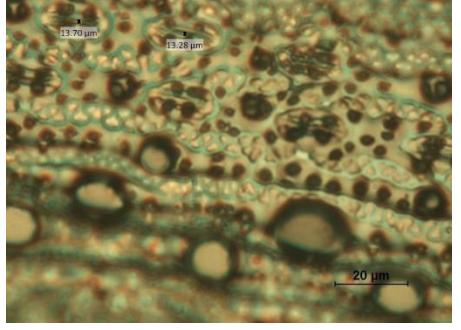
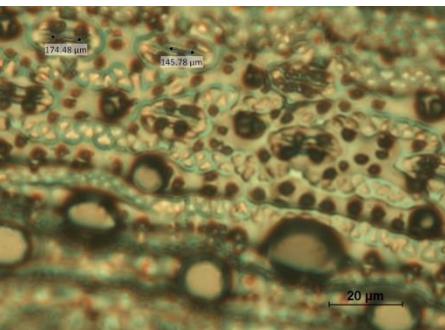
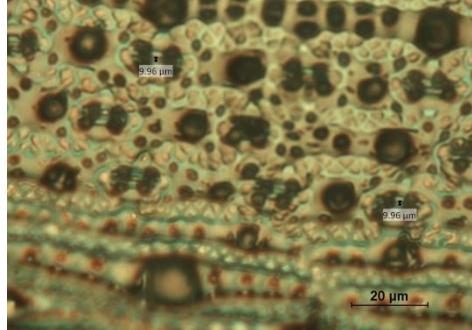
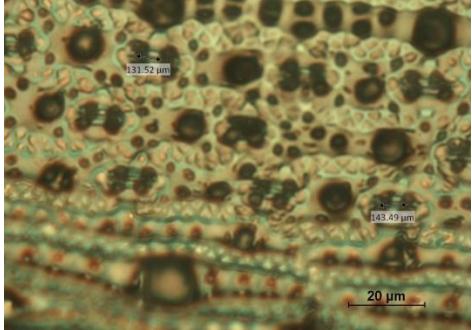
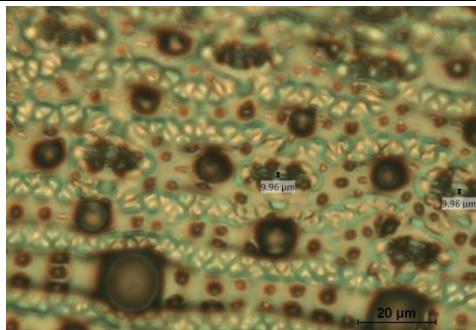
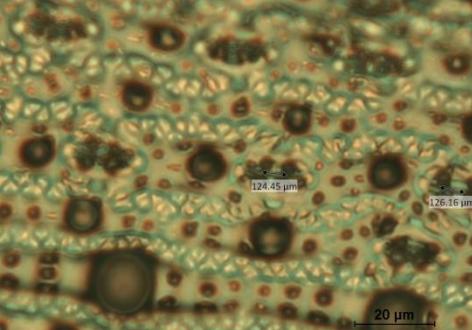
No.	Diameter a	Diameter b
	Sebelum	
1.		
2.		
3.		

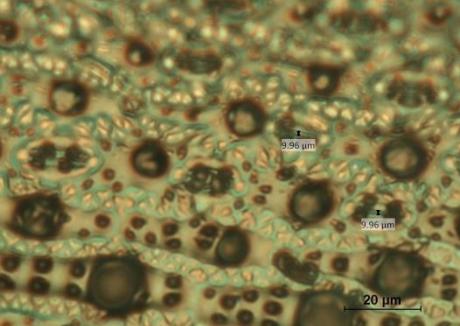
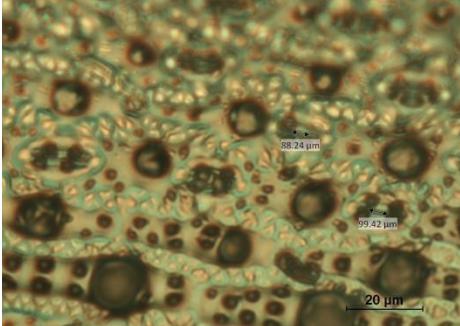
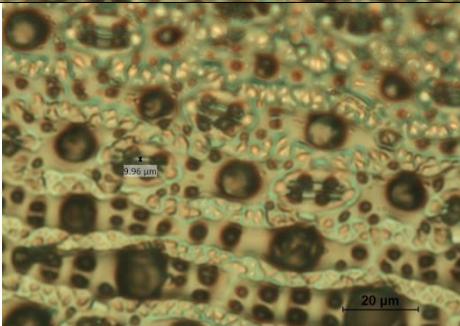
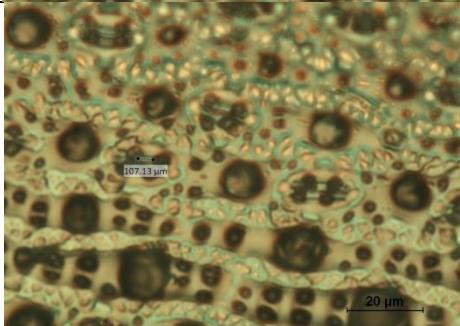
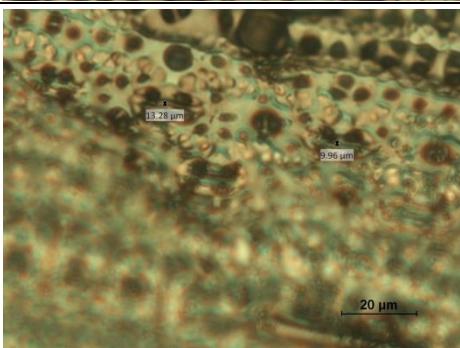
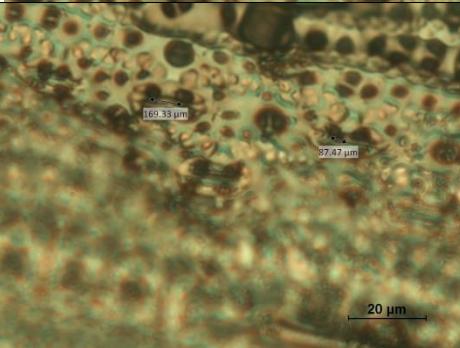
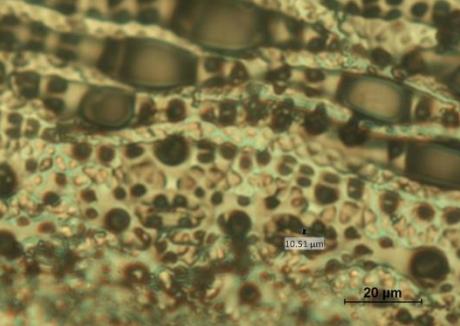
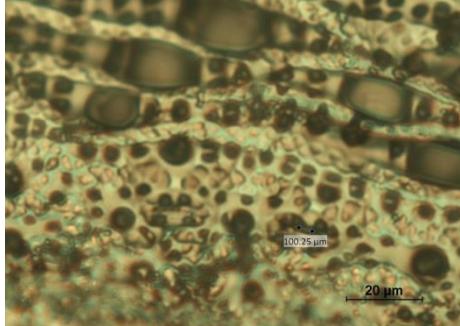
No.	Diameter a	Diameter b
	Sebelum	
4.		
5.		
6.		
7.		

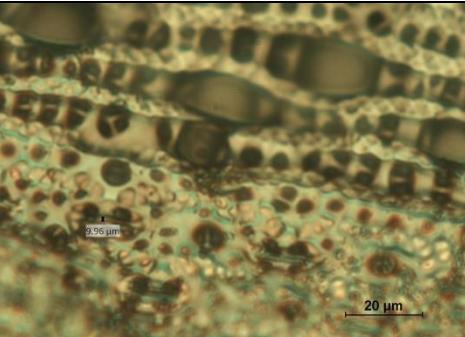
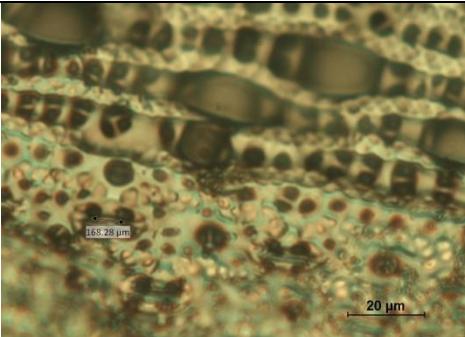
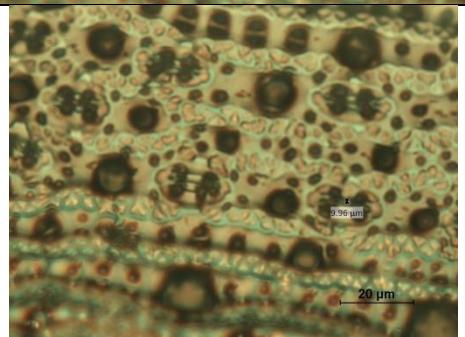
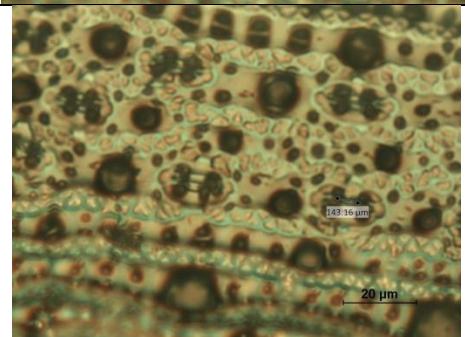
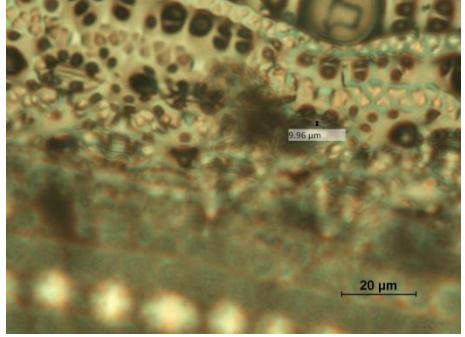
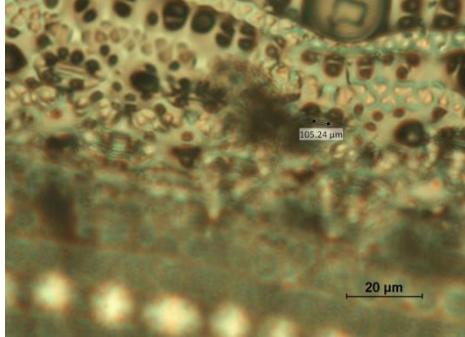
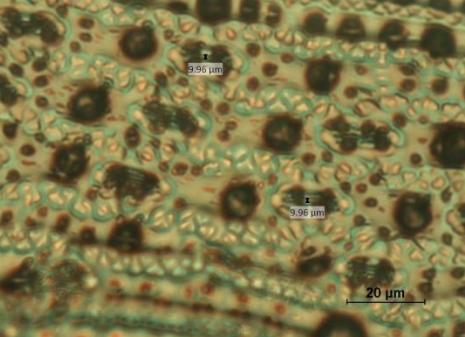
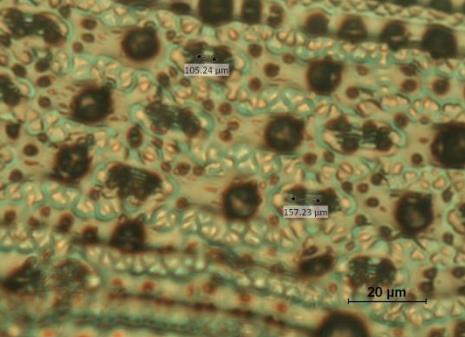
No.	Diameter a	Diameter b
	Sebelum	
8.		
9.		
10.		
No.	Sesaat	

No.	Diameter a	Diameter b
	Sebelum	
1.		
2.		
3.		
4.		

No.	Diameter a	Diameter b
	Sebelum	
5.		
6.		
7.		
8.		

No.	Diameter a	Diameter b
	Sebelum	
9.		
10.		
Sesudah		
1.		
2.		

No.	Diameter a	Diameter b
	Sebelum	
3.		
4.		
5.		
6.		

No.	Diameter a	Diameter b
	Sebelum	
7.		
8.		
9.		
10.		

#### Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

 <p><b>lahan 1</b></p> <p><b>Lokasi Pengambilan Data Tanaman Kontrol</b></p>	 <p><b>Lokasi Pengambilan Data Tanaman Perlakuan</b></p>
	
 <p><b>Pengambilan data tinggi tanaman padi</b></p>	 <p><b>Pengambilan data diameter tanaman padi</b></p>



**pengelompokan bedeng pada saat panen**



**Panen dilakukan dengan cara memotong bagian atas batang tanaman padi**



**Hasil panen tanaman padi yang dimasukkan dalam karung**



**Alat pemisah gabah**



**Batang bagian atas tanaman padi yang dimasukkan kedalam alat**

<b>pemisah gabah</b>	
----------------------	--