

**PENGARUH SUMBER BUNYI GARENGPUNG (*Dundubia manifera*)
TERMANIPULASI PADA *PEAK* FREKUENSI 4000 Hz 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

Muhamad Idris

NIM 14306141051

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

2018

**PENGARUH SUMBER BUNYI GARENGPUNG (*Dundubia manifera*)
TERMANIPULASI PADA *PEAK* FREKUENSI 4000 Hz TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS
TANAMAN PADI (*Oryza sativa*)
Oleh**

**Muhamad Idris
14306141051
ABSTRAK**

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap luas bukaan stomata daun, pertumbuhan, produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*) dan mengetahui pengaruh kuat lemah bunyi yang digunakan terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*).

Penelitian ini menggunakan bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz yang dipaparkan pada lahan padi dengan luas (10x10) m² dan diamati perbedaan dengan lahan kontrol (tanpa perlakuan). Validasi frekuensi dilakukan dengan menganalisis spektrum gelombang menggunakan program *Octave 4.2.1*. Data yang diamati 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) dan produktivitas tanaman padi berupa berat kotor dan dianalisis menggunakan *Origin 6.1* dan *Microsoft Excel 2013*. Taraf intensitas bunyi diukur dengan menggunakan *sound level meter*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata luas bukaan stomata sebelum, saat dan sesudah diberi perlakuan secara berurutan $(0,51 \pm 0,04) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, $(1,82 \pm 0,06) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ dan $(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$. Data pertumbuhan rata-rata tanaman pada akhir pengukuran yaitu pada umur 70 hari setelah tanam (hari) untuk tanaman perlakuan dan kontrol berturut-turut yaitu tinggi tanaman $(105,51 \pm 0,5)$ cm dan $(104,16 \pm 0,5)$ cm, diameter tanaman $(7,953 \pm 0,005)$ cm dan $(7,447 \pm 0,005)$ cm, jumlah tanaman dalam satu rumpun (31 ± 1) tanaman dan (16 ± 1) tanaman, jumlah batang yang keluar biji (22 ± 1) tanaman dan (10 ± 1) tanaman. Produktivitas tanaman perlakuan lebih baik dibandingkan tanaman kontrol. Tanaman perlakuan dari 2757 rumpun diperoleh hasil panen sebesar 75 kg sementara untuk tanaman kontrol dari 3225 rumpun diperoleh hasil panen sebesar 35,1 kg. Intensitas bunyi garengpung yang terukur menggunakan *Sound Level Meter* berada dalam interval 79,6 dB - 72,1 dB.

Kata kunci: bunyi “garengpung”, *sonic bloom*, tanaman padi, stomata, pertumbuhan tanaman, produktivitas tanaman.

**THE EFFECT OF GARENGPUNG (*DUNDUBIA MANIFERA*) PEAK
FREQUENCY-MANIPULATED SOUND EXPOSURE 4000 Hz ON THE
RICE (*ORYZA SATIVA*) GROWTH AND PRODUCTIVITY**

By
Muhamad Idris
14306141051

ABSTRACT

*The present study aimed at discovering the effect of garengpung (*Dundubia manifera*) manipulated sound exposure on frequency 4000 Hz on the stomata 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 study employed 4000 Hz garengpung (*dundubia manifera*) peak-frequency manipulated that was exposed on the 10x10 m² rice land and was differentiated with the controlled land (without treatment). Frequency validation was done by analyzing the wave spectrum by using Octave 4.2.1 program. The data being analyzed consisted of stomata 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 and was analyzed by using Origin 6.1 and Microsoft Excel 2013. The sound intensity was measured by using sound level meter.*

The result of the present study showed that the average of stomata aperture before, during, and after being treated consecutively was $(0,51 \pm 0,04) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, $(1,82 \pm 0,06) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ and $(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$. The data of the crop growth at the end of measurement in the age of 70 days after planting for the experimental and control crop consecutively was $(105,5 \pm 0,5)$ cm and $(104,2 \pm 0,5)$ cm for the crop height, $(7,953 \pm 0,005)$ cm and $(7,447 \pm 0,005)$ cm for the crop' diameter, (31 ± 1) and (16 ± 1) crops for the amount of crop' cognate, (22 ± 1) and (10 ± 1) crops for the amount of stems with seed. The productivity of the experimental crop was better than the control crop. Out of 2757 clusters of experimental crops, 75 kilograms of yields were obtained, while, out of 3225 clusters of the control crops, 35.1 kilograms of yields were obtained. The intensity of garengpung sound measured using Sound Level Meter was in the interval of 79.6 dB - 72.1 dB.

Keywords: Garengpung' sound, sonic bloom, rice, stomata, crop' growth, crop' productivity.

SURAT PERNYATAAN

PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGARUH PAPARAN BUNYI GARENGPUNG (*Dandubia manifera*)
TERMANIPULASI *PEAK FREQUENCY* 4000 Hz TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN JAGUNG
(*Oriza Sativa*.)**

Disusun oleh:

Muhamad Idris
14306141051

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 30-05-2018

Menyetujui,
Pembimbing



Nur Kadarikman, M.Si

NIP. 19640205 199101 1 00

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi
**PENGARUH SUMBER BUNYI GARENGPUNG (*DUNDUBIA MANIFERA*)
TERMANIPULASI *PEAK FREQUENCY* 4000 Hz TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI
(*Oriza sativa*)**

Disusun Oleh:
Muhamad Idris
14306141051

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

Pada tanggal 31 Mei 2018

Dewan Penguji

Nama	Jabatan	Tanda tangan	Tanggal
Nur Kadarisman M.Si	Ketua Penguji		5-06-2018
Dyah Kurniawati A., M.Sc	Penguji Pendamping		4-06-2018
Supardi, M.Si	Penguji Utama		4-06-2018

Yogyakarta, 5 / 6 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,

Dr. Hartono
NIP. 19620329 198702 1 002

SURAT PERNYATAAN

PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGARUH PAPARAN BUNYI GARENGPUNG (*Dundubia manifera*)
TERMANIPULASI *PEAK FREQUENCY 4000 Hz* TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN JAGUNG
(*Oriza Sativa.*)**

Disusun oleh:

Muhamad Idris
14306141051

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta,.....

Menyetujui,

Pembimbing

Nur Kadarisman.M.Si

NIP. 19640205 199101 1 00

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGARUH SUMBER BUNYI GARENGPUNG (*DUNDUBIA MANIFERA*)
TERMANIPULASI *PEAK FREQUENCY* 4000 Hz TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI
(*Oriza sativa*)**

Disusun Oleh:
Muhamad Idris
14306141051

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

Pada tanggal 31 Mei 2018

Dewan Penguji

Nama	Jabatan	Tanda tangan	Tanggal
Nur Kadarisman M.Si	Ketua Penguji
Dyah Kurniawati A., M.Sc	Penguji Pendamping
Supardi, M.Si	Penguji Utama

Yogyakarta, Mei 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,

Dr. Hartono

NIP. 19620329 198702 1 002

MOTTO

**IMAN, ILMU, AMAL
YAKIN, USAHA, SAMPAI
Serius, Santai, Sukses**

PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan karya ini untuk :

Apa dan Ama, terimakasih tak terhingga atas usaha, do'a dan kasih sayang tiada terhingga kepada anakmu ini sehingga dapat mencapai tingkat sarjana. Semoga anak mu bisa menjadi anak sholeh yang membanggakan orangtua.

Miftahul Rizka, Ikhwan Husaini Mubarak. Adik-adik yang sangat kusayangi, semoga kita dapat memberikan kebahagiaan dan kebanggaan kepada orang tua dan keluarga besar kita.

Uda-uni, dunsanak nan dikampuang jo di Jogja tarimo kasih nan sagadang-gadangnyo untuak dukungan dan do'anyo.

Teruntuk dosen-dosen di jurusan pendidikan fisika yang telah mengajarkan berbagai bidang ilmu kepada saya sebagai bekal masa depan saya.

Rekan-rekan penelitian payungan ABH. Azwar, Reni, Melda, Sidik terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan.

Teman-teman di Kolega Fisika, HIMAFI, HMI-Al-Farabi UNY dan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu saya ucapkan terimakasih atas dukungan dan bantuan selama ini.

Keluarga besar Surau Tuo Institute yang menjadi saudara di parantauan.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan lancar. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai sosok teladan dalam kehidupan. Tugas akhir skripsi ini berjudul **PENGARUH SUMBER BUNYI GARENGPUNG (*Dundubia manifera*) TERMANIPULASI PADA *PEAK* FREKUENSI 4000 Hz TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa*).**

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**”.

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. Prof. Dr. Sutrisna Wibawa, M.Pd selaku rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dr. Hartono selaku Dekan FMIPA UNY yang telah mengesahkan skripsi ini.
3. Yusman Wiyatmo, M.Si selaku Kajurdik Fisika FMIPA UNY atas segala izin yang diberikan.

4. 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.
5. Keluarga Bapak Ponimin dan Ibu Sipon yang telah bersedia membantu menyediakan lahan untuk penelitian ini, serta pengetahuan-pengetahuan yang diberikan pengetahuan mengenai pertanian.
6. Pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan baik dalam banyak hal. Kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan untuk kebaikan metode, proses dan pemulisan penelitian dikemudian hari. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi kontribusi dalam pengembagann ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 2018

Penyusun

Muhamad Idris

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II.....	8
A. Gelombang Bunyi	8
B. Validasi Frekuensi Garengpung.....	15
C. Pengaruh Bunyi Terhadap Tanaman	17
D. Kajian Tentang Tanaman Padi	19
E. Kajian Tentang Stomata.....	22
F. Kerangka Berpikir	25
BAB III	27
A. Waktu Dan Tempat Penelitian	27

B. Objek Penelitian	27
C. Variabel Penelitian	28
D. Alat Dan Bahan	29
E. Prosedur Penelitian.....	30
F. Teknik Analisis Data Hasil Pengamatan Tanaman Padi.....	41
BAB IV	42
A. Pengaruh pemaparan bunyi garengpung termanipulasi pada <i>peak</i> frekuensi 4000 Hz terhadap luas bukaan stomata pada daun tanaman padi.....	42
B. Pengaruh pemaparan bunyi garengpung termanipulasi pada <i>peak</i> frekuensi 4000 Hz terhadap pertumbuhan tanaman padi	47
C. Pengaruh pemaparan bunyi garengpung termanipulasi pada <i>peak</i> frekuensi 4000 Hz terhadap produktivitas tanaman padi	57
D. Pengaruh taraf intensitas bunyi (dB) bunyi garengpung termanipulasi pada <i>peak</i> frekuensi 4000 Hz terhadap produktivitas tanaman padi.....	60
BAB V.....	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Karakteristik padi Situ Bagendit	21
Tabel 2 langkah pengambilan data stomata daun padi.....	35
Tabel 3 Tabel luas bukaan stomata daun padi sebelum, saat dan sesudah diberi paparan bunyi garengpung	45
Tabel 4 Tabel rata-rata tinggi tanaman perlakuan dan tanaman kontrol.....	47
Tabel 5 Hasil uji linearitas tinggi tanaman padi perlakuan dan kontrol	49
Tabel 6 Tabel rata-rata diameter tanaman padi perlakuan dan kontrol.....	50
Tabel 7 Hasil uji linearitas tinggi tanaman padi perlakuan dan kontrol	52
Tabel 8 Tabel jumlah batang tanaman padi dalam satu rumpun.....	54
Tabel 9 Tabel jumlah batang yang keluar biji pada tanaman kontrol dan tanaman perlakuan.	55
Tabel 10 Tabel jumlah batang yang keluar biji pada tanaman kontrol dan tanaman perlakuan.....	57
Tabel 11 Tabel hasil pengukuran taraf intensitas bunyi.	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bentuk gelombang transversal dan longitudinal.....	8
Gambar 2 Diafragma pengeras suara	9
Gambar 3 Frekuensi gelombang	11
Gambar 4 Macam-macam keluaran gelombang bunyi	12
Gambar 5 Menunjukan keras lemahnya bunyi.	13
Gambar 6 Pengaruh suhu terhadap perambatan bunyi.....	15
Gambar 7 Menunjukkan bentuk gelombang bunyi garengpung termanipulasi peak frekuensi 4000 Hz hasil validasi	16
Gambar 8 Spektrum sinyal bunyi garengpung pada <i>peak</i> frekuensi 4016 Hz	16
Gambar 9 Denah penelian dan penempatan sumber bunyi.....	31
Gambar 10 Penempatan sumber bunyi	32
Gambar 11 Pembatas bedeng dari tali rafia.	33
Gambar 12 Pengukuran tinggi tanaman padi	34
Gambar 13 Pengukuran diameter batang tanaman padi.....	35
Gambar 14 hasil pengamatan bukaan stomata garengpung	44
Gambar 15 Grafik hubungan luas bukaan stomata daun terhadap waktu pemaparan bunyi garengpung.	45
Gambar 16 Grafik hubungan antara rata-rata tinggi tanaman (cm) dan umur tanaman (hari)	48
Gambar 17 Grafik hubungan rata-rata diameter batang (cm) dan umur tanaman (hari).....	51
Gambar 18 grafik uji linearitas diameter tanaman padi perlakuan dan kontrol....	52

Gambar 19 Grafik hubungan antara rata-rata jumlah batang (cm) dan umur tanaman (hari)	54
Gambar 20 Diagram hubungan antara rata-rata jumlah batang yang keluar biji dan umur tanaman (hari).....	56
Gambar 21 Diagram hubungan antara massa padi dan letak bedeng pada tanaman perlakuan	58
Gambar 22 Diagram hubungan antara massa padi dan letak bedeng.....	59
Gambar 23 Diagram perbandingan antara massa padi yang dan letak bedeng.....	60
Gambar 24 Tanaman padi yang telah dibagi beberapa bedeng untuk mengukur intensitas bunyi.	62
Gambar 25 Grafik pengaruh letak bedeng dengan hasil panen tanaman padi	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Luas bukaan stomata, sebelum, saat dan sesudah dipaparkan.....	68
Lampiran 2 Pertumbuhan tanaman padi (<i>Oriza sativa</i>) pada lahan sampel berukuran 10 x 10 meter dengan 50 rumpun sampel tanaman.....	83
Lampiran 3 Panen tanaman padi (<i>Oriza sativa</i>) pada lahan sampel berukuran 10x10 meter (bedeng 1-Bedeng 10).....	94
Lampiran 4 Dokumentasi penelitian	96

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa*) adalah bahan baku pangan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Kebiasaan menanam padi oleh petani telah mendarah daging di Indonesia terutama bagi yang tinggal di daerah pedesaan (AAK, 1990).

Data statistik menunjukkan bahwa luas lahan sawah di Indonesia pada tahun 2014 adalah 8.114.829 hektar (bps.go.id). Data ini menunjukkan bahwa luas lahan sawah di Indonesia sangat besar sehingga dapat menghasilkan padi yang dapat mencukupi kebutuhan beras sebagai makanan pokok namun luasnya lahan sawah ini ternyata belum dapat mencukupi kebutuhan beras bagi masyarakat Indonesia.

Kebutuhan beras yang besar ditunjukkan oleh tingginya jumlah impor beras Indonesia, data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa untuk memenuhi kebutuhan beras pemerintah telah melakukan impor beras Indonesia pada tahun 2015 sejumlah 861.601 Ton beras yang berasal dari berbagai negara seperti Vietnam, Thailand, China, Taiwan dan India (bps.go.id) pada tahun 2018 ini pemerintah kembali merencanakan untuk mengimpor beras, hal ini dilakukan jika harga beras medium nasional mencapai harga Rp 12.000 per kilogram, yang sebelumnya pada tahun Januari 2016 berada dalam kisaran harga Rp 9.710 per kilogram, sehingga

jika harga beras belum dapat ditekan maka pemerintah akan mengimpor 500.000 ton hingga satu juta ton beras (republika.co.id).

Kebutuhan tanaman padi yang sangat besar juga dihadapkan dengan berbagai masalah, seperti permasalahan produksi yang fluktuatif, harga tanaman padi tidak stabil (AAK: 1990). Berdasarkan hal ini perlu diupayakan terobosan-terobosan untuk peningkatan produktivitas tanaman padi. Terobosan-terobosan baru dalam bidang pertanian perlu dilakukan agar revolusi pertanian dapat tercapai yaitu dengan ditemukannya mesin, teknologi dan metode-metode baru dalam teknologi pertanian (Fatah: 2007).

Adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara terus-menerus memungkinkan meningkatnya produksi secara kualitas maupun kuantitas. Salah satu teknologi yang diharapkan dapat menjadi terobosan dalam peningkatan produktivitas tanaman padi adalah *sonic bloom* (Yulianto: 2008).

Teknologi *sonic bloom* merupakan teknologi terobosan yang ditujukan untuk membuat tanaman tumbuh lebih baik. *Sonic bloom* memanfaatkan gelombang bunyi frekuensi tinggi yang berfungsi memacu membukanya mulut daun (stomata) yang dipadu dengan pemberian nutrisi (Mulyadi: 2005).

Teknologi *sonic bloom* adalah teknik menyuburkan tanaman dengan memberikan paparan bunyi dengan rentang frekuensi antara 3000 – 5000 Hz sehingga akan membantu proses terbukanya stomata daun dan pada saat

itu diberikan nutrisi berupa pupuk daun. Teknologi *sonic bloom* yang telah terbukti mampu meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil tanaman. Pengaruh paparan dari teknologi *sonic bloom* dapat dilihat dari luas bukaan stomata pada daun tanaman yang dipaparkan sehingga proses fotosintesis tanaman dapat maksimal.

Peningkatan hasil yang terjadi pada berbagai tanaman yang diaplikasi *sonic bloom*, hal ini memberikan harapan untuk menerapkan *sonic bloom* sebagai alternatif teknologi terobosan guna mendongkrak produktivitas tanaman. Peningkatan hasil yang sangat nyata terjadi pada tanaman yang dipanen bagian vegetatifnya, seperti kentang, bawang merah, jahe, tembakau, dan teh. Keefektifan *sonic bloom* akan terhambat apabila tanaman mengalami kekeringan, terserang hama-penyakit, dan kekurangan hara (Yulianto: 2008).

Penelitian *sonic bloom* terus ditingkatkan dan dijadikan sebagai teknologi tepat guna yang disebut dengan istilah ABH (*Audio Bio Harmonik*). Perangkat ABH ini yang telah disisipi bunyi “garempung” termanipulasi pada *peak* frekuensi (3000 – 5000) Hz telah diterapkan ke berbagai tanaman, seperti tanaman kentang, bawang merah dan kacang tanah.

Pada penelitian ini peneliti menggunakan bunyi “garempung” pada *peak* frekuensi 4000 Hz. Penelitian ini dilakukan pada tanaman padi (*Oryza sativa*) jenis padi Situ Bagendit yang bertempat di Dusun Soman, Selomartani, Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk

mengevaluasi potensi pemaparan bunyi garengpung bila diterapkan pada tanaman padi sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi.

B. Identifikasi Masalah

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

1. Belum banyak peneliti di Indonesia yang meneliti mengenai penerapan *sonic bloom* terutama pada tanaman padi (*Oryza sativa*).
2. Diperlukan validasi bunyi untuk memperoleh *peak* frekuensi yang sesuai untuk digunakan dalam penelitian.
3. Belum diketahui pengaruh frekuensi bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi tertentu terhadap luas bukaan stomata pada tanaman padi (*Oryza sativa*).
4. Belum diketahui pengaruh frekuensi bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi tertentu terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*).

C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada:

1. Sumber bunyi yang digunakan adalah suara “garengpung” (*Dundubia manivera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz.
2. Pertumbuhan tanaman padi dilihat dari luas bukaan stomata daun padi dan karakteristik morfologisnya yaitu tinggi tanaman, diameter batang,

jumlah batang, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun khususnya pada bibit padi Situ Bagendit.

3. Luas stomata pada penelitian dihitung dengan menggunakan rumus elips untuk mengukur luas bukaan stomata.
4. Pengaruh lingkungan seperti media tanam (tanah), air dan pengaruh cahaya matahari dianggap sama pada semua lahan baik tanaman kontrol maupun tanaman perlakuan.
5. Produktivitas tanaman padi merupakan berat kotor panen padi yang dihasilkan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap luas bukaan stomata pada tanaman padi (*Oryza sativa*)?
2. Bagaimana pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*)?
3. Bagaimana pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi dalam teknologi ABH pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*)?

4. Apakah pengaruh kuat lemah bunyi garengpung “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi dalam teknologi ABH pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*)?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap pembukaan stomata pada tanaman padi (*Oryza sativa*).
2. Mengetahui pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*).
3. Mengetahui pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*).
4. Mengetahui pengaruh kuat lemah bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi dalam teknologi ABH pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*).

F. Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap pembukaan stomata pada tanaman padi (*Oryza sativa*)
2. Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*).

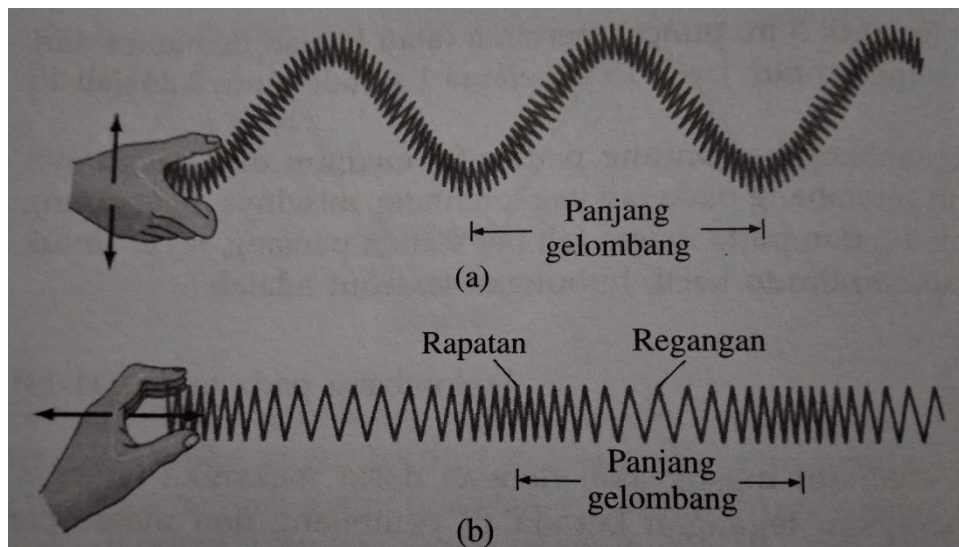
3. Dapat menerapkan bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz sebagai teknologi tepat guna untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*).
4. Dapat memberikan pengetahuan baru bagi mahasiswa tentang hubungan ilmu fisika dan biologi dan pertanian yang dapat diterapkan untuk peningkatan produktivitas tanaman.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Gelombang Bunyi

Gelombang merupakan getaran yang merambat, baik melalui medium ataupun tidak melalui medium. Getaran tersebut berubah fasenya sehingga tampak sebagai getaran yang merambat. Terkait arah getarnya gelombang dibagi menjadi 2 yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal bergetar dalam arah transversal (tegak lurus) terhadap gerak gelombang itu sendiri, sedangkan pada gelombang longitudinal, getaran partikel pada medium adalah sepanjang arah yang sama dengan gerak gelombang (Giancoli, 2011).

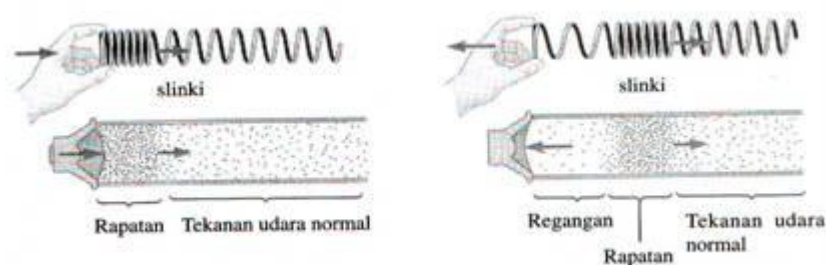


Gambar 1 (a) Gelombang transversal; (b) Gelombang longitudinal.
Sumber : (Giancoli, 2011).

Perbedaan arah getaran gelombang transversal dan longitudinal dapat dilihat pada gambar 1, gelombang longitudinal dibentuk pada pegas yang

terentang dengan secara bergantian menekan dan merenggangkan satu ujung hal ini ditunjukkan oleh gambar 1(b) dan dapat dibandingkan dengan gelombang transversal pada gambar 1(a). Serangkaian rapatan dan renggangan merambat sepanjang pegas. Rapatan adalah daerah-daerah di mana kumparan-kumparan mendekat selama sesaat. Renggangan adalah daerah di mana kumparan-kumparan menjauh selama sesaat. Rapatan dan renggangan berhubungan dengan puncak dan lembah pada gelombang tranversal (Giancoli, 2011).

Salah satu contoh penting dari gelombang longitudinal adalah gelombang bunyi. Gelombang bunyi termasuk gelombang longitudinal dikarenakan molekul-molekul udara yang tidak pernah merambat melainkan bergerak maju mundur. Molekul-molekul tersebut berdasarkan beberapa tempat sehingga menghasilkan wilayah tekanan tinggi tapi di tempat lain merenggang sehingga menghasilkan wilayah dengan tekanan rendah.



Gambar 2 Diafragma pengeras suara bergerak: (a) radial keluar, (b) radial
Sumber : (Giancoli, 2011).

Gelombang bunyi yang paling sederhana adalah gelombang sinusoidal yang mempunyai frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang tertentu. Semua gelombang memindahkan energinya tidak secara permanen

melainkan melalui medium perambatan gelombang tersebut. Hal ini berlaku juga pada gelombang bunyi. Berikut ini merupakan pembahasan kasus yang diidealkan dari gelombang bunyi yang merambat hanya dalam arah x positif. Gelombang ini dijelaskan oleh fungsi gelombang $\Psi(x,t)$, yang memberikan pergeseran sesaat y sebuah partikel dalam medium itu pada posisi x dan waktu t . Jika gelombang itu sinusoidal dan dapat dinyatakan dengan menggunakan persamaan:

$$\Psi(x, t) = A \sin(\omega t - kx) \dots \dots \dots (1)$$

(gelombang bunyi yang merambat dalam arah x positif)

Dimana

A: Ampilitudo (m)

Ψ : Simpangan gelombang (m)

k: bilangan gelombang (m^{-1})

ω : Kecepatan sudut (rad/s)

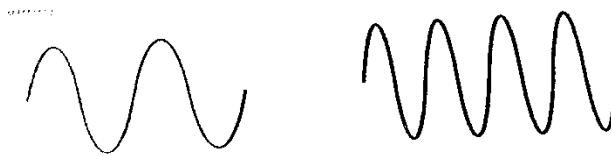
x: Jarak gelombang (m)

f: Frekuensi (Hz)

Persamaan 1 di atas menunjukkan pergeseran gelombang longitudinal sejajar dengan arah perambatan gelombang sehingga jarak x dan jarak Ψ diukur sejajar satu sama lain, tidak tegak lurus seperti gelombang transversal. Amplitudo A adalah pergeseran maksimum sebuah partikel dalam medium dari posisi kesetimbangannya.

Simpangan gelombang sendiri adalah jarak partikel yang dilalui gelombang ke titik seimbang. Besar kecil frekuensi mempengaruhi simpangan gelombang. Frekuensi sendiri merupakan jumlah siklus lengkap per detik yang melewati satu titik persatuan waktu. 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).

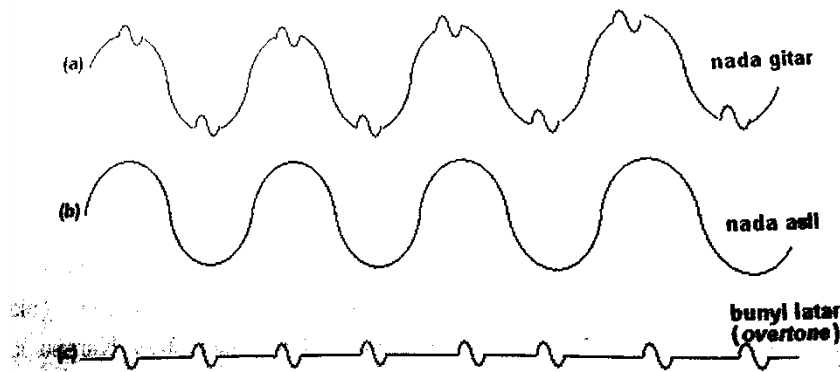


Gambar 3 frekuensi gelombang disebelah kanan lebih besar. Sumber: (Giancoli, 2011).

Gambar 3 menunjukkan perbedaan frekuensi 2 gelombang. Gelombang yang lebih rapat memiliki nilai frekuensi yang 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 dibawah ambang frekuensi audio (20-20.000 Hz).
- (3) Gelombang ultrasonik yang frekuensinya berada diatas 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 4 (a) nada yang kita dengar, (b) nada asli, (c) bunyi latar.

Gambar 4 menunjukkan nada yang didengar oleh telinga manusia dengan adanya gangguan (*noise*). Elemen dari bunyi lain adalah kecepatan rambat bunyi dalam medium tertentu. Setiap kali objek bergetar, oleh karena itu banyaknya getaran tiap detik menunjukkan total panjang yang berpindah dalam satu detik. Kejadian perambatan atau perpindahan gelombang bunyi dapat dituliskan sebagai berikut

$$v = f \cdot \lambda \dots\dots\dots(2)$$

Dimana

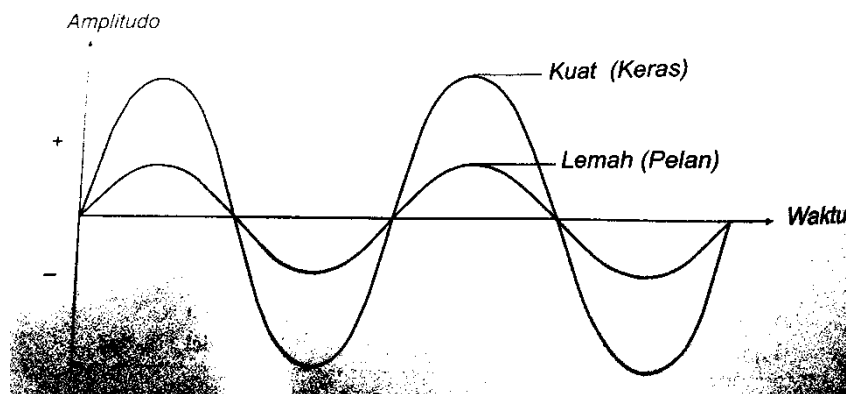
v = kecepatan rambat (m/s)

f = Frekuensi (Hz)

λ = 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 getarannya. Karena frekuensi dan

panjang gelombang tidak menunjukkan keras atau pelannya bunyi maka yang mempengaruhi adalah amplitudo atau simpangan maksimum gelombang.



Gambar 5 Menunjukkan keras lemahnya bunyi (Mediastika, 2006).

Berdasarkan gambar 5 dapat diamati bahwa amplitudo tidak bergantung secara langsung pada panjang gelombang. Gelombang panjang maupun gelombang pendek dapat menghasilkan simpangan yang besar dan kecil. Semakin besar simpangannya semakin keras bunyi yang muncul dari getaran yang terjadi (Mediastika, 2006: 8). Kekuatan bunyi secara umum dapat diukur melalui tingkat bunyi (Intesitas bunyi).

Intesitas bunyi adalah daya rata-rata persatuan luas yang tegak lurus terhadap penjalaranya (Young, 2003) ataupun dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{P \text{ rata-rata}}{4\pi r^2} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana,

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

A = luas bidang (m²)

I = intensitas gelombang (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 intensitas gelombang bunyi (Young, 2003) Tingkat intensitas bunyi (TI) yang diukur dengan menggunakan desibel didefinisikan oleh:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana,

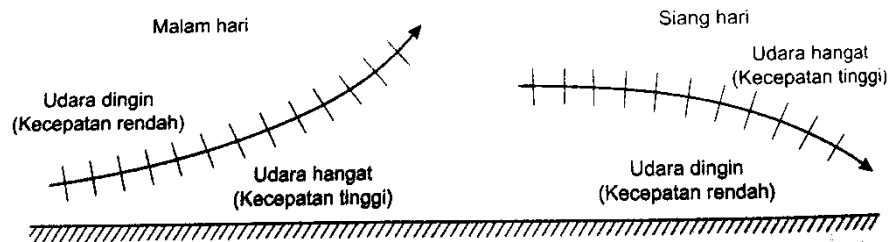
TI = taraf intensitas bunyi (Db)

I = intensitas bunyi (W/m^2)

I_0 = intensitas acuan ($10^{-12} W/m^2$)

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

Ketika bunyi merambat pada medium homogen, bunyi akan merambat kesegala 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 bergantung pada kerapatan partikel zat medium yang dilaluinya dalam hal ini susunan partikel, temperatur dan kandungan partikel lain.



Gambar 6 Perambatan bunyi pada medium udara sesungguhnya tidak lurus namun membelok sesuai suhu yang dilaluinya Mediastika (2006).

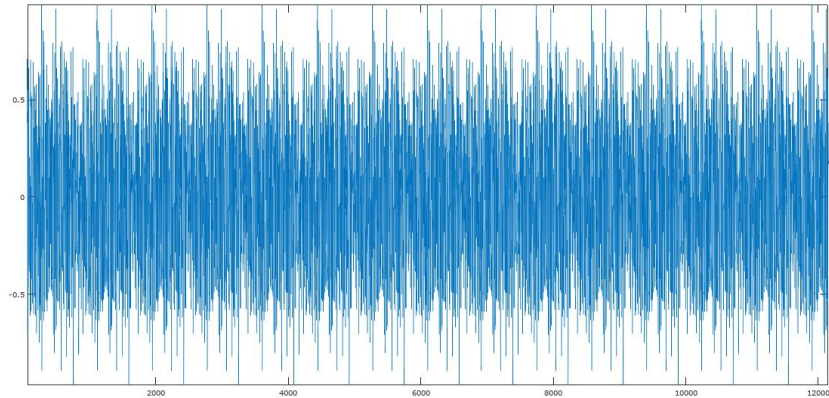
Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi menggetarkan udara di sekitar dan medium udara bunyi merambat sampai ke gendang telinga, sebenarnya merupakan variasi tekanan udara secara periodik di sepanjang lintasan perambatannya. Tekanan udara periodik inilah yang menggetarkan selaput gendang telinga. Hal ini biasa disebut resonansi. Resonansi sendiri adalah peristiwa ikut bergetarnya objek yang berada pada jarak tertentu dari sebuah objek yang berada pada jarak tertentu dari sebuah objek sumber bunyi.

B. Validasi Frekuensi Garengpung yang digunakan

Pada penelitian ini sumber bunyi dari teknologi ABH (*Audio Bio Harmonik*) yang telah diisi suara garengpung (*Dundubia manivera*) termanipulasi dengan pilihan frekuensi 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz dan 5000 Hz. Penelitian ini menggunakan frekuensi 4000 Hz, untuk memastikan keluaran perangkat ABH dilakukan validasi frekuensi, sehingga frekuensi sesuai dengan yang diharapkan.

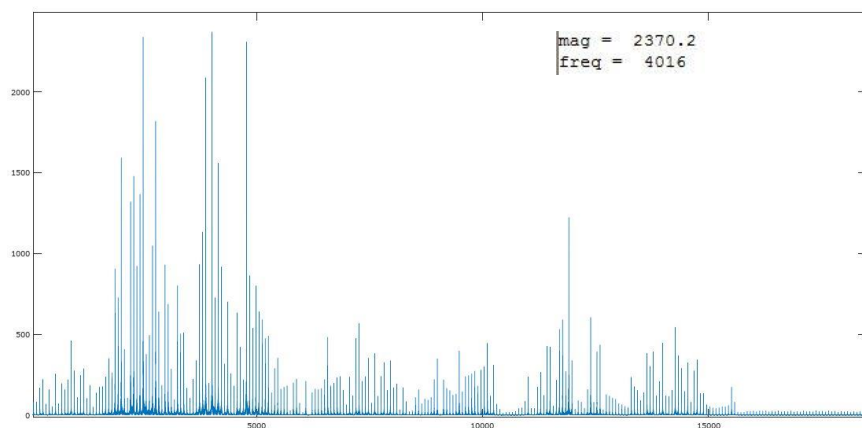
Validasi *peak* frekuensi 4000 Hz yang digunakan dalam penelitian ini dapat diamati dengan memasukkan rekaman bunyi garengpung ke dalam

program *Octave 4.21*. Berikut ini merupakan bentuk gelombang keluaran ABH pada frekuensi 4000 Hz yang ditunjukkan gambar 7



Gambar 7 Menunjukkan bentuk gelombang bunyi garengung termanipulasi peak frekuensi 4000 Hz dalam domain frekuensi. Sumbu x adalah frekuensi dan sumbu y adalah mangitudonya. Sumber : Dokumentasi peneliti

Peak frekuensi diketahui dengan menggunakan program *Octave 4.21* untuk mengetahui *peak* frekuensinya. Berikut ini diperoleh puncak spektrum sinyalnya seperti terlihat pada Gambar 8



Gambar 8 Spektrum sinyal bunyi garengung pada *peak* frekuensi 4016 Hz
Sumber: Dokumentasi peneliti

Hasil validasi menunjukkan bahwa frekuensi keluaran teknologi ABH pada frekuensi 4000 Hz, menghasilkan frekuensi 4016 Hz, karena hasilnya memiliki perbedaan yang kecil sehingga alat dapat digunakan untuk penelitian.

C. Pengaruh Bunyi Terhadap Tanaman

Bunyi mempunyai energi, karena bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang yang memiliki kemampuan untuk menggetarkan partikel-partikel yang dilaluinya.

Menurut Nur Kadarisman (2011) dalam Prosiding “Peningkatan Laju Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum L.*) Melalui Spesifikasi Variabel Fisis Gelombang Akustik pada Pemupukan Pemupukan Daun (Melalui Perlakuan Variasi Peak Frekuensi)”, bahwa energi atau getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi dengan frekuensi tertentu mempunyai efek terhadap tanaman, yaitu mampu untuk merangsang terbukanya stomata daun. Getaran bunyi ini menstimulasi terbukanya stomata daun lebih lebar.

Tanaman yang diberi getaran akustik memiliki stomata yang terbuka semakin lebar sehingga penyerapan zat hara dan unsur-unsur lain di daun banyak terserap. Membukanya stomata menyebabkan gas oksigen O_2 terdifusi keluar dan gas karbondioksida CO_2 masuk ke dalam sel sebagai bahan untuk melakukan proses fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari (Salisbury dan Ross, 1995: 89).

Proses fotosintesis secara langsung berpengaruh terhadap proses respirasi untuk menghasilkan energi, sehingga jika fotosintesis berjalan maksimal maka energi yang dihasilkan juga semakin banyak.

Aplikasi gelombang bunyi untuk menyuburkan pertumbuhan tanaman telah lama diterapkan. Singh pada tahun 1960 telah mengamati pengaruh aplikasi gelombang bunyi dalam bentuk musik *charukesi raga* dari gramafon pada tanaman padi di Madras dan Teluk Bengal yang ternyata mampu meningkatkan hasil panen 25 – 60 % lebih banyak daripada rata-rata hasil panen biasa di wilayah itu. Hageseth pada awal 1973 menemukan bahwa tingkat perkecambahan lobak mengalami percepatan ketika diberi bunyi dengan frekuensi 4000 Hz (Tompkins and Bird, 2004 *cit.* Ghofur, S. A., 2004).

Sonic bloom juga telah diterapkan di Indonesia yang diaplikasikan pada tanaman cabai merah dan bawang merah yang dilakukan oleh Yulianto pada tahun 2008, dengan hasil cabai merah yang diberikan stimulasi *sonic bloom* mengalami peningkatan sebesar 42,6 %, sedangkan untuk produktivitas tanaman bawang merah mengalami peningkatan sebesar 35% (Yulianto : 2008).). Penelitian lain juga dilakukan pada tanaman kentang dengan menggunakan ABH (*Audio Bio Harmonic*), dengan menggunakan peak frekuensi 3000- 5000 Hertz, dari hasil percobaan diperoleh analisis hasil panen juga menunjukkan bahwa hasil panen umbi kentang pada kelompok eksperimen lebih berat (16.6 ± 0.1) kg per 25 tanaman sedangkan kelompok kontrol adalah (13.0 ± 0.1) kg per 25

tanaman, dari hasil penelitian diperoleh hasil panen maksimal pada frekuensi 3000 Hertz (Kadarisman, 2011).

D. Kajian Tentang Tanaman Padi

Famili: Graminea (rumput-rumputan)

Nama Daerah : Pade (Aceh) , Rom (Gayo), eme (Toba), ome (Simelungan),
pai (Minang Kabau), pari (Lampung), pare (Sunda), pari (Jawa), padi
(Madura, Bali), bira (Ternate, Tidore)

Nama asing: *Paddy, rice* (Inggris)

Padi merupakan tanaman pangan berupa rumput berumpun. Tanaman pertanian kuno ini berasal dari dua benua yaitu Asia dan Afrika barat tropis dan subtropis. Bukti sejarah menunjukkan bahwa penanaman padi di Zheijang (Cina) sudah dimulai pada 3000 tahun SM. Fosil butir padi dan gabah ditemukan di Hastinapur Uttar Pradesh India Sekitar 100-800 SM.

Terdapat 25 spesies *Oriza* yang dikenal dengan *O. sativa* dengan dua sub spesies. Pertama, *yaponica* (padi bulu) yang ditanam di daerah subtropis. Kedua *indica* (padi cere) yang ditanam di Indonesia. Adaptasi *yaponica* yang berkembang di beberapa daerah di Indonesia disebut subspesies *javanica*. Berdasarkan sistem budaya padi dibedakan menjadi dua tipe yaitu padi kering (gogo) dan padi sawah. Padi gogo ditanam di lahan kering (tidak digenangi air), sedangkan padi sawah ditanam di sawah yang selalu tergenang air.

Pertumbuhan padi dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya

a. Iklim

Tanaman padi dapat tumbuh dengan baik di daerah beriklim panas yang lembap. Curah hujan yang baik sangat menguntungkan dalam proses pengairan di sawah. Waktu penanaman terbaik terjadi pada musim kemarau dibandingkan pada musim hujan dikarenakan pada musim kemarau proses penyerbukan dan pembuahan tidak terganggu.

b. Tanah

Tanah merupakan komponen paling penting bagi tumbuhan termasuk tanaman padi untuk membantu proses pertumbuhan dan perkembangan. Tanaman padi membutuhkan tanah yang subur dengan tekstur tanah yang berlumpur, karena tekstur ini memudahkan meloloskan air.

c. Air dan udara dalam tanah

Air berfungsi sebagai pembawa unsur hara yang diserap oleh tanaman padi. Air yang dialirkan dari irigasi maupun hujan, sedangkan pada musim kemarau air menguap dengan membawa unsur hara, ke daerah perakaran sehingga siap diserap oleh akar. Di udara terdapat zat asam yang diperlukan untuk pernapasan terutama untuk akar. Udara mengisi pori-pori tanah bersama dengan air yang siap dimanfaatkan oleh akar tanaman. Kebutuhan air dan udara yang seimbang untuk pertumbuhan padi.

Jumlah anakan pada tanaman padi setiap rumpun bervariasi tergantung varietas dan metode budidaya. Pada varietas unggul dan metode budidaya yang baik, jumlah anakan dapat mencapai 35-110 anakan sedangkan tinggi tanaman padi dapat mencapai 150-200 cm (Utama, 2015: 4).

Batang padi berbuku dan berongga. Buku tanaman padi ini tumbuh anakan atau daun. Bunga atau malai muncul dari buku terakhir pada tiap anakan. Akar padi adalah akar serabut yang sangat efektif dalam penyerapan hara, tetapi peka terhadap kekeringan. Akar pada terkonsentrasi pada kedalaman 10-20 cm.

Pada penelitian ini menggunakan padi varietas Situ Bagendit yang merupakan salah satu varietas padi gogo, tetapi mampu tumbuh baik pada lahan sawah. Varietas Situ Bagendit memiliki bentuk biji ramping, warna gabah kuning bersih, dan memiliki anakan produktif 12-13 batang per rumpun. (bpatp.litbang.pertanian.go.id)

Berikut merupakan penjelasan varietas Situ Bagendit yang telah dirilis oleh pemerintah melalui Puslitbangtan Deptan yaitu:

Tabel 1 Karakteristik padi Situ Bagendit (Harja, 2011).

Nama Varietas	Situ Bagendit
Tahun	2002
Tetua	Persilangan Batur/S2823-7d-8-1-A//s823-7d-8-1-A
Rataan Hasil	3-5 t/ha GKB (lh kering), 5-6 t/ha GKB (lh sawah)
Pemulia	Z.A Sumanullang, Aan A. Drajat, Ismail BP,N Yunani

Umur tanaman	110-120 hari
Bentuk tanaman	Tegak
Tinggi tanaman	99-105 cm
Warna kaki	Hijau
Warna batang	Hijau
Warna telinga daun	Tidak berwarna
Warna lidah daun	Tidak berwarna
Warna daun	Hijau
Muka daun	Kasar
Posisi daun	Tegak
Daun bendera	Tegak
Bentuk gabah	Panjang ramping
Warna bagah	Kuning bersih
Kerontokan	Sedang
Kerebahan	Sedang
Tekstur nasi	Pulen
Kadar Amilosa	22 %
Bobot 1000 butir	27-28 gram
Ketahanan terhadap penyakit	Agak tahan terhadap Blast Agak tahan terhadap bakteri hawar daun strain III dan IV
Anjuran tanam	Cocok ditanam dilahan kering dilahan sawah

E. Kajian Tentang Stomata

1. Transpirasi

Transpirasi merupakan proses kehilangan air dalam bentuk uap dari jaringan tumbuhan melalui stomata. Ada kemungkinan uap air keluar dari bagian tumbuhan yang lain, tetapi kuantitas kehilangan uap tersebut sangat kecil dibanding kehilangan melalui stomata. Oleh karena itu perhitungan besarnya jumlah air yang hilang dari jaringan tanaman umumnya difokuskan pada air yang hilang melalui stomata (Lakitan, 2011: 53).

Laju transpirasi pada tumbuhan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$E = g_s \times VPD \dots \dots \dots (5)$$

Dimana E: Laju transpirasi

g_s : daya hantar stomata

VPD = perbedaan kerapatan uap air antara rongga substomatal dan udara bebas di sekitar tanaman (Lakitan, 2011).

Daya hantar stomata secara langsung dipengaruhi oleh besarnya bukaan stomata. Semakin besar bukaan stomata, maka daya hantarnya semakin tinggi. Dalam beberapa literasi dikenal dengan istilah resistansi stomata (r_s). Daya hantar stomata berbanding terbalik dengan resistansi stomata ($g_s = 1/r_s$). Kerapatan uap air di udara tergantung pada kelembaban nisbi dan suhu udara tersebut. Untuk perhitungan laju transpirasi, kelembaban nisbi di dalam rongga substomatal dianggap 100%. Jadi kerapatan uap air di dalam rongga substomatal sepenuhnya tergantung pada suhu daun (Lakitan, 2011: 54).

2. Pengertian dan anatomi stomata

Stomata berasal dari bahasa Yunani yaitu *stoma* yang berarti lubang atau *porus*. Menurut Khaterine Esau stomata adalah sel-sel tertutup 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 (Sutrian, 2011:136).

Stomata umumnya terdapat pada permukaan bawah daun (*Abxial surface*). Tetapi ada beberapa spesies tumbuhan dimana stomata dapat dijumpai pada kedua permukaan daunnya (atas dan bawah). Ada pula tanaman yang hanya mempunyai stomata pada permukaan atas daunnya, misalnya pada bunga lili air.

Selain itu, stomata biasanya terletak pada bagian tanaman yang berwarna hijau terutama pada daun. Untuk tumbuhan yang hidup di dalam air (*submerged aquatic plant*) tidak memiliki stomata.

Secara teknis, stomata adalah celah yang ada diantara dua sel penjaga (*guard cell*), sedangkan aparatus stomata adalah sel penjaga tersebut. Berdampingan dengan sel penjaga terdapat sel-sel epidermis yang juga telah termodifikasi, yang disebut dengan sel tetangga (Lakitan, 2011: 56).

Stomata terdiri dari beberapa bagian sel-sel penjaga, sel-sel tetangga, bagian celah dan ruang udara dalam. Sel penjaga terdiri dari sepasang sel yang simetris, umumnya berbentuk ginjal. Sel penjaga merupakan sel-sel yang aktif (hidup), kloroplas yang ada pada sel tersebut mendorong peranan sel dalam proses fotosintesis, dalam pembentukan tepung asimilasi.

Diantara kedua sel penjaga terdapat celah (porus) yang merupakan lubang kecil, dimana sel penjaga dapat mengatur porus terbuka atau tertutup. Selain itu, terdapat sel tetangga yang berdampingan dengan sel penjaga.

3. Mekanisme Terbuka dan Tertutupnya Stomata

Stomata membuka karena sel penjaga mengambil air dan menggembung di mana sel penjaga yang menggembung mendorong dinding bagian dalam stomata hingga merapat. Stomata bekerja dengan caranya sendiri karena sifat khusus yang terletak pada anatomi submikroskopik dinding selnya. Sel penjaga dapat bertambah panjang, terutama dinding luarnya, hingga mengembang ke arah luar. Dinding sebelah dalam kemudian tertarik oleh mikrofibril tersebut yang mengakibatkan stomata membuka (Frank et al. 1995).

Sel penjaga pada tanaman dikotil umumnya berbentuk seperti sepasang ginjal. Keunikan sel penjaga ini yaitu dindingnya memiliki serat halus selulosa (*cellulosa microfibril*) yang susunannya melingkari sel penjaga, pola susunan ini disebut miselasi radial (*radial micellation*). Karena serat selulosa tidak bersifat elastis, maka jika sel penjaga menyerap air, sel ini tidak dapat membesar diameternya, tetapi dapat memanjang. Karena sepasang sel penjaga melekat satu sama lain pada kedua ujungnya, maka keduanya memanjang (akibat menyerap air) dan akan melengkung ke arah luar, sehingga mengakibatkan celah stomata membuka (Lakitan, 2011: 58).

F. Kerangka Berpikir

Teknologi *Sonic Bloom* merupakan penerapan teknologi gelombang bunyi yang memiliki frekuensi antara 3000 Hz sampai dengan 5000 Hz dan dipaparkan pada tanaman. Pemaparan bunyi didampingi dengan pemberian

nutrisi organik yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas serta mutu hasil tanaman. Frekuensi ini menghasilkan bunyi yang serupa dengan kicauan burung dipagi hari yang mampu merangsang terbukanya stomata pada tanaman. Hal inilah yang mendasari penelitian yang dilakukan pada tanaman padi (*Oriza sativa*). Sumber bunyi pada penelitian ini menggunakan alat yang berisikan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz yang merupakan rentang frekuensi bunyi *sonic bloom*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan bunyi dari bunyi “garengpung” pada *peak* frekuensi 4000 Hz yang dipaparkan selama 1 jam setiap harinya terhadap luas bukaan stomata, pertumbuhan yang meliputi (tinggi tanaman, diameter batang jumlah anakan dalam satu rumpun dan jumlah tanamana yang telah keluar biji selain pertumbuhan pada penelitian ini produktivitas tanaman padi juga diukur. Untuk mengetahui hal di atas, dilakukan perbandingan antara tanaman yang diberi perlakuan frekuensi bunyi (kelompok tanaman eksperimen) dengan tanaman tanpa perlakuan (kelompok tanaman kontrol).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Waktu yang diperlukan dalam penelitian ini adalah kurang lebih selama 3 bulan mulai tanggal 12 Agustus 2017 sampai 5 November 2017

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa tempat yaitu sebagai berikut:

- a. Lahan pertanian yang berlokasi di Dusun Soman, Desa Selomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.
- b. Laboratorium akustik jurusan pendidikan fisika FMIPA UNY.
- c. Laboratorium Biologi FMIPA UNY.

B. Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman padi (*Oryza sativa*) jenis padi Situ Bagendit. Pada penelitian ini tanaman dibagi menjadi 2 kelompok yaitu tanaman perlakuan dan tanaman kontrol, tanaman perlakuan merupakan kelompok tanaman yang dipaparkan bunyi garengpung sedangkan tanaman kontrol yang tidak dipaparkan bunyi garengpung.

Lahan tanaman kontrol dan tanaman perlakuan berada pada lahan yang berbeda dengan jarak yang berjauhan sehingga tanaman kontrol tidak terdampak bunyi “garengpung” pada *peak* frekuensi yang digunakan.

C. Variabel Penelitian

Variabel-variabel ini dimaksudkan untuk memberi informasi mengenai perbedaan objek yang diberi pemaparan bunyi dan tidak diberi pemaparan bunyi.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) pada *peak* frekuensi 4000 Hz.

2. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- a. Media tanam (lahan)
- b. Air
- c. Jenis Padi
- d. Pemberian pupuk
- e. Penyemprotan pupuk daun
- f. Pencahayaan Matahari

3. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

- a. Luas bukaan stomata tanaman padi
- b. Tinggi batang tanaman padi
- c. Diameter batang tanaman padi
- d. Jumlah batang tanaman padi dalam satu rumpun
- e. Jumlah batang yang keluar padi dalam satu rumpun
- f. Massa kotor tanaman padi hasil panen

D. Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian

1. Peralatan untuk memberi perlakuan bunyi pada tanaman
 - a. 1 buah perangkat yang telah diisikan bunyi “garengpung” (*Dundbia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi $(4.0 \pm 0.05)10^3$ Hz
 - b. 1 buah kursi penyangga
2. Peralatan untuk mengukur panjang batang, diameter batang, panjang daun dan lebar daun yaitu :
 - a. 1 buah penggaris ukuran 30 cm
 - b. 1 buah meteran dengan panjang 1 m
 - c. 1 buah angka sorong
3. Peralatan untuk mengambil sampel dan menganalisis stomata
 - a. 1 buah lem alteco
 - b. 30 preparat
 - c. 1 buah mikroskop cahaya yang dihubungkan dengan 1 set komputer yang dilengkapi program *NIS Elements Viewer*. Program ini berfungsi untuk mengkonversi gambar yang diamati dari mikroskop cahaya sehingga dapat diamati dengan komputer.
 - d. Laptop yang telah di instal aplikasi *Image Raster 3.0*. Program ini berfungsi untuk mengukur luas stomata dari gambar hasil pengamatan.
4. Peralatan untuk mengukur massa padi hasil panen
 - a. Tali rafia untuk memberi batas bedeng

- b. Timbangan gabah dengan skala maksimal 120 kg merek *oxone*, dan timbangan gantung digital dengan skala maksimal 40 kg.
- 5. Peralatan untuk mengambil data taraf intensitas bunyi
 - a. 1 buah meteran
 - b. 1 buah *Sound Level Meter*

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Bibit tanaman padi
- b. Media tanam
- c. Pupuk
- d. Insektisida

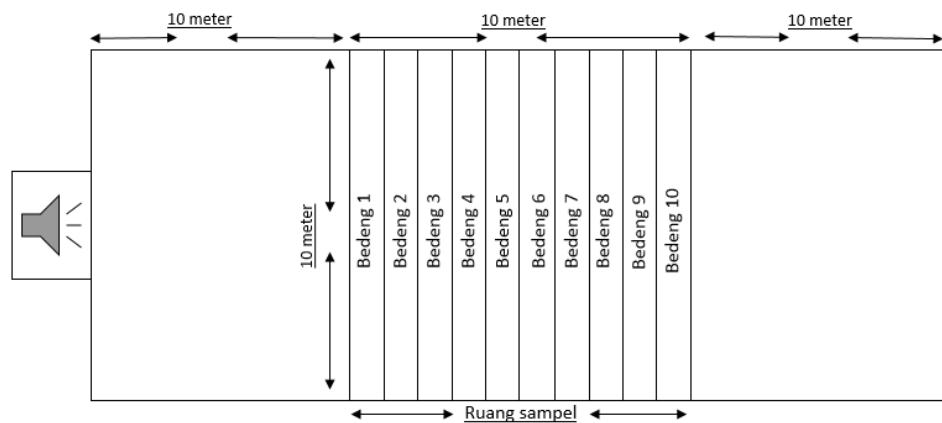
E. Prosedur Penelitian

1. Observasi

Observasi merupakan tahap awal dalam penelitian ini, yaitu tahap untuk menentukan kelompok tani yang membantu menyediakan lahan sebagai tempat penelitian. Observasi dilakukan untuk menentukan lahan penelitian, diskusi mengenai penelitian dan menentukan instrumen dan waktu penelitian

2. Prosedur pemberian paparan bunyi pada tanaman padi

- a. Mengatur posisi dan jarak antara perangkat ABH dengan tanaman padi seperti pada denah pada gambar 9



Gambar 9 Denah penelian dan penempatan sumber bunyi garengpong termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz

- b. Menyalakan perangkat ABH dengan menekan tombol ON pada bagian belakang perangkat.
- c. Menggeser bunyi pada frekuensi 4000 Hz.
- d. Volume bunyi di-*setting* pada posisi maksimum dengan memutar bagian volume di belangkang perangkat ABH.



Gambar 10 Penempatan sumber bunyi garengpung termanipulasi pada peak frekuensi 4000 Hz

- e. Pemaparan bunyi dilakukan setiap hari dari pukul 07.30 – 08.30 WIB atau ketika tanaman telah mulai terkenan cahaya matahari pagi dan dimulai saat tanaman padi berusia 14 hari (hari setelah tanam).

3. Pembuatan bedeng penelitian

Pembuatan bedeng dilakukan dengan mengukur panjang dan lebar lahan penelitian, kemudian membuat bedeng dengan ukuran (10x10) meter dengan jarak 10 meter dari sumber bunyi garengpung. Data penelitian yang diambil berupa tinggi, diameter dan jumlah tanaman diambil random pada bedeng (10x10) meter ini. Sedangkan untuk massa produksi tanaman total padi diambil dari seluruh lahan penelitian.



Gambar 11 Pembatas bedeng dari tali rafia.

Gambar 11 menunjukkan lahan padi yang dibagi menjadi beberapa bagian (bedeng) dengan ukuran (1x10) meter yang nantinya digunakan untuk mengetahui perbedaan produktivitas setiap bedeng, sehingga dapat diketahui efektifitas pemaparan suara “garengpung”.

4. Pengambilan data lapangan

- a. Bentuk batang tanaman padi lurus memanjang sehingga pengukuran dapat menggunakan penggaris panjang 30 cm dan meteran panjang 1 m dengan ketelitian 0.1 cm. Pengukuran dimulai saat tanaman berusia 14 hari . Dikarenakan pada setiap rumpun memiliki anakan yang tingginya bervariasi, maka peneliti mengambil anakan yang tertinggi pada setiap rumpun. Pengambilan data tanaman padi menggunakan penggaris hanya dilakukan sampai tanaman berumur 28 hari, setelah itu tinggi tanaman padi diukur menggunakan

meteran. Hal ini dilakukan karena tinggi tanaman padi sudah lebih dari 30 cm.

- b. Batang tanaman diukur dari bagian yang ada di permukaan tanah sampai ujung daun. Pengukuran dimulai saat tanaman berusia 14 hari untuk semua tanaman termasuk tanaman kontrol.



Gambar 12 Pengukuran tinggi tanaman padi menggunakan meteran dengan panjang 1 meter.

- c. Pengukuran diameter batang tanaman padi menggunakan jangka sorong dengan satuan terkecil 0.01 cm. Pengukuran dilakukan dengan mengukur bagian 3 cm dari permukaan tanah. Pengukuran dimulai saat tanaman berusia 14 hari. Dikarenakan pada setiap rumpun memiliki anakan yang tingginya bervariasi, maka peneliti mengambil anakan yang tertinggi.



Gambar 13 Pengukuran diameter batang tanaman padi menggunakan jangka sorong

- d. Penghitungan jumlah batang pada setiap rumpun padi. Pengukuran dimulai saat tanaman berusia 14 hari untuk semua tanaman termasuk tanaman kontrol.
- e. Pengambilan data lebar stomata daun

Pengambilan data lebar stomata daun dilakukan untuk mengetahui pengaruh paparan bunyi “garengpung” termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap luas bukaan stomata. Pengambilan data ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu sebelum diberi paparan bunyi, saat dipaparkan bunyi dan setelah dipaparkan bunyi.

Berikut ini merupakan langkah pengambilan data luas bukaan stomata daun padi.

Tabel 2 langkah pengambilan data stomata daun padi

No.	Kegiatan	Langkah kerja	Alat dan bahan
1.		Menyiapkan preparat dan lem <i>altec</i> dan alat paparan bunyi.	

No.	Kegiatan	Langkah kerja	Alat dan bahan
	Membuat cetakan preparat	Siapkan perangkat pemaparan bunyi.	
		Mengambil data luas bukaan stomata sebelum pemaparan dilakukan..	
		Mengoleskan lem <i>altec</i> pada preparat	Preparat dan <i>altec</i>
		Menempelkan daun yang belum dipaparkan bunyi pada preparat.	Daun padi padi, lem <i>altec</i> dan preparat
		Menunggu preparat yang telah ditempelkan daun hingga kering.	
		Setelah kering, melepaskan daun pada preparat dengan perlahan	
		cetakan permukaan daun terbentuk pada permukaan	
		Ulangi pengambilan data sebanyak 10 kali	

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	preparat, 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.	

No.	Kegiatan	Langkah kerja	Alat dan bahan
2.	Pegamatan stomata	Mengamati bukaan stomata dengan menggunakan Mikroskop cahaya	Preparat, Mikroskop cahaya dan PC yang sudah terinstall <i>software NIS Elements Viewer</i>
		Meletakkan preparat pada meja mikroskop kemudian menguci preparat	
		Menyalakan mikroskop mengatur fokus dan pada lensa objektif dengan perbesaran 100 x dengan perbesaran lensa okuler 10 x. perbesaran total preparat adalah 1000 x	
		Mengatur focus mikroskop dengan menggunakan pengatur fokus dan diafragma	

No.	Kegiatan	Langkah kerja	Alat dan bahan
		Melihat perbesaran stomata dengan menggunakan PC.	PC yang sudah terinstall <i>software NIS Elements Viewer</i>
		Stomata yang diamati kemudian di <i>Capture</i> dengan menggunakan <i>software NIS Elements Viewer</i>	
		Menyimpan gambar stomata dalam bentuk jpeg.	
3	Mengukur luasan Stomata	Gambar Stomata yang telah tersimpan kemudian diamati dengan menggunakan <i>Image Raster 3.0</i>	Laptop yang sudah Terinstall <i>Image Raster 3.0</i>
		Mengukur panjang dan lebar stomata dengan mengukan <i>tools Measurment</i>	Laptop Yang sudah Terinstall <i>Image Raster 3.0</i>
		Luasan Stomata diukur dengan	Laptop Yang sudah Terinstall <i>Microsoft excel 2013</i>

No.	Kegiatan	Langkah kerja	Alat dan bahan
		menggunakan luasan ellips. $A = \frac{\pi}{4} \times P \times L$	

f. Pengukuran massa panen tanaman padi kontrol maupun tanaman padi perlakuan, menggunakan timbangan.

1. Panen tanaman padi dilakukan pada saat tanaman berumur 82 hari yaitu pada hari pada tanggal 12 November 2017 untuk tanaman perlakuan dan panen untuk tanaman kontrol dilakukan pada tanggal 15 November 2017.
2. Panen dilakukan dengan mengambil seluruh bagian tanaman padi dengan memotong batang padi menggunakan sabit dan mengumpulkan dalam karung-karung.
3. Kemudian dilakukan proses perontokan padi menggunakan alat pemisah gabah yang bertujuan untuk memisahkan biji padi dari batang dan daunnya.
4. Setelah biji padi dipisahkan dari batang dan daun, kemudian dilakukan proses penimbangan. Penimbangan biji tanaman padi menggunakan timbangan. Timbangan yang digunakan memiliki skala maksimal yaitu 120 kg dengan skala terkecil 0.1 Kg.
5. Data hasil penimbangan massa tanaman padi dicatat pada lembar tabulasi data.

F. Teknik Analisis Data Hasil Pengamatan Tanaman Padi

Data tanaman padi berasal dari dua kelompok utama, yaitu:

1. Kelompok tanaman kontrol
2. Kelompok tanaman perlakuan

Untuk menganalisis bunyi dari bunyi “garengpung” pada peak frekuensi 4000 Hz agar dapat terlihat spektrum gelombang dan *peak* frekuensinya digunakan program *Octave 4.2.1*. Untuk menganalisis data pertumbuhan tanaman perlakuan dan tanaman kontrol dalam mengetahui rata-rata tinggi tanaman, diameter tanaman, jumlah anakan dalam satu rumpun, jumlah tanaman yang keluar biji dan massa hasil panen digunakan program *Microsoft Excel 2017* dan *Microcal Origin Pro 7.0*. Sedangkan untuk mengamati bukaan stomata daun tanaman jagung menggunakan mikroskop cahaya dengan melihat keluarannya menggunakan program *Image Taster 3.0*. Untuk validasi frekuensi menggunakan *Sound Level Meter*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

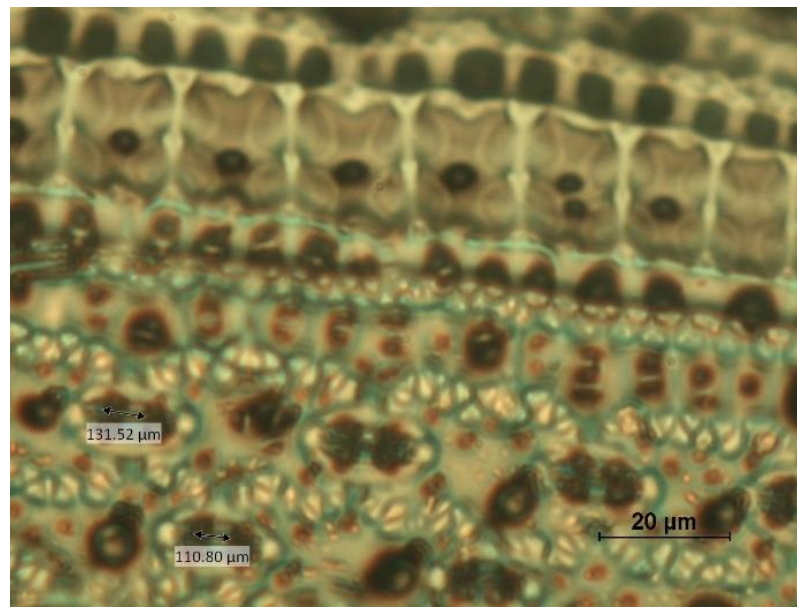
Penelitian ini berjudul pengaruh sumber bunyi garengpung (*Dundubia manivera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa*). Penelitian ini merupakan penelitian payungan yang juga dilakukan untuk sumber bunyi dengan *peak* frekuensi 3500 dan 4500 Hz dengan objek penelitian yang sama. Berikut merupakan hasil dan pembahasan pengaruh pemaparan bunyi garengpung termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap luas bukaan stomata, pertumbuhan tanaman padi dan hasil panen tanaman padi.

A. Pengaruh pemaparan bunyi garengpung termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap luas bukaan stomata pada daun tanaman padi

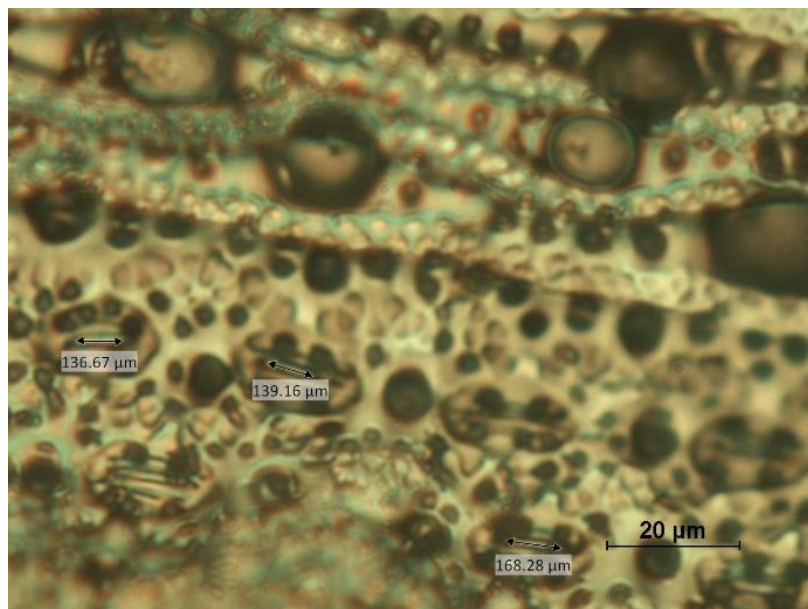
Pengambilan data luas bukaan stomata daun padi dibagi dalam 3 kelompok yaitu, 15 menit sebelum diberi paparan, saat diberi paparan bunyi garengpung (selama 30 menit) dan 15 menit setelah dipaparkan bunyi, hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemaparan bunyi garengpung terhadap luas bukaan stomata. Pengambilan data ini dilakukan pada pukul 07.00 sampai pukul 08.00 WIB.

Data daun diambil pada bagian lahan penelitian yaitu pada lahan 10x10 m, secara random pengambilan data untuk masing-masing waktu dilakukan pengulangan 10 kali kemudian luas bukaan stomata di rata-rata untuk masing-masing waktu.

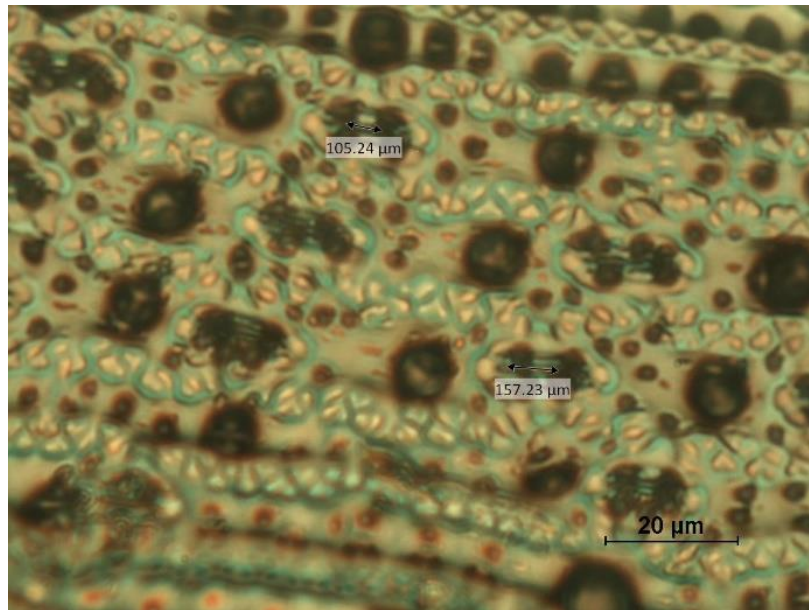
Berikut ini merupakan hasil pengamatan bukaan stomata sebelum, saat dan sesudah diberi paparan bunyi “garengpung” dengan menggunakan mikroskop cahaya yang ditunjukkan oleh gambar 14.



(a)



(b)



(c)

Gambar 14 hasil pengamatan bukaan stomata (a) sebelum dipaparkan bunyi garengpung. (b) saat dipaparkan bunyi garengpung. (c) setelah dipaparkan bunyi garengpung

Gambar 14 merupakan hasil pengamatan bukaan stomata daun padi. Bukaan stomata yang diamati kemudian diukur panjang dan lebar menggunakan *ImageRaster* dan dihitung luas bukaan menggunakan pendekatan dengan rumus luas elips.

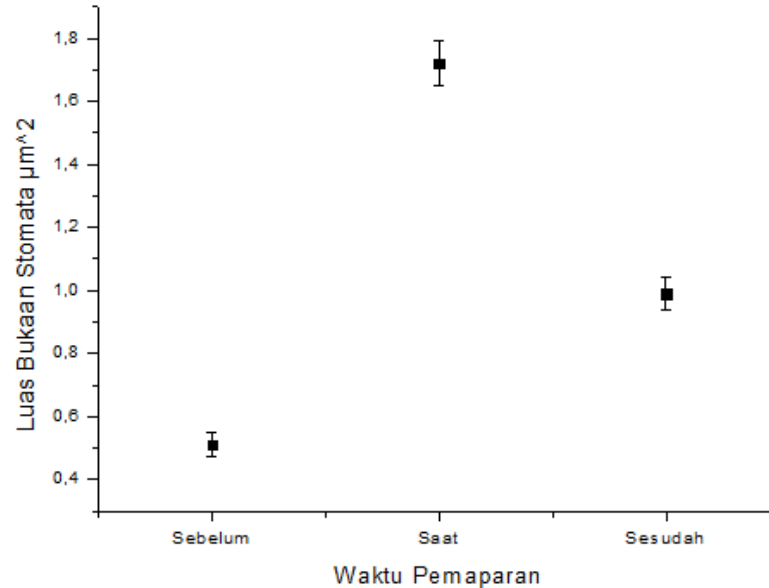
Berikut ini merupakan hasil yang didapatkan berdasarkan pengamatan stomata daun padi yang diberi perlakuan dengan bunyi “garengpung” termanipulasi pada peak frekuensi 4000 Hz yang dapat diamati pada tabel 3. Stomata tanaman padi yang telah diamati dapat dihitung luas bukaannya dengan yang berbentuk elips. Data yang diperoleh berdasarkan hasil rata-rata dari pengamatan yang diambil sebanyak 10 kali pengambilan sampel untuk masing-masing waktu.

Hasil perhitungan rata-rata luas permukaan daun sebelum, saat dan sesudah diberi perlakuan dapat dilihat dari tabel 3 dan gambar 15 berikut

Tabel 3 Tabel luas bukaan stomata daun padi sebelum, saat dan sesudah diberi paparan bunyi garengpong

Rata-rata Luas Bukaan Stomata (μm^2)		
Sebelum	Saat	Sesudah
$(0,51 \pm 0,04) \times 10^{-3}$	$(1,72 \pm 0,07) \times 10^{-3}$	$(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3}$

Berdasarkan hasil perhitungan luas bukaan stomata yang ditunjukkan oleh Tabel 3, dibuat grafik hubungan luas bukaan stomata dengan waktu pemaparan bunyi garengpong yang ditunjukkan oleh gambar 15 berikut



Gambar 15 Grafik hubungan luas bukaan stomata daun padi sebelum, saat dan sesudah diberi paparan bunyi garengpong terhadap waktu pemaparan bunyi garengpong.

Sajian tabel 3 dan gambar 15 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan luas bukaan stomata sebelum, saat dan sesudah dipaparkan bunyi garengpung, adapun rata-rata luas bukaan stomata sebelum dipaparkan adalah $(0,51 \pm 0,04) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, pada saat dipaparkan didapatkan luas bukaan stomata $(1,82 \pm 0,06) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ dan sesudah dipaparkan mempunyai luasan $(0,99 \pm 0,05) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$. Jika luas bukaan stomata besar, maka penyerapan unsur hara berlangsung maksimal sehingga proses fotosintesis lebih optimal sehingga laju pertumbuhan tanaman lebih maksimal. Pada proses membuka dan menutupnya stomata di lahan terbuka terdapat faktor lain yang berperan yaitu sinar matahari dan suhu. Luas bukaan stomata sebelum dipaparkan bunyi garengpung lebih kecil dibanding saat dan sesudah dipaparkan bunyi garengpung. Luasan bukaan stomata setelah dipaparkan mempunyai luasan yang lebih besar dibandingkan saat dan sebelum dipaparkan hal ini dikarenakan elastisitas pada sel penjaga dan pada saat pengambilan data kelembaman suhu sekitar 26-27 °C.

Menurut Salisbury dan Ross (1995) suhu tinggi antara 30 – 35 °C biasanya menyebabkan stomata menutup serta stomata menutup lebih cepat jika tumbuhan ditempatkan dalam gelap secara tiba-tiba. Stomata membuka lebih besar dapat disebabkan oleh elastisitas stomata masih tetap bertahan karena pengaruh pemaparan bunyi garengpung dan pengaruh lainnya, seperti suhu, kelembapan dan cahaya matahari.

B. Pengaruh pemaparan bunyi garengung termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap pertumbuhan tanaman padi

Berdasarkan penelitian ini pertumbuhan tanaman padi ditinjau dari ciri fisik tanaman padi baik tanaman kontrol maupun tanaman perlakuan. Ciri fisik yang diamati antara lain, tinggi tanaman padi, jumlah batang dalam satu rumpun padi, diameter batang dan jumlah batang yang mengeluarkan biji dalam satu rumpun. Pengukuran ciri fisik tanaman padi ini dilakukan saat tanaman berumur 14, 28, 42, 56 dan 70 hari masa setelah tanam Berikut ini merupakan hasil perbandingan ciri fisik dari tanaman padi perlakuan dan tanaman kontrol.

1. Tinggi tanaman padi

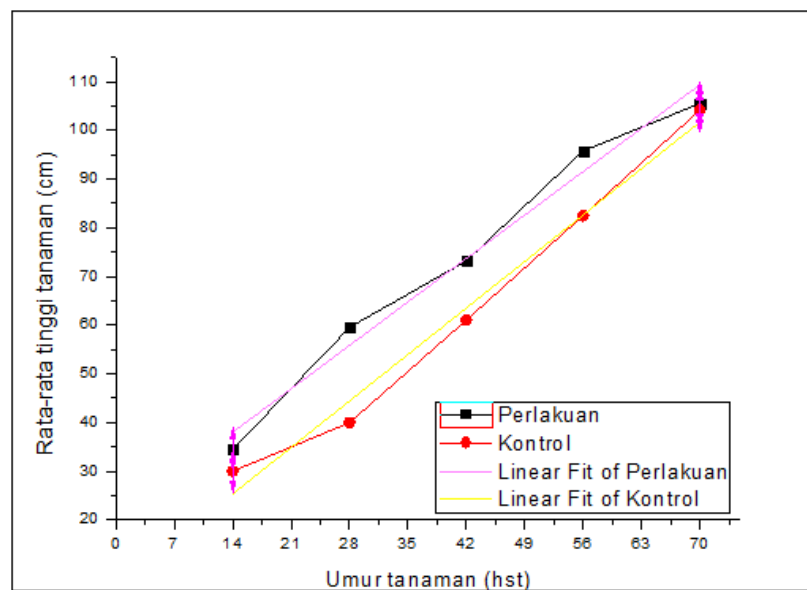
Pengukuran tinggi tanaman padi dimulai saat tanaman berumur 14 hari – 70 hari. Dari hasil pengukuran dibuat grafik hubungan antara nilai rata-rata tinggi tanaman padi (cm) dan umur tanaman padi (hari) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol sebagai berikut:

Tabel 4 Tabel rata-rata tinggi tanaman perlakuan dan tanaman kontrol.

No	Umur tanaman (hari)	Rata-rata tinggi tanaman padi (cm)	
		Perlakuan	Kontrol
1	14	34,4	30,0
2	28	59,5	40,0

3	42	73,2	61,0
4	56	95,8	82,5
5	70	105,5	104,2

Berikut ini merupakan grafik rata-rata tinggi tanaman perlakuan dan tanaman kontrol:



Gambar 16 Grafik hubungan antara rata-rata tinggi tanaman (cm) dan umur tanaman (hari) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol.

Berdasarkan grafik pada gambar 16 dapat dilihat bahwa tinggi tanaman padi dari minggu ke minggu terus meningkat dan tinggi tanaman perlakuan lebih tinggi dari tinggi tanaman kontrol. Pada saat tanaman berumur 70 hari tinggi tanaman memiliki tinggi yang tidak jauh berbeda dengan selisih 1,352 cm. Berdasarkan gambar pada grafik 4.4 dapat diketahui nilai laju pertumbuhan tinggi tanaman padi dan tanaman kontrol.

Berikut ini merupakan hasil uji linearitas grafik pada gambar 16 untuk mengetahui laju pertumbuhan tinggi tanaman perlakuan dan tanaman kontrol.

Tabel 5 Hasil uji linearitas tinggi tanaman padi perlakuan dan kontrol

$y = a + b \cdot x$	Perlakuan	Standard Err	Kontrol	Standard Err
Adj. R-Square	0,97552	-	0,9805	-
Intercept	20,194	4,67003	6,2897	4,44026
Slope	1,2738	0,10058	1,3628	0,09563

Uji linearitas dilakukan untuk mengetahui hubungan antara waktu perlakuan dengan tinggi tanaman padi, yaitu untuk mengetahui laju pertambahan tinggi tanaman padi. Laju pertumbuhan dapat dilihat dari nilai gradien (*slope*). Semakin besar nilai *slope* maka semakin baik laju pertumbuhan tanaman.

Dari hasil grafik dan tabel menunjukkan perbandingan laju pertumbuhan tinggi batang tanaman perlakuan dengan tanaman kontrol, dimana nilai-nilai *slope* atau gradien garis dari proses *fitting* grafik merupakan nilai laju pertumbuhan tinggi batang masing-masing kelompok tanaman. Semakin besar nilai gradien grafik menunjukkan laju pertumbuhan semakin cepat. Berdasarkan grafik pada gambar 16 laju pertumbuhan tinggi batang tanaman kontrol memiliki nilai lebih besar daripada laju pertumbuhan diameter batang tanaman perlakuan. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *slope*

atau gradien garis *fitting* data diameter batang tanaman perlakuan memiliki nilai lebih besar daripada tanaman kontrol. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa pemaparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz tidak mempengaruhi laju pertumbuhan diameter batang pada tanaman padi (*Oriza sativa*).

Pengambilan data tinggi batang hanya dilakukan hingga padi berumur 70 hari, hal ini dikarenakan padi sudah mulai mengeluarkan biji sehingga tinggi padi sulit untuk diukur dan dikhawatirkan merusak tanaman padi.

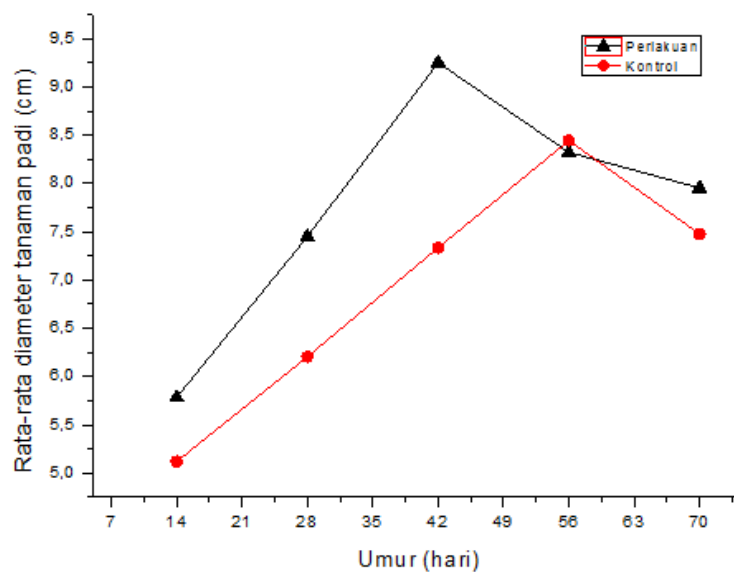
2. Diameter tanaman padi

Pengukuran diameter tanaman padi dimulai saat tanaman berumur 14 hari–70 hari. Dari hasil pengukuran dibuat tabel dan grafik hubungan antara nilai rata-rata diameter tanaman padi (cm) dan umur tanaman padi (hari) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol sebagai berikut:

Tabel 6 Tabel rata-rata diameter tanaman padi perlakuan dan kontrol

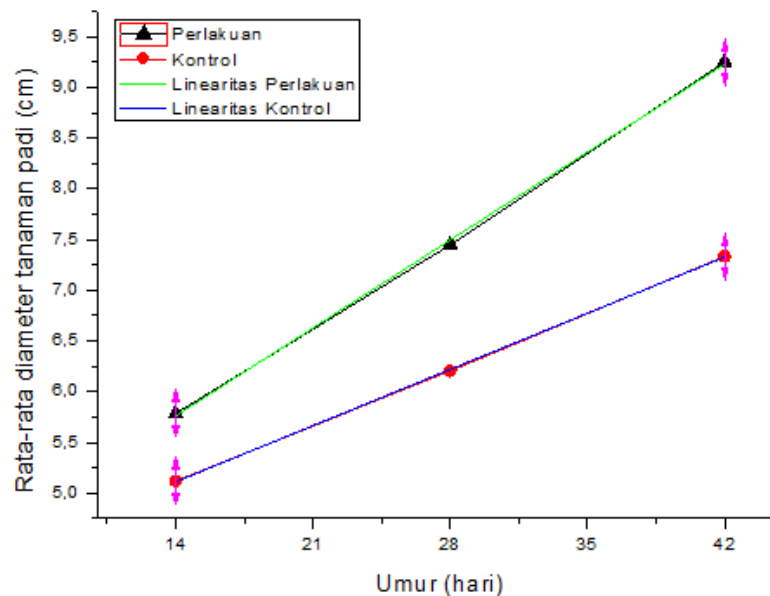
NO	Umur tanaman (hari)	Diameter tanaman padi (cm)	
		Perlakuan	Kontrol
1	14	5,78	5,11
2	28	7,45	6,20
3	42	9,25	7,33
4	56	8,32	8,44
5	70	7,95	7,47

Berdasarkan tabel 6 kemudian dibuat grafik hubungan rata-rata diameter batang tanaman padi dengan umur tanaman padi yang ditunjukkan oleh gambar 19. Berikut ini merupakan grafik hubungan rata-rata diameter batang tanaman padi dengan umur tanaman padi.



Gambar 17 Grafik hubungan rata-rata diameter batang (cm) dan umur tanaman (hari) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol.

Berdasarkan gambar 18 menunjukkan bahwa tanaman perlakuan memiliki diameter yang lebih besar dibanding tanaman perlakuan meskipun pada saat umur tanaman 56 hari hingga 70 hari mengalami pengurangan besar diameter batang, hal ini disebabkan oleh biji tanaman padi telah mulai keluar sehingga besar batang tanaman padi semakin kecil.



Gambar 18 grafik uji linearitas diameter tanaman padi perlakuan dan kontrol

Berikut ini merupakan hasil uji linearitas diameter batang dari umur 14 hari hingga hari ke 42. Sedangkan untuk umur 56 dan 72 hari tidak dilakukan uji linearitas karena ukuran diameter tanaman semakin kecil.

Tabel 7 Hasil uji linearitas tinggi tanaman padi perlakuan dan kontrol

$y = a + b \cdot x$	Perlakuan	Standard Err	Kontrol	Standard Err
Adj. R-Square	0,99698	-	0,9997	-
Intercept	6,2201	0,08425	4,0029	0,02569
Slope	0,0716	0,00279	0,0791	8,4953E-4

Dari hasil grafik pada gambar 19 dan hasil uji linearitas pada gambar 20 menunjukkan perbandingan laju pertumbuhan diameter

batang tanaman perlakuan dengan tanaman kontrol, dimana nilai-nilai *slope* atau gradien garis dari proses *fitting* grafik merupakan nilai laju pertumbuhan batang masing-masing kelompok tanaman. Berdasarkan grafik pada gambar 19 laju pertumbuhan tinggi batang tanaman kontrol memiliki nilai lebih besar daripada laju pertumbuhan diameter batang tanaman perlakuan. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *slope* atau gradien garis *fitting* data diameter batang tanaman perlakuan memiliki nilai lebih besar daripada tanaman kontrol yaitu 0,0791 dan 0,0716. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa laju pertumbuhan diameter tanaman padi pada tanaman yang dipaparkan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz tidak jauh berbeda dengan laju pertumbuhan diameter batang pada tanaman padi kontrol.

Pengambilan data diameter batang hanya dilakukan hingga padi berumur 70 hari, hal ini dikarenakan padi sudah mulai mengeluarkan biji sehingga tinggi padi sulit untuk diukur dan dikhawatirkan merusak tanaman padi.

3. Jumlah batang padi dalam satu rumpun

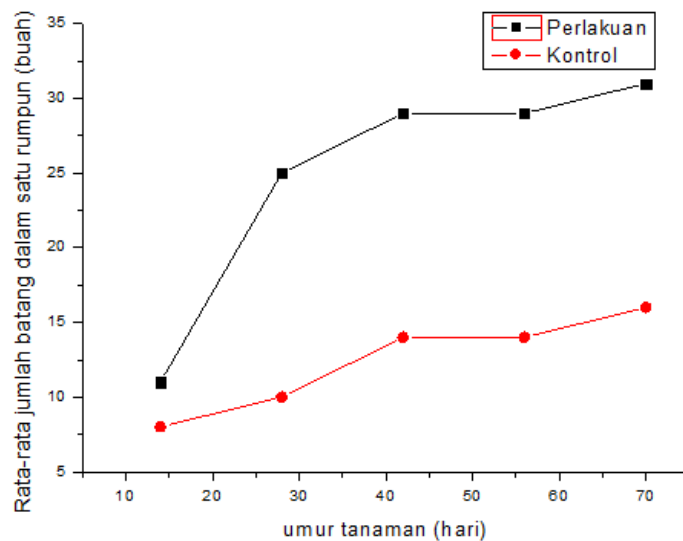
Pengukuran jumlah batang padi dalam satu rumpun dimulai saat tanaman berumur 14 hari–70 hari. Dari hasil pengukuran dibuat grafik hubungan antara nilai rata-rata jumlah tanaman padi

dalam satu rumpun dan umur tanaman padi (hari) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol sebagai berikut:

Tabel 8 Tabel jumlah batang tanaman padi dalam satu rumpun.

NO	Umur tanaman (hari)	Jumlah batang dalam satu rumpun	
		Perlakuan	Kontrol
1	14	11	8
2	28	25	10
3	42	29	14
4	56	29	14
5	70	31	16

Berdasarkan tabel 6 dibuat grafik hubungan jumlah batang dalam satu rumpun terhadap umur tanaman padi.



Gambar 19 Grafik hubungan antara rata-rata jumlah batang (cm) dan umur tanaman (hari) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol.

Berdasarkan gambar 21 menunjukkan bahwa tanaman perlakuan memiliki jumlah batang yang lebih banyak dibanding

tanaman kontrol, selisih jumlah batang tanaman padi dan perlakuan pada saat tanaman berumur 70 hari adalah 8 batang.

Berdasarkan hasil grafik dan tabel menunjukkan perbandingan laju pertumbuhan jumlah batang tanaman perlakuan dengan tanaman kontrol, dimana nilai-nilai *slope* atau gradien garis dari proses *fitting* grafik merupakan nilai laju pertumbuhan batang masing-masing kelompok tanaman. Berdasarkan grafik pada gambar 21 laju pertumbuhan jumlah batang tanaman perlakuan memiliki nilai lebih besar daripada tanaman kontrol. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa pemaparan bunyi “garengpung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz mempengaruhi laju pertumbuhan diameter batang pada tanaman padi (*Oriza sativa*).

4. Jumlah tanaman padi yang keluar biji

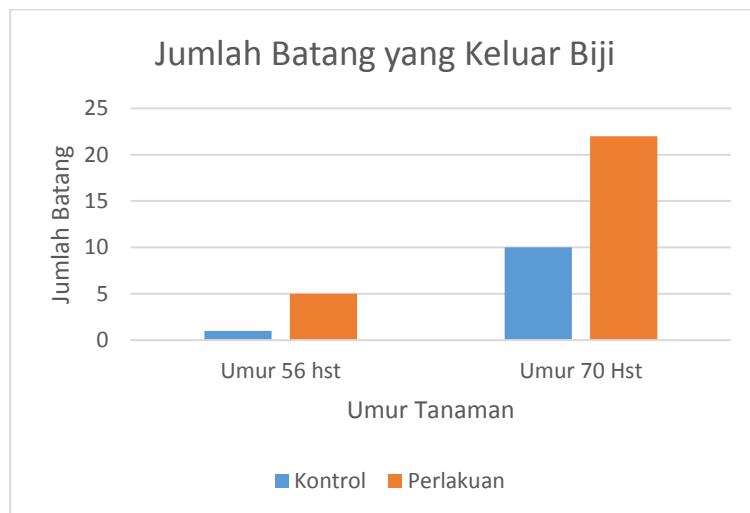
Pengukuran diameter tanaman padi dimulai saat tanaman berumur 14 hari – 70 hari. Dari hasil pengukuran dibuat diagram hubungan antara nilai rata-rata jumlah tanaman padi yang keluar biji dan umur tanaman padi (hari) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol sebagai berikut:

Tabel 9 Tabel jumlah batang yang keluar biji pada tanaman kontrol dan tanaman perlakuan.

NO	Umur tanaman (hari)	Jumlah batang yang keluar biji	
		Perlakuan	Kontrol
1	14	0	0
2	28	0	0

3	42	0	0
4	56	5	1
5	70	22	10

Berikut ini gambar 22 merupakan diagram yang menunjukkan jumlah batang yang keluar biji tanaman perlakuan dan tanaman kontrol saat tanaman berusia 56 hari dan 70 hari.



Gambar 20 Diagram hubungan antara rata-rata jumlah batang yang keluar biji dan umur tanaman (hari) untuk tanaman perlakuan dan tanaman kontrol.

Berdasarkan gambar 22 menunjukkan bahwa tanaman perlakuan memiliki jumlah batang yang sudah keluar biji lebih banyak dibanding tanaman kontrol, selisih jumlah batang tanaman padi kontrol dan perlakuan pada minggu saat tanaman berumur 70 hari adalah 12 batang. Jumlah tanaman yang sudah keluar biji terus bertambah hingga waktu panen tiba, namun pengambilan data tidak dapat dilanjutkan karena dikhawatirkan dapat merusak tanaman padi disebabkan biji padi mudah rontok menjelang panen.

C. Pengaruh pemaparan bunyi garengpong termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz terhadap produktivitas tanaman padi

Panen untuk tanaman perlakuan dilakukan saat tanaman berumur 85 hari pada tanggal 12 November 2017 dan untuk tanaman kontrol berumur 90 hari dilakukan pada tanggal 15 November 2017. Panen lebih cepat dari usia panen padi dikarenakan musim hama burung gereja yang dapat mengurangi hasil panen.

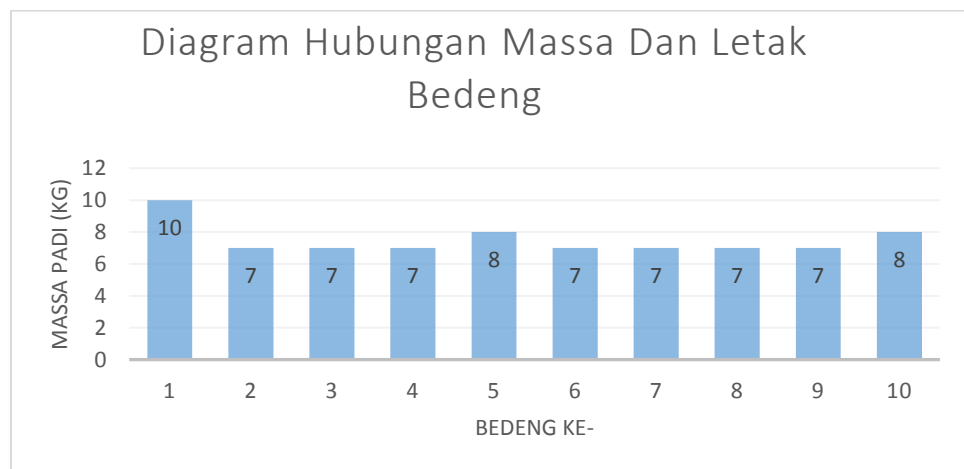
Pengukuran hasil panen tanaman padi pada luas 10 x 10 meter yang merupakan sampel dari penelitian ini dibagi menjadi 10 bagian atau 10 bedeng. Meskipun memiliki ukuran sama namun jumlah rumpun tanaman padi pada tanaman kontrol berbeda. Jumlah padi pada tanaman kontrol dalam 10 bedeng berjumlah 3225 rumpun sedangkan jumlah padi pada tanaman perlakuan berjumlah 2757 rumpun. Berikut ini merupakan hasil panen tanaman padi kontrol dan perlakuan pada luas lahan 10 x 10 meter.

Tabel 10 Tabel jumlah batang yang keluar biji pada tanaman kontrol dan tanaman perlakuan.

Bedeng	Produktivitas (Kg)		Jumlah Tanaman		Rata-rata Produktivitas (gram)	
	Perlakuan	Kontrol	Perlakuan	Kontrol	Perlakuan	Kontrol
1	10,0	3,2	324	320	31	10
2	7,0	3,5	270	321	26	11
3	7,0	4,0	271	321	26	12
4	7,0	3,3	270	320	26	10
5	8,0	4,0	270	325	30	12

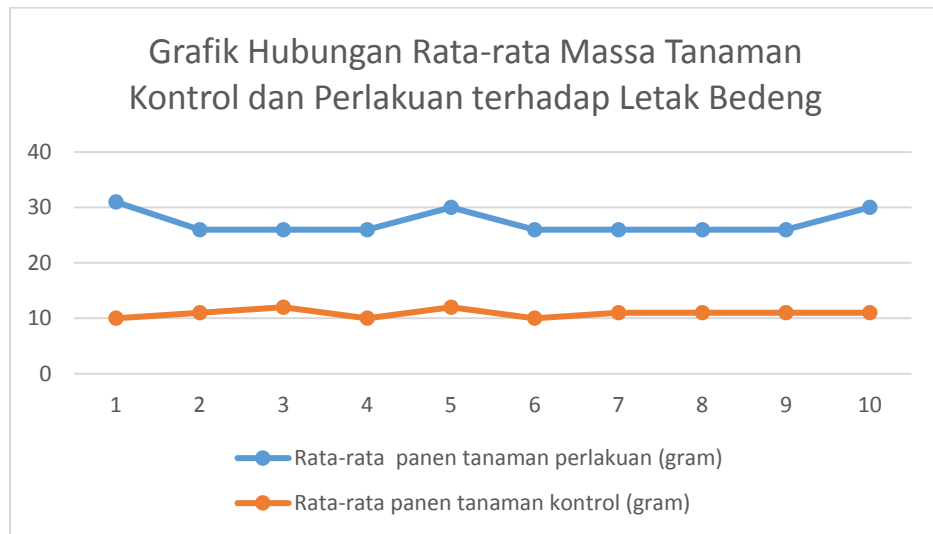
6	7,0	3,2	270	324	26	10
7	7,0	3,6	270	322	26	11
8	7,0	3,2	270	325	26	10
9	7,0	3,5	272	322	26	11
10	8,0	3,7	270	325	30	11
Jumlah	75	35,1	2757	3225	273	11

Berikut ini merupakan diagram hubungan antara massa dan letak bedeng tanaman padi yang dimulai dari jarak 10 meter dari sumber bunyi garempung.



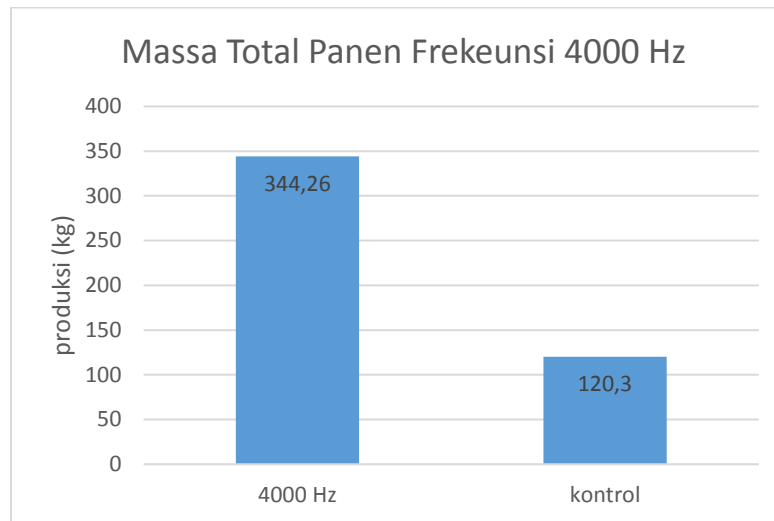
Gambar 21 Diagram hubungan antara massa padi dan letak bedeng pada tanaman perlakuan

Pada gambar 23 diagram menunjukkan hubungan antara massa padi dan bedeng padi. Berdasarkan diagram ini dapat diketahui bahwa massa padi disetiap bedeng relatif sama karena jumlah tanaman setiap bedeng berbeda. Berikut ini merupakan grafik hubungan letak bedeng dengan rata-rata massa padi perlakuan dan kontrol.



Gambar 22 Diagram hubungan antara massa padi dan letak bedeng pada tanaman perlakuan dan kontrol

Sajian data pada Gambar 24 diagram menunjukkan bahwa produktivitas rata-rata tanaman perlakuan dan kontrol sangat relatif stabil, namun diamati dari grafik bahwa tanaman perlakuan mempunyai rata-rata produktivitas lebih baik di bandingkan dengan tanaman kontrol dari 10 bedeng tanaman. Hasil rata-rata produktivitas per tanaman diperoleh tanaman kontrol menghasilkan sekitar 0,011 kg per rumpun dan tanaman perlakuan sekitar 0,027 kg per rumpun. Sedangkan jumlah seluruh sample produktivitas 10 bedeng tanaman kontrol sekitar 35,1 kg dan tanaman perlakuan sekitar 75,0 kg. Hasil panen keseluruhan sebanyak 30 bedeng padi dengan luas 10 x 30 m yang dikenai paparan bunyi garengpung pada peak frekuensi 4000 Hz dan tanaman kontrol dapat dilihat dari hasil panen total padi dapat dilihat pada diagram berikut:



Gambar 23 Diagram perbandingan antara massa padi yang dan letak bedeng pada tanaman perlakuan

Pada gambar 25 diagram perbandingan massa total tanaman padi menunjukkan produktivitas tanaman padi yang dikenai paparan bunyi garengpung termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz lebih unggul dibandingkan dengan tanaman kontrol. Pada lahan yang dikenai paparan bunyi garengpung termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz dengan jumlah 30 bedeng didapatkan hasil panen dengan jumlah panen 344,26 kg sedangkan tanaman kontrol diperoleh hasil panen dari 30 bedeng adalah 120,3 kg. Dari data yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa bunyi garengpung mempengaruhi produktivitas tanaman padi.

D. Pengaruh taraf intensitas bunyi (dB) bunyi garengpung termanipulasi pada peak frekuensi 4000 Hz terhadap produktivitas tanaman padi

Taraf intensitas bunyi didapatkan dengan mengukur taraf intensitas bunyi garengpung dengan jarak yang berbeda menggunakan *sound level meter*. Taraf intensitas ini diperlukan untuk mengetahui pengaruh kuat lemahnya

bunyi garengpung terhadap produksivitas tanaman padi. Berikut ini merupakan hasil pengambilan data taraf intensitas bunyi garengpung termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz.

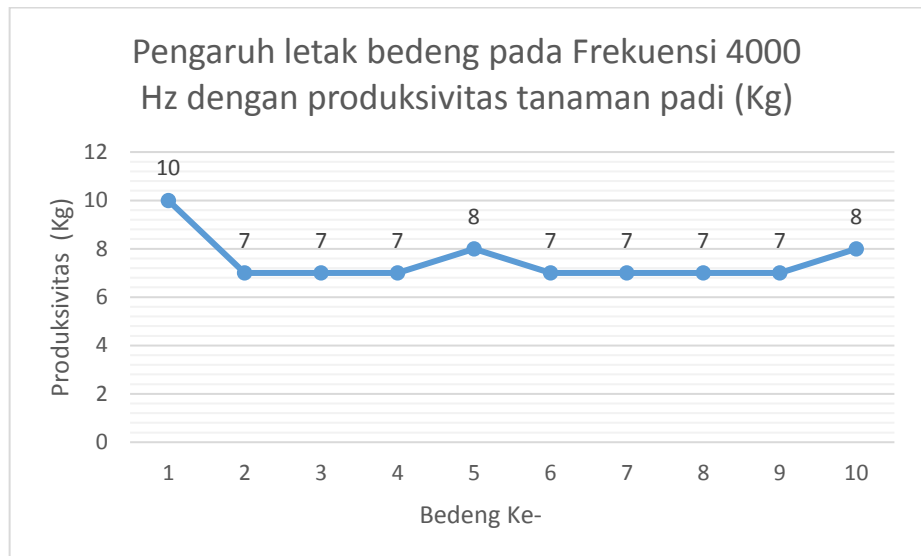
Tabel 11 Tabel hasil pengukuran taraf intensitas bunyi.

Posisi Tanaman	Interval Taraf Intensitas 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 24 Tanaman padi yang telah dibagi beberapa bedeng untuk mengukur intensitas bunyi.

Pengukuran taraf intensitas bunyi dimulai dari bedeng 1 dengan jarak 10 meter dari sumber bunyi seperti yang ditunjukkan oleh gambar 24. Data diatas menunjukkan bahwa semakin jauh sumber bunyi taraf intensitas bunyi juga semakin berkurang. Dari data tabel 4.5 dapat dibuat grafik hubungan antara massa panen padi perlakuan terhadap intensitas bunyi per bedeng. Berikut ini merupakan grafik hubungan antara massa panen padi perlakuan terhadap intensitas padi tiap bedeng:



Gambar 25 Grafik pengaruh letak bedeng pada frekuensi 4000 Hz dengan hasil panen tanaman padi (Kg).

Pada gambar 25 dari grafik dapat dilihat bahwa produktivitas tanaman paling besar terdapat pada bedeng ke-1 yaitu 10 kg dibandingkan dengan bedeng lain karena jumlah rumpun pada bedeng ke-1 lebih banyak dari bedeng lainnya dan rata-rata produktivitas tanaman padi berdasarkan tabel 11 rata-rata produktivitas relatif sama yaitu 0,027 kg, sehingga perubahan taraf intensitas tidak mempengaruhi produktivitas tanaman padi perlakuan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengaruh sumber bunyi “garempung” termanipulasi dalam teknologi ABH pada *peak* frekuensi 4000 Hz sebagai berikut:

1. Pemaparan bunyi “garempung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz berpengaruh terhadap menstimulasi stomata daun tanaman padi untuk membuka lebih besar.
2. Pemaparan bunyi “garempung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman padi (diameter dan tinggi), namun jumlah tanaman padi dalam satu rumpun dan jumlah tanaman padi yang keluar perlakuan lebih baik dibanding tanaman kontrol.
3. Pemaparan bunyi “garempung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi pada *peak* frekuensi 4000 Hz berpengaruh terhadap produktivitas hasil panen tanaman padi.
4. Taraf intensitas bunyi “garempung” (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 4000 Hz tidak berpengaruh terhadap produktivitas tanaman padi.

B. Saran

Dari penelitian yang dilakukan, terdapat hal menarik yang dapat dikaji lebih lanjut antara lain.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan gizi yang tersimpan pada hasil panen.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai nilai kualitas dari hasil panen.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk bunyi hewan yang paling cocok pada tanaman padi.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK.1993.*Teknik Bercocok Tanam Jagung*. Yogyakarta: Kanisius (Anggota IKAPI)
- Fatah, Luthfi. 2007. *Dinamika Pembangunan Pertanian dan Pedesaan*. Banjar Baru Kalsel: Pustaka Banua.
- Ghofur, S. A. 2004. *Keajaiban Tumbuhan, dan Manusiapun Terkesiap Oleh Rahasia Tuhan*. Terjemahan dari: Tompkins, P. and C. Bird. Secret Life of The Plant. Yogyakarta: Penerbit Kutub
- Kadarisman, Nur, dkk. 2011. *Peningkatan Laju Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kentang (Solanum Tuberosum L.) Melalui Spesifikasi Variabel Fisis Gelombang Akustik pada Pemupukan Daun (Melalui Perlakuan Variasi Peak Frekuensi)*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY, F-456.
- Kadarisman, Nur dkk.(2010). *Rancang Bangun Audio Organic Growth System Melalui Spesifikasi Spektrum Bunyi Binatang Alamiah sebagai Local Genius untuk Peningkatan Kualitas dan Produktivitas Tanaman Holtikultura*. Laporan Penelitian. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Lakitan, Benyamin. 1993. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Mediastika, Christina Eviutami. 2006. *Akustika Bangunan : Prinsip-prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Jakarta: Erlangga.
- Mulyadi. 2005. *Pengaruh teknologi pemupukan bersama gelombang bunyi (sonic bloom) terhadap perkecambahan dan pertumbuhan semai Acacia Mangium Willd. Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. Vol 11(1): 67-75
- Prasetyo, Joko. 2014 *.Efek Paparan Bunyi Dengan Variasi Jenis Dan Pressure Level Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Sawi Hijau (Brassica Juncea L.)* . Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Purwono, Heni Purwati. 2017. *Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Salisbury, FrankB dan Ross, Cleon W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: Penerbit ITB Bandung.

- Sutrian, Yayan. 2011. *Pengantar Anatomi Tumbuh-Tumbuhan Tentang Sel dan Jaringan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Utama, Zulman R. 2015. *Budidaya Padi Pada Lahan Marjinal, Kiat Meningkatkan produksi Padi*. Yogyakarta: CV Andi Offset
- Young, Hough D Roger, Freedman.2003. *Fisika Universitas*. Alih bahasa, Pantur Silaban. Jakarta: Erlangga
- Yulianto. 2006. *Sonic Bloom Sebagai Alternatif Teknologi Terobosan Untuk Meningkatkan Produktivitas Padi*. Jurnal Agroland. 15(3). Hlm. 148-155.
- Yulianto. 2008b. *Penerapan teknologi sonic bloom dan pupuk organik untuk peningkatan produksi bawang merah (Studi Kasus Bawang Merah di Brebes, Jawa Tengah)*. Agroland 15 (3): 148 – 155.

LAMPIRAN 1

Lampiran 1 Luas bukaan stomata, sebelum, saat dan sesudah dipaparkan

Sebelum

Lebar x 10 ⁻³ (μm)		Panjang x 10 ⁻³ (μm)
11,99		129,41
1		94,21
1		134,13
1		118,43
12,01		101,2
1		110,83
1		59,21
9,96		107,95
9,96		111,79
9,96		131,52
9,96		110,8
1		112,75
1		85,68
10,51		89,71
9,96		97,04
Rata-rata x 10 ⁻³ (μm)	6,087	106,311
Luas Bukaan (μm ²)	0,51±0,04	

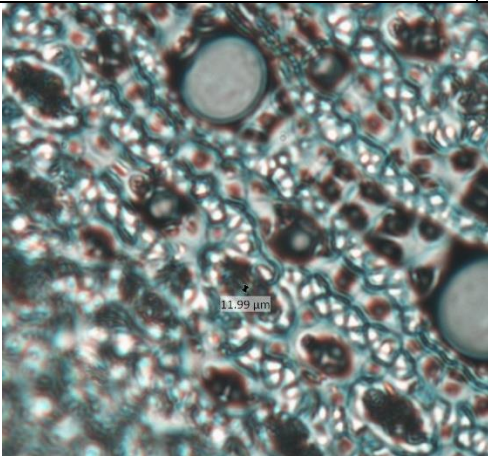
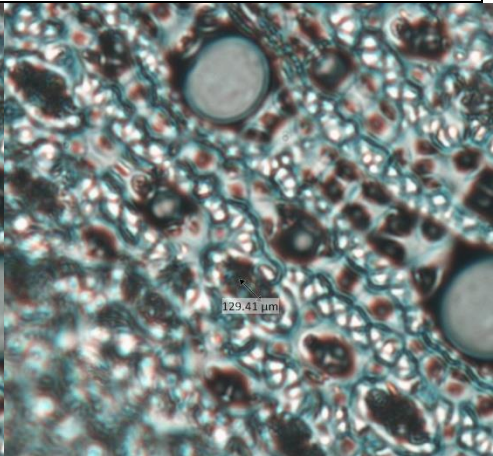
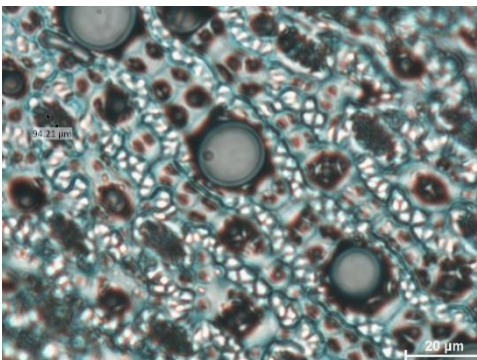
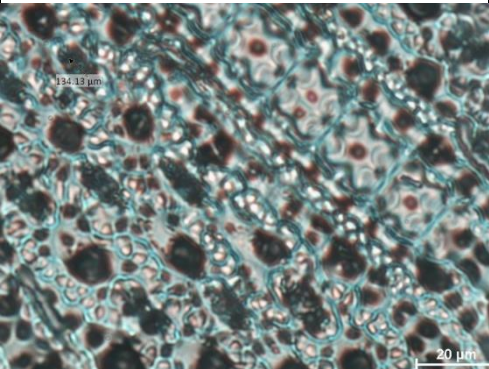
Saat

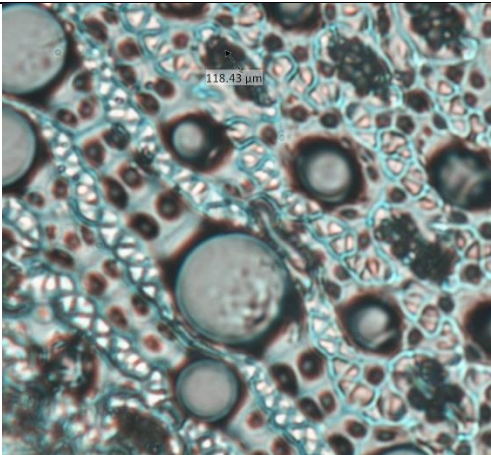
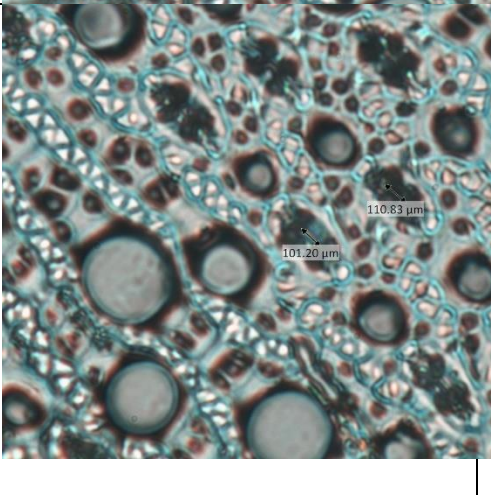
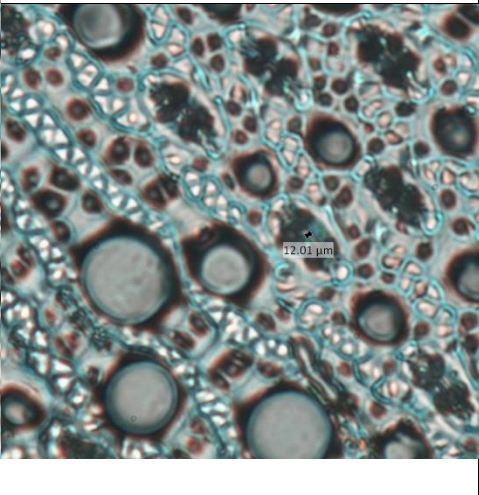
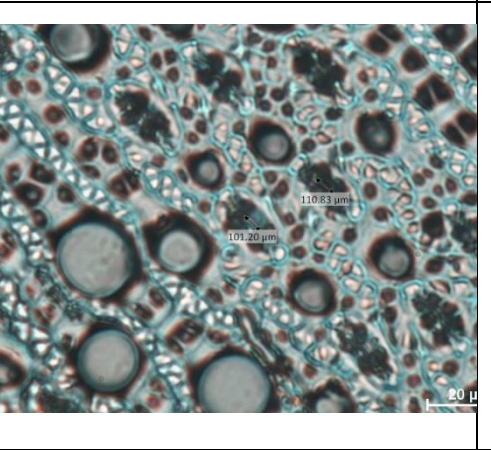
Lebar x 10 ⁻³ (μm)		Panjang x 10 ⁻³ (μm)
13,28		174,48
9,96		145,78
13,28		138,63
13,28		179,46
13,28		157,23
13,7		242,29
13,28		240,57
19,93		236,18
10,51		177,86
13,28		175,4
13,28		164,12
28,89		136,67
16,61		139,16
13,28		168,28
13,28		160,87
10,51		179,76
13,28		149,68
14,86		128,69
13,28		214,98
13,28		193,79
13,28		101,37
13,28		91,52
10,51		135,04
16,61		118,36
Rata-rata x 10 ⁻³ (μm)	14,084	164,59
Luas Buka'an (μm ²)	1,82 ± 0,06x 10 ⁻³	

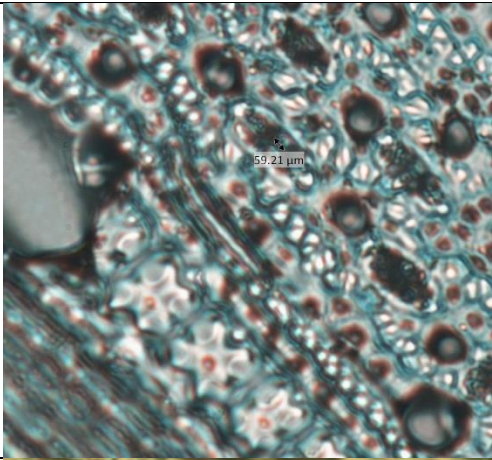
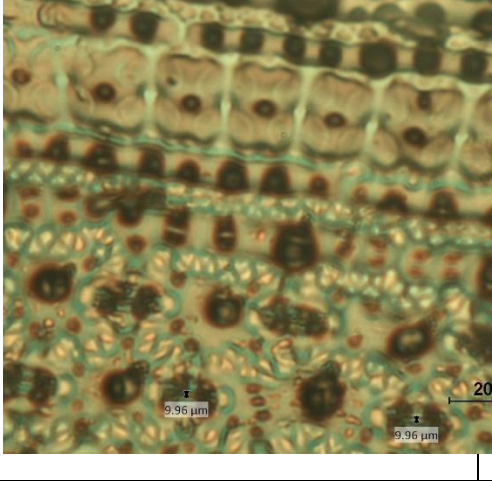
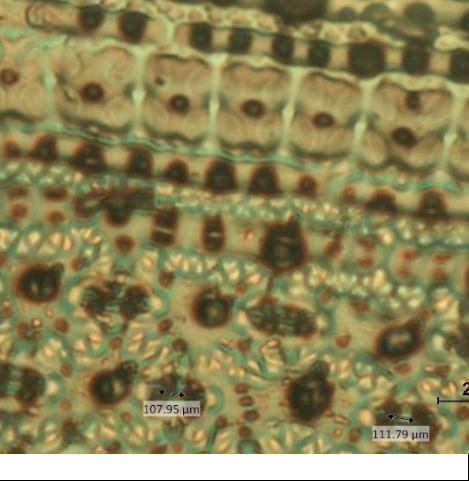
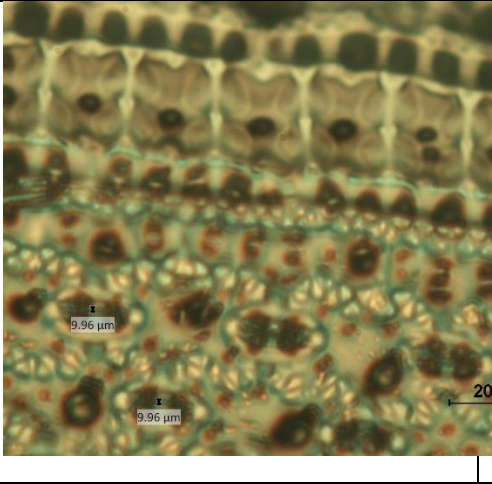
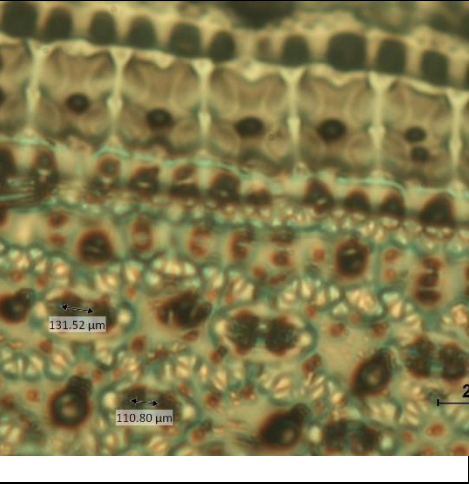
Sesudah

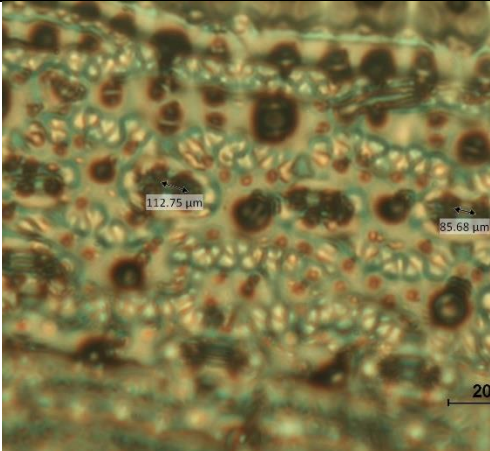
Lebar x 10 ⁻³ (μm)		Panjang x 10 ⁻³ (μm)
9,96		0,08824
9,96		0,09942
9,96		0,10713
13,28		0,16933
9,96		0,08747
10,51		0,10025
9,96		0,16828
9,96		0,14316
9,96		0,10524
9,96		0,10524
9,96		0,15723
9,96		0,13767
Rata-rata x 10 ⁻³ (μm)	9,96	128,22
Luas Bukaan (μm ²)	0,99±0,05) x 10 ⁻³	

Gambar Luas Stomata Daun Sebelum di Paparkan Bunyi

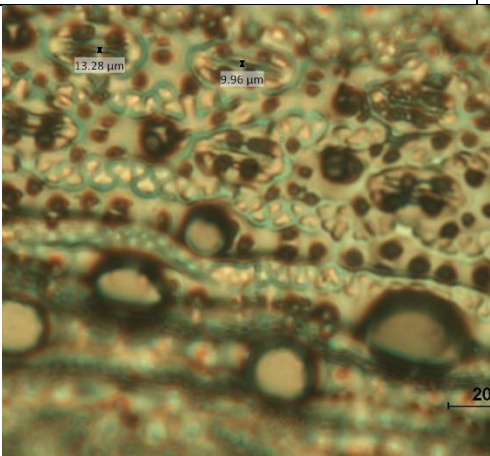
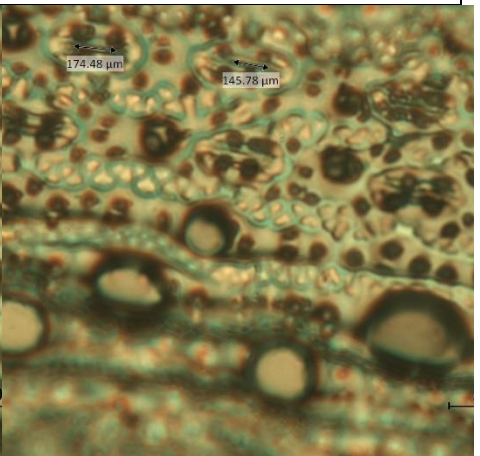
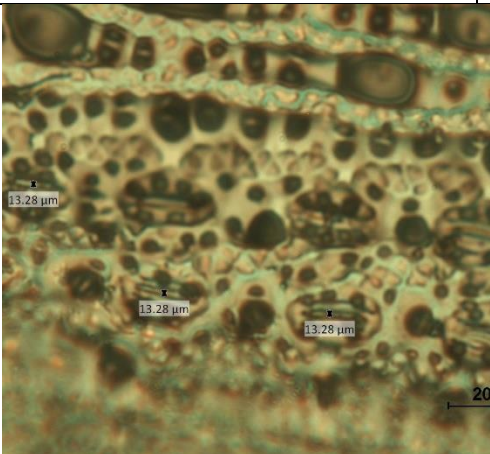
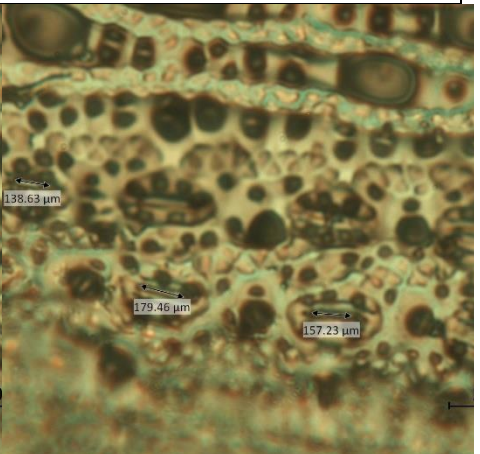
NO	Gambar Luas Bukaan Stomata	
	Panjang Stomata	Lebar Stomata
1		
2		1
3		1

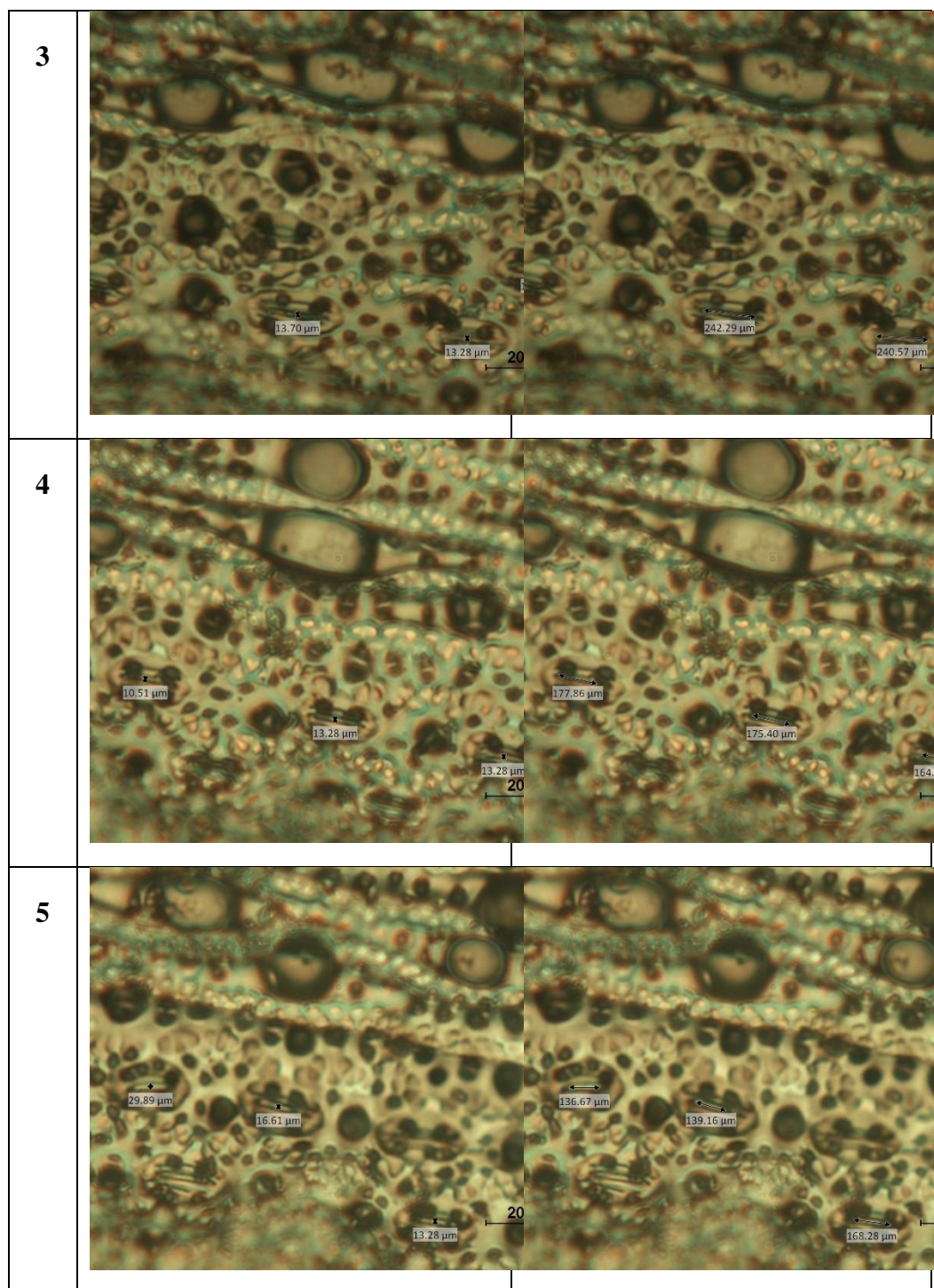
4		1
5		
6		1

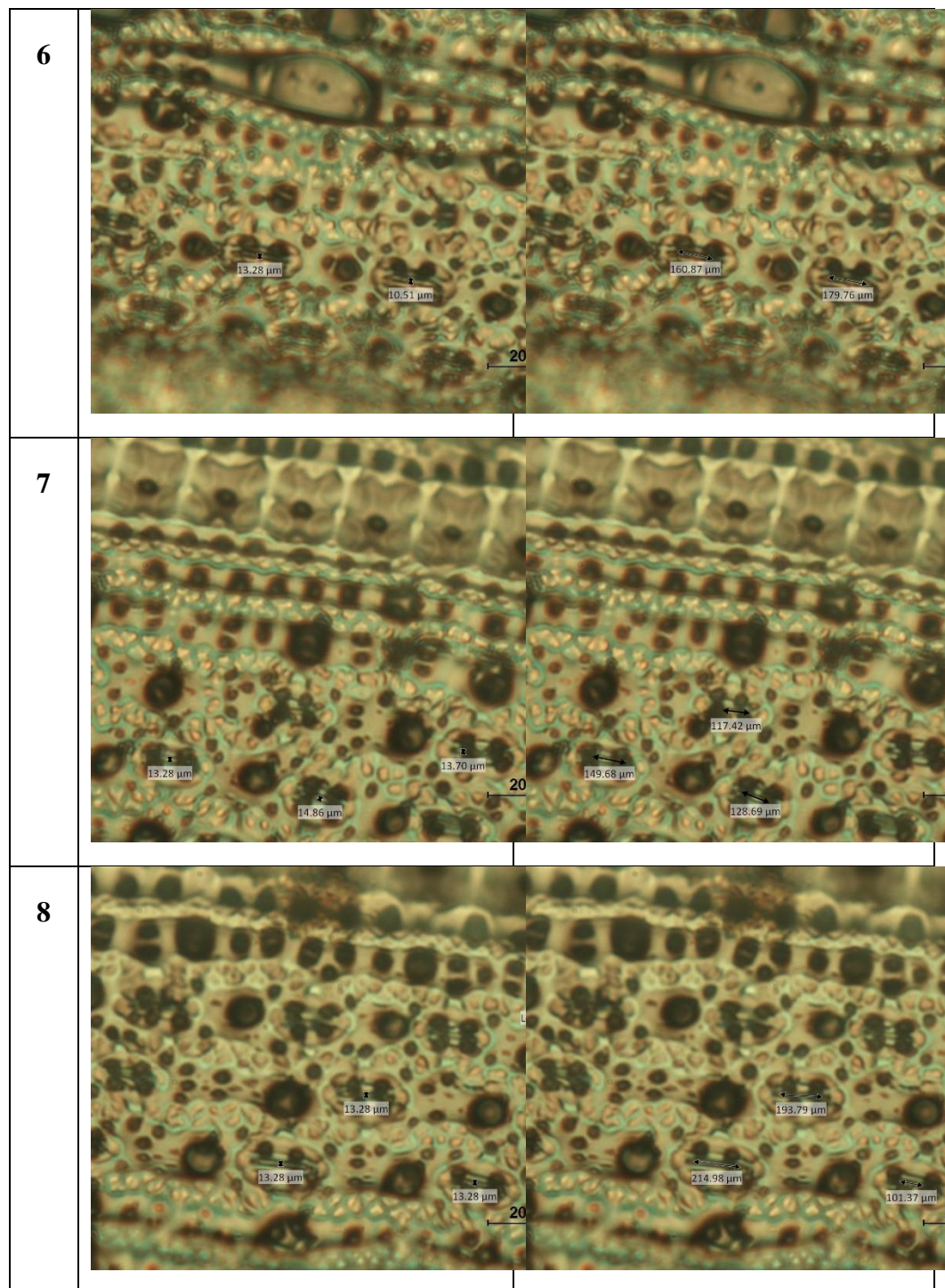
7	 <p>59.21 μm</p>	1
8	 <p>9.96 μm 20 μm</p>	 <p>107.95 μm 111.79 μm 20 μm</p>
9	 <p>9.96 μm 20 μm</p>	 <p>131.52 μm 110.80 μm 20 μm</p>

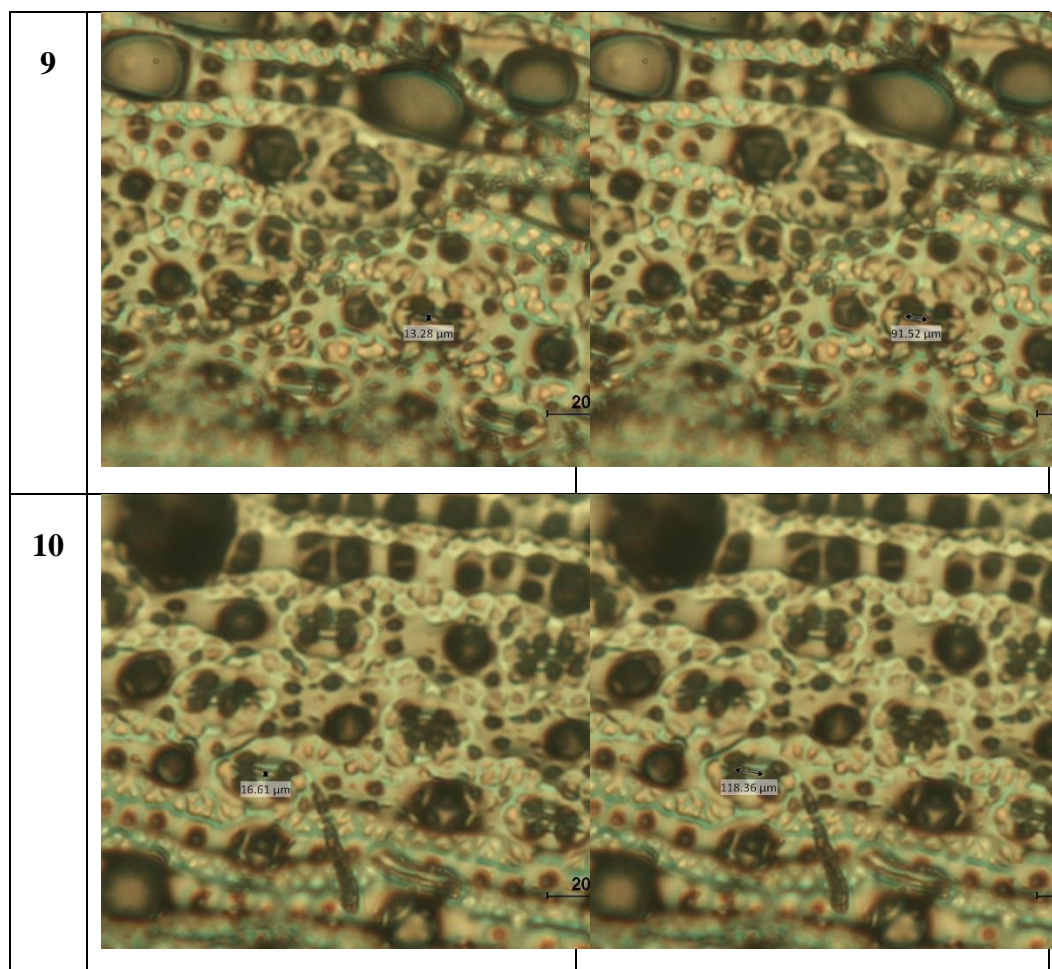
10		1
----	---	---

Gambar Luas Stomata Daun Saat di Paparkan Bunyi

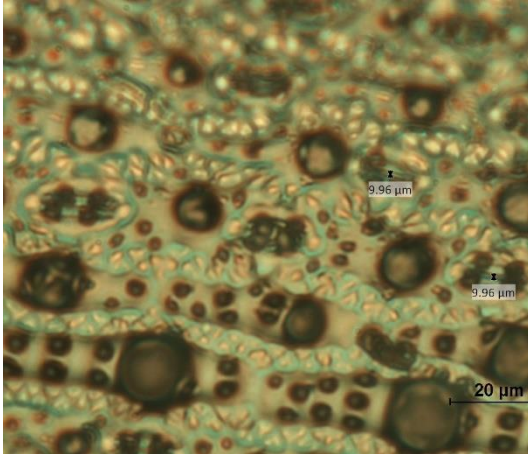
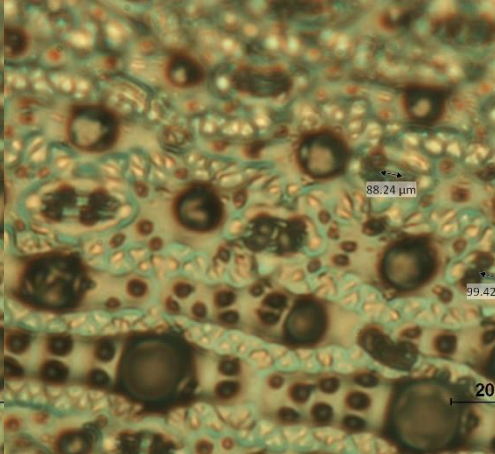
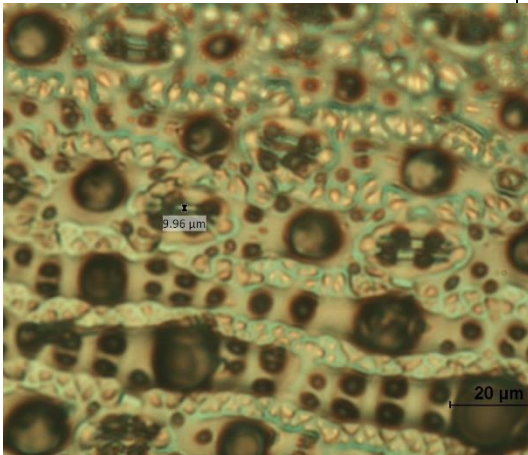
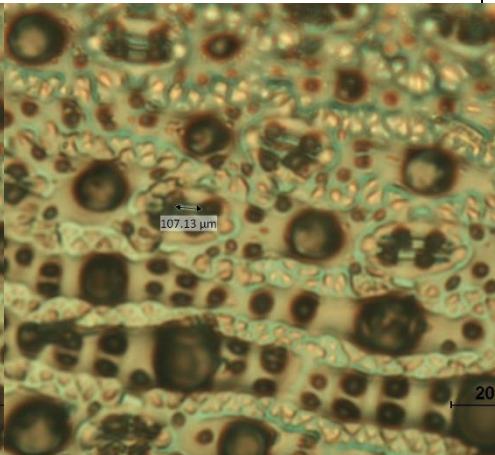
NO	Gambar bukaan stomata saat dipaparkan	
	Lebar	Panjang
1		
2		

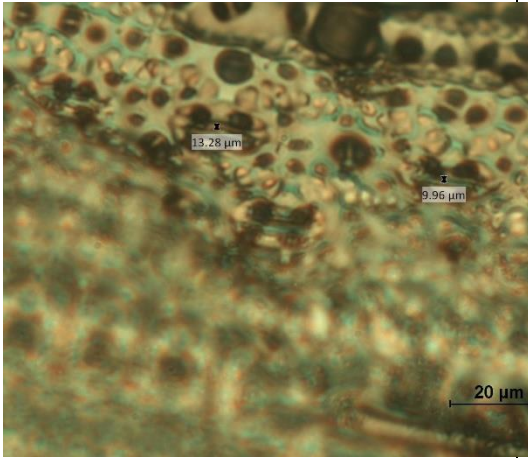
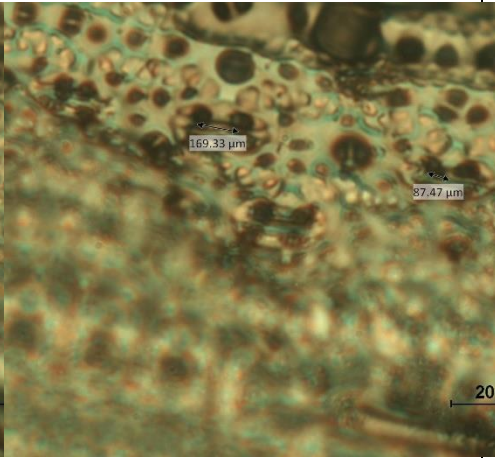
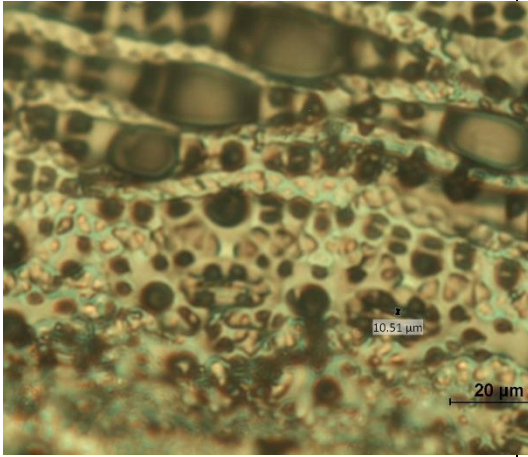
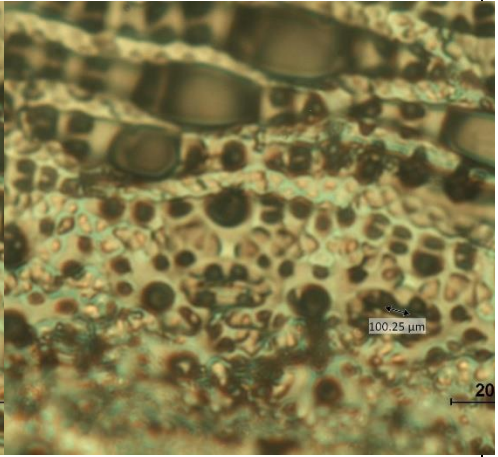


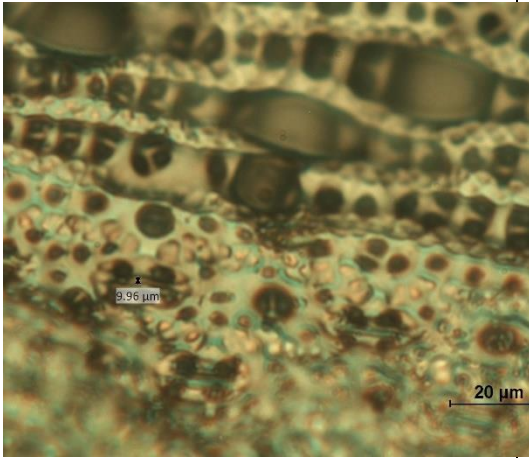
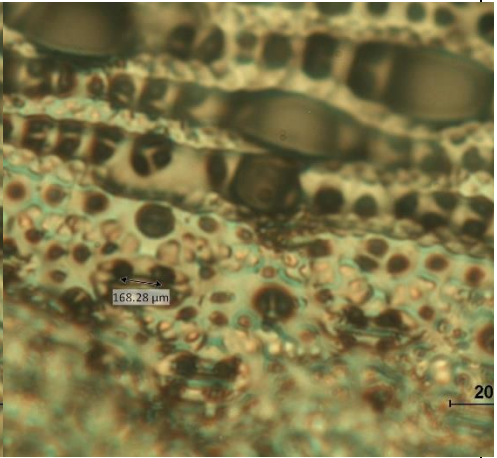
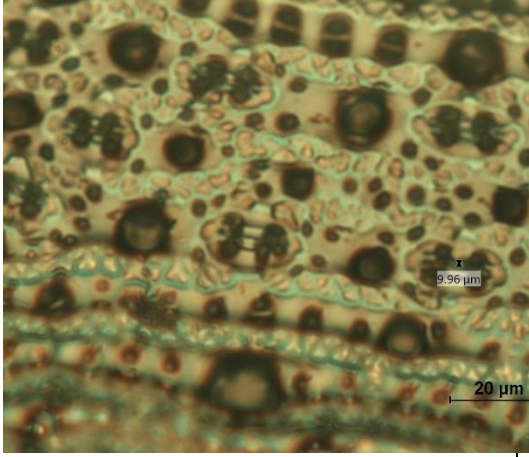
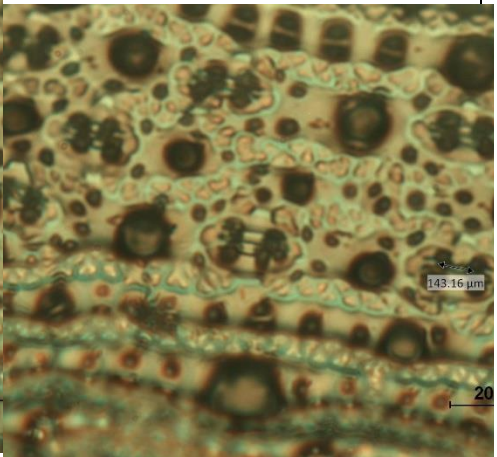


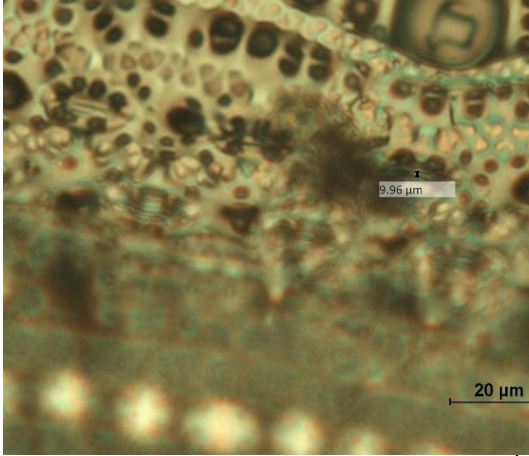
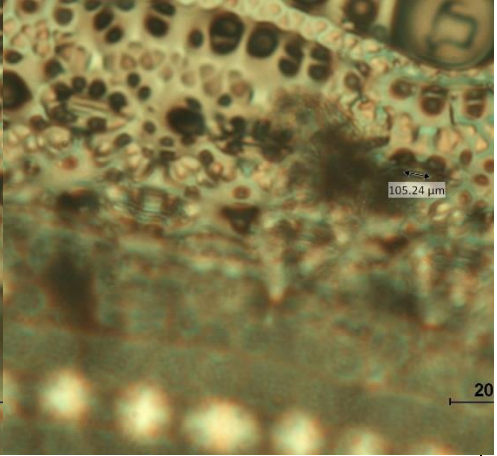
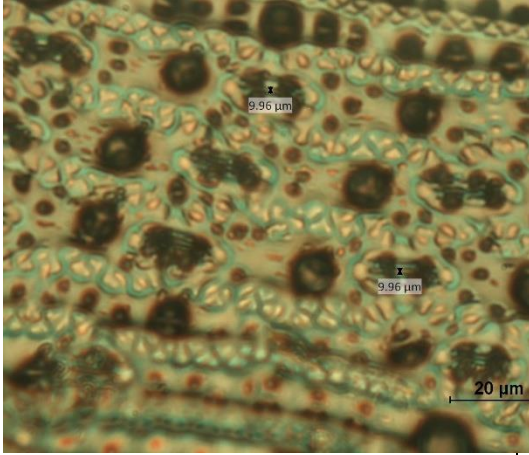
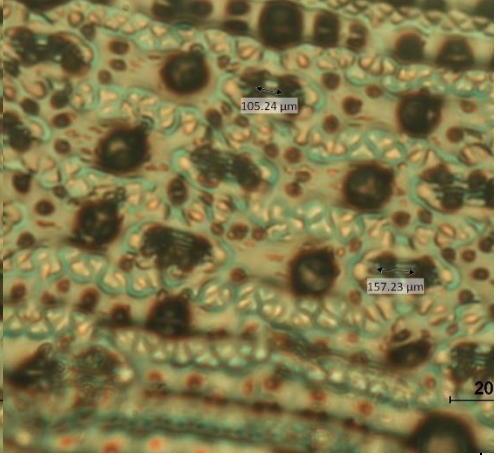


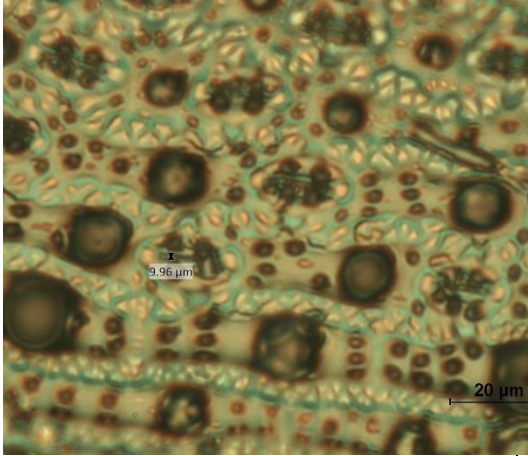
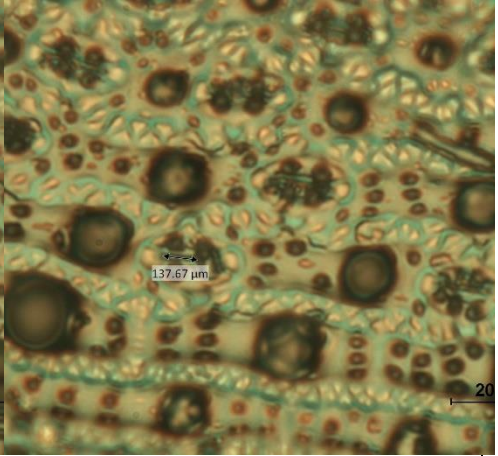
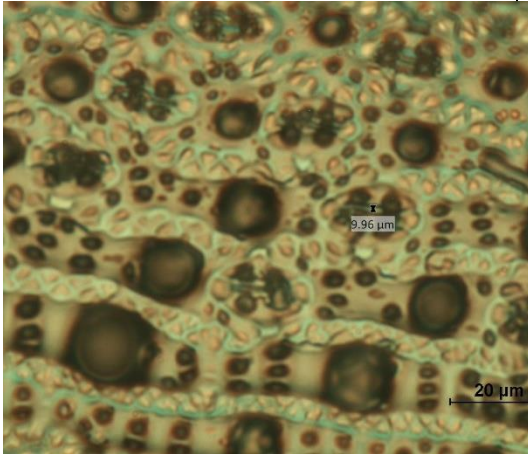
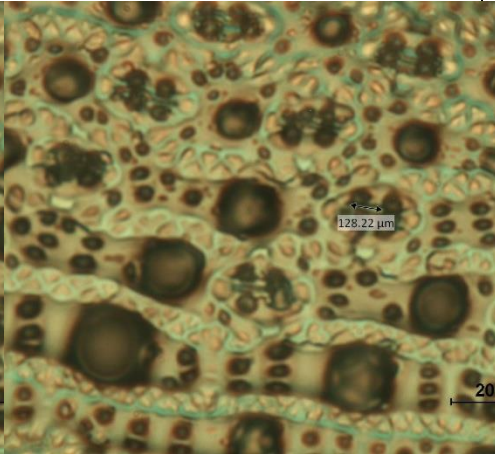
Gambar bukaan stomata setelah dipaparkan bunyi

NO	Gambar Luas bukaan stomata setelah dipaparkan bunyi	
	Lebar	Panjang
1		
2		

NO	Gambar Luas bukaan stomata setelah dipaparkan bunyi	
	Lebar	Panjang
3		
4		

NO	Gambar Luas bukaan stomata setelah dipaparkan bunyi	
	Lebar	Panjang
5		
6		

NO	Gambar Luas bukaan stomata setelah dipaparkan bunyi	
	Lebar	Panjang
7		
8		

NO	Gambar Luas bukaan stomata setelah dipaparkan bunyi	
	Lebar	Panjang
9		
10		

LAMPIRAN 2

Lampiran 2 Pertumbuhan tanaman padi (*Oriza sativa*) pada lahan sampel berukuran 10 x 10 meter dengan 50 rumpun sampel tanaman

1. Tinggi tanaman (cm)

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
1	31	58	72,3	100,2	84,9	30	41,1	55	78,5	102,5
2	35	62,5	74,1	104	91	30,2	38,3	58,1	78,3	101,9
3	33	57,9	70,2	89	105,9	31,2	42	66,2	89,7	113,9
4	34	57,5	69	94	114	30	35,5	58,1	78,4	99,8
5	32	61,5	71,6	103,4	116,6	29,8	38,7	55,6	75,6	96,2
6	36	58	70,6	104,5	107,5	28,6	34	54,3	73,3	93,1
7	33	60,9	72,9	100,1	125,7	30,3	37,3	72,2	97,4	96,8
8	33	51,8	72,5	87,8	124,3	32,6	41,1	54,2	73,2	92,4
9	30	58,5	72,2	94	118,4	29	36,6	61,5	83	105,1
10	37	57,6	73,1	98,3	117	30,8	42,8	80	108	102,6
11	34	53,2	71,1	97,8	103,1	29,8	36	55,8	75,3	95,6
12	37	60,3	71,2	100,4	103,9	30,2	37,4	51,6	69,6	90,4
13	33	54,6	73,2	96	92,7	30	36,5	59	79,6	103,8
14	36	60,4	70,3	96,5	102,6	29,8	42	58,8	79,3	101,5
15	38	60	78,3	88,1	95	28,2	47,8	59	79,5	103,5
16	34	60,5	76,7	99,5	114,4	31,5	37,4	68	91,8	108,4

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
17	36	56,8	74,9	94,1	97,9	29,7	37,5	65,5	88,5	115,5
18	31	55,7	71,5	102,1	103,4	31,9	39,2	54,5	73,5	95,5
19	33	54,8	63,2	117,1	113,7	30,6	42,6	65,4	88,2	108,6
20	37	61,4	70,9	97,5	100,2	31,2	38,5	55,1	74,5	96,5
21	32	59	73,1	99,8	98,7	30,2	37,1	59,1	79,7	103,1
22	36	51,6	75,3	91,5	96,8	29,9	38,1	60,3	81,4	105,2
23	36	61,7	76,6	107,1	103,4	35,4	44,2	56,5	76,5	99,4
24	33	62,5	74,3	106,3	108,1	29,4	41,5	67,8	91,3	118,9
25	36	58	73,1	98,5	107,5	27,1	44	63,2	85,2	110,6
26	34,1	52,5	76,5	97,5	110,4	31,2	40,4	61	82,5	107,5
27	41,1	65,7	75,6	88,3	105,6	30,3	35,3	64,4	86,4	112,3
28	34,2	60,5	82	88,7	106,1	30,9	38,6	68,9	93,5	117,5
29	36,5	65,6	73,4	79,1	96,1	32	47,5	60,3	81,5	105,5
30	34	60	77,9	87,7	89,5	29	39	56,6	76,1	98,3
31	34,1	66	68,3	79,1	92,5	35,2	43	66,6	89,1	102,3
32	35,6	63	80,6	108,3	126,1	31,2	39,4	59,1	79,5	103,5
33	33,7	61	74,4	106,1	116,1	35,7	45	60,8	82,8	107,4
34	36	60,3	72,2	105,1	115,1	32,1	34	67,6	91,2	108,6
35	34	61	79,7	89,5	98,5	3,4	40	63,2	85,4	111,2
36	33,4	54,5	77,1	88,7	97,7	30,7	38,5	66,8	90,1	117,1
37	28,7	59,5	81,6	99,1	109,1	31	45,8	55,8	75,3	97,9

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
38	36,3	58,3	78,7	87,5	96,5	30	44,1	60,7	81,8	106,4
39	32	56	76,7	104,1	114,1	28,8	44,2	63,4	85,6	111,2
40	35	62,1	66,4	116,5	128,5	27,3	45,5	57,3	77,3	100,4
41	32	63,5	81,3	100,1	110,1	36	47,2	57,3	77,6	100,8
42	36,6	54,6	66,6	88,1	96,9	30,5	40,1	66,2	89,4	116,2
43	31	61,6	72	91,5	100,5	28	40,2	54,8	73,9	96,7
44	33,4	60,5	74	94,3	103,3	27,8	41,9	68,1	92	99,6
45	35,6	64,5	66,7	87,3	103,4	31,6	38,3	60,2	81,2	105,6
46	35	64	59,3	83,9	99,2	28,6	49,2	62,5	84,4	109,2
47	35,8	60,6	76,6	88	103,4	30	42,5	61,9	83,5	108,5
48	36,3	63,3	67,1	85,7	101,6	33	44,4	59,6	80,4	104,5
49	36	63,9	73,2	89,4	105,2	30	4,23	55,7	75,2	97,7
50	36,3	60,4	69,4	87,5	103,5	28,4	43,8	57,8	78	101,4
Rata rata	34,454	59,552	73,19	95,774	105,514	30,002	39,9866	61,028	82,46	104,162

2. Diameter tanaman (cm)

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
1	4,8	7,1	10,2	6,2	6,9	6,09	6	4,8	6,25	5,8
2	3,6	8,5	9,1	9,5	6,2	4,2	4,5	8,5	9,5	8,55

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
3	5,5	6,5	8,4	9,9	56,5	5,02	6,2	8,6	9,9	8,1
4	7,5	6,3	7,3	7,1	5,9	5,7	7,3	6,2	7,1	6,3
5	5,75	8,6	8,6	8,5	6,7	4,91	4,75	7,3	8,5	7,5
6	6,1	6,8	11,3	7,35	6,85	5,02	6,9	8,1	7,3	6,75
7	4,8	7,5	10,9	10,5	5,9	4,9	5,45	9,2	10,5	9,4
8	6	6,4	9,35	8,3	5,5	6,08	5,7	7,35	8,3	8,3
9	5,7	5,2	8,9	10,9	6,75	5,23	6,2	9,55	10,9	10,9
10	4,3	8,3	10,25	9,2	6,45	5,6	6,3	8	9,2	9,2
11	6,6	5,9	8,7	8,7	6,75	4,92	5,6	7,8	8,7	8,7
12	6,5	7,6	9,55	8,5	5,4	4,4	6,1	7,1	8,55	8,55
13	5,8	6,2	8,95	10,8	4,6	5,32	6,8	9,2	10,8	10,8
14	5,6	8	7,1	8,05	5,4	4,5	5,5	7	8,05	8
15	5,75	7,25	10,55	8,7	6,45	5,2	4,6	7,6	8,7	8,75
16	5,2	8,8	9,8	8,55	5,2	5,1	7,25	7,55	8,5	5,5
17	5,9	7,85	8,15	7,5	5,4	4,45	5,6	6,9	7,5	6,5
18	6,15	6,45	11,3	10,5	6,65	4,6	6,75	9,5	10,5	9,5
19	5,1	6,45	10,2	5,5	6,85	4,4	4,6	5,15	5,5	4,55
20	6,35	7,65	9,5	5,4	7,2	4,78	6,15	9,6	11,4	10,6
21	6,7	7,7	9,3	8,15	6,35	5,1	6,7	7,45	8,1	7,25
22	4,9	7,3	7,45	8,5	5,2	5,26	7,65	7,7	8,55	7,5
23	6,8	7,65	8,6	6,75	6,8	5,1	5,7	5,85	6,75	6,3
24	6,4	5,85	11,5	6,95	7,85	4,85	6,25	5,85	6,9	7,9

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
25	4,8	6,95	9,4	9,15	6,6	5,02	6	8,1	9,1	10
26	5,65	8,4	9,4	7,8	8,35	6,2	5,9	6,8	7,8	8,55
27	5,3	7,1	9,75	11,2	5,8	4,92	4,9	9	11,2	7,4
28	4,2	7,75	8,6	8,3	7,35	5,4	5,85	6,7	8,35	5,85
29	6,2	7,3	10,8	10,1	8,55	5,25	5,2	8,1	10,1	7,75
30	7,7	7,85	9,5	7,7	7,2	4,59	5,9	6,2	7,7	5,95
31	6,1	6,4	9,75	8,5	7,4	4,24	5,85	8,4	8,5	5,5
32	4,95	9,2	11,15	10,5	7,95	4,9	5,45	8,4	10,55	7,5
33	5,6	6,95	9,3	9,2	7,85	4,61	6,9	7,4	9,2	6,4
34	6,6	7,6	7,85	9,8	8,65	5,8	4,7	8,6	9,85	6,6
35	5,5	8,85	7,8	6,5	8,2	5,12	5,45	5,7	6,5	5,8
36	6,66	6,8	7,5	7,55	7,65	5,45	6,8	6,3	7,5	6,55
37	5,8	7,1	6,7	7,3	9,9	5,2	7,4	6,4	7,3	6,7
38	5,2	7,85	9,85	9,6	9,2	4,45	7,45	8,4	9,6	8,4
39	6,1	9,8	9,55	8,5	10,45	5,22	7,1	7,4	8,5	7,5
40	6,7	7,7	8,2	6,2	7,8	6,01	8,85	5,45	6,2	5,85
41	6,75	7,3	11,1	9,6	6,3	6,6	6,5	8,45	9,6	8,4
42	5,3	8,2	8,7	10,5	6,7	5,1	7,4	9,2	10,5	9,5
43	7,15	7,4	8,75	7,7	6,4	5,16	6,4	6,75	7,7	6,35
44	4,3	6,3	7,25	7,9	7,25	4,82	8,6	6,6	7,9	7,1
45	6,1	6,45	10,1	6,3	7,5	5,32	5,65	5,55	6,3	5,65
46	4,6	8,5	9,6	7,5	7,7	5,5	7,55	6,3	7,55	6,7

No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
47	5,8	7,4	8,9	6,8	8,9	5,72	5,9	5,9	6,8	6,25
48	7	8,55	8,4	7,1	5,15	4,95	6,25	6,2	7,1	7,3
49	6,2	8,6	9,8	7,4	6,9	4,5	5,6	6,5	7,4	6,6
50	5,2	8,35	10	7,5	6,2	5,13	6,2	6,1	7,5	6,5
Rat a rata	5,785	7,45	9,253	8,324	7,953	5,1182	6,206	7,335	8,445	7,477

3. Jumlah batang dalam satu rumpun

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

10	12	26	18	21	33	8	13	24	20	26
11	8	28	28	20	35	6	8	18	16	20
12	15	24	29	21	39	5	9	10	14	12
13	10	27	26	31	32	8	5	11	15	13
14	10	19	27	32	27	9	10	16	13	18
15	12	22	29	31	33	7	29	17	14	19
16	9	30	23	25	30	5	12	19	16	21
17	10	29	42	26	39	9	11	14	11	12
18	13	31	32	28	39	8	8	7	9	10
19	14	32	33	37	29	6	10	15	12	18
20	5	40	41	31	17	9	8	10	15	13
21	11	38	39	31	37	9	9	13	14	16
22	9	37	26	24	28	10	5	8	16	11
23	17	32	28	42	38	9	11	19	15	22
24	10	27	29	43	28	9	6	10	14	13
25	14	28	27	22	33	5	13	12	15	15
26	8	29	30	32	22	10	12	13	14	16
27	10	30	31	40	39	9	10	12	13	15
28	14	31	32	34	31	8	10	12	13	15
29	5	28	29	32	26	9	11	13	14	16
30	13	27	28	31	28	8	12	14	15	17

31	6	26	27	35	32	8	11	17	12	20
32	10	32	33	25	33	9	10	6	15	9
33	10	25	26	28	32	6	12	6	14	9
34	7	25	26	29	22	7	13	12	13	15
35	9	18	19	23	24	8	9	10	11	12
36	10	21	22	20	34	7	9	8	10	10
37	10	34	35	27	28	15	15	14	15	16
38	12	24	25	33	32	8	9	8	13	10
39	4	65	43	20	31	9	6	10	11	12
40	11	21	22	24	27	13	8	12	15	14
41	14	20	21	47	35	9	6	15	16	17
42	12	23	24	20	31	8	12	15	12	17
43	19	25	25	30	28	7	12	14	15	16
44	8	21	24	25	38	8	10	26	15	28
45	14	18	28	22	22	7	10	13	12	15
46	12	15	33	50	26	8	9	16	15	18
47	9	19	31	31	29	12	9	14	13	16
48	11	31	23	36	29	6	10	11	10	13
49	10	32	34	28	28	9	11	15	14	17
50	14	31	32	28	29	11	10	10	12	12
Rata rata	11	28	29	29	31	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	4	16	0	0	0	1	7
2	0	0	0	5	18	0	0	0	2	6
3	0	0	0	8	20	0	0	0	1	8
4	0	0	0	7	19	0	0	0	0	6
5	0	0	0	5	18	0	0	0	1	7
6	0	0	0	4	23	0	0	0	1	5
7	0	0	0	8	26	0	0	0	1	4
8	0	0	0	7	32	0	0	0	2	9
9	0	0	0	6	23	0	0	0	1	8
10	0	0	0	5	17	0	0	0	2	7
11	0	0	0	4	16	0	0	0	0	11
12	0	0	0	3	17	0	0	0	1	8
13	0	0	0	5	19	0	0	0	0	13
14	0	0	0	7	20	0	0	0	0	12
15	0	0	0	6	21	0	0	0	1	11
16	0	0	0	5	17	0	0	0	0	10
17	0	0	0	4	26	0	0	0	2	9
18	0	0	0	7	24	0	0	0	0	8

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

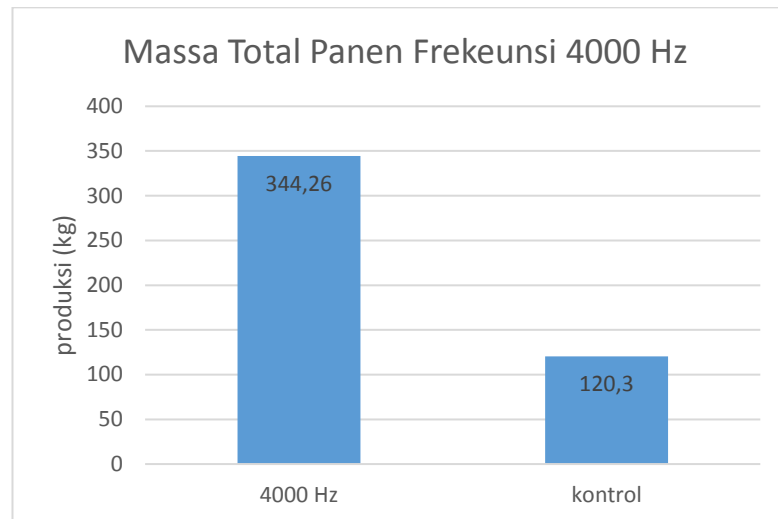
No	Perlakuan					Kontrol				
	Umur (hari)					Umur(hari)				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
38	0	0	0	6	21	0	0	0	2	11
39	0	0	0	3	29	0	0	0	1	12
40	0	0	0	4	20	0	0	0	1	14
41	0	0	0	7	21	0	0	0	2	9
42	0	0	0	1	23	0	0	0	0	8
43	0	0	0	5	24	0	0	0	0	7
44	0	0	0	4	22	0	0	0	0	6
45	0	0	0	3	27	0	0	0	1	11
46	0	0	0	6	23	0	0	0	0	9
47	0	0	0	4	25	0	0	0	0	8
48	0	0	0	3	17	0	0	0	0	14
49	0	0	0	5	31	0	0	0	1	12
50	0	0	0	4	24	0	0	0	1	8
Rata rata	0	0	0	5	22	0	0	0	1	10

LAMPIRAN 3

Lampiran 3 Panen tanaman padi (*Oriza sativa*) pada lahan sampel berukuran 10x10 meter (bedeng 1-Bedeng 10)

Bedeng	Produktivitas (Kg)		Jumlah Tanaman		Rata-rata Produktivitas (gram)	
	Perlakuan	Kontrol	Perlakuan	Kontrol	Perlakuan	Kontrol
1	10,0	3,2	324	320	31	10
2	7,0	3,5	270	321	26	11
3	7,0	4,0	271	321	26	12
4	7,0	3,3	270	320	26	10
5	8,0	4,0	270	325	30	12
6	7,0	3,2	270	324	26	10
7	7,0	3,6	270	322	26	11
8	7,0	3,2	270	325	26	10
9	7,0	3,5	272	322	26	11
10	8,0	3,7	270	325	30	11
Jumlah	75	35,1	2757	3225	27	11

Hasil panen keseluruhan tanaman padi dengan ukuran 10x30 meter



LAMPIRAN 4

Lampiran 4 Dokumentasi penelitian



Lahan tanaman padi perlakuan



Lahan tanaman kontrol



Proses penyabitan tanaman padi ketika dipanen



Proses pemisahan gabah secara manual



Proses pemisahan gabah secara menggunakan mesin



Penimbangan hasil panen menggunakan timbangan



Penimbangan hasil panen menggunakan timbangan digital



Hasil panen keseluruhan