PENGARUH VARIASI TARAF INTENSITAS PEMAPARAN BUNYI GARENGPUNG (*Dundubia manifera*) TERMANIPULASI *PEAK* FREKUENSI TERHADAP LUAS BUKAAN STOMATA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DENGAN MODEL PERHITUNGAN ELIPTIS

SKRIPSI

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

Oleh:

Lestari Octavia Putri

NIM 14306141031

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2019

PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

PENGARUH VARIASI TARAF INTENSITAS PEMAPARAN BUNYI GARENGPUNG (*Dundubia manifera*) TERMANIPULASI *PEAK* FREKUENSI TERHADAP LUAS BUKAAN STOMATA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DENGAN MODEL PERHITUNGAN ELIPTIS

Disusun Oleh:

Lestari Octavia Putri
NIM 14306141031

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

Yogyakarta, 26 Desember 2018

Disetujui,
Dosen Pembimbing,

Nur Kadarisman, M.Si
NIP. 19640205 199101 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

PENGARUH VARIASI TARAF INTENSITAS PEMAPARAN BUNYI GARENGPUNG (*Dundubia manifera*) TERMANIPULASI *PEAK* FREKUENSI TERHADAP LUAS BUKAAN STOMATA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DENGAN MODEL PERHITUNGAN ELIPTIS

Disusun oleh:

Lestari Octavia Putri
NIM 14306141031

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 08 Januari 2019

TIM PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda tangan	Tanggal
Nur Kadarisman, M.Si NIP. 19640205 199101 1 001	Ketua Penguji	.....	14-01-2019
Wipsar Sunu Brams D., Ph.D NIP. 19800129 200501 1 003	Penguji Utama	.....	14-01-2019
Dyah Kurniawati A., M.Sc NIP. 19830812 201404 2 001	Penguji Pendamping	.....	14-01-2019

Yogyakarta, 15 Januari 2019
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dekan,

Dr. Hartono
NIP. 19620329 198702 1 002

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lestari Octavia Putri

NIM : 14306141031

Program Studi : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul TAS : Pengaruh Variasi Taraf Intensitas Pemaparan Bunyi Garengpung (*Dundubia manifera*) Termanipulasi *Peak* Frekuensi terhadap Luas Bukaan Stomata Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dengan Model Perhitungan Eliptis

menyatakan bahwa skripsi ini adalah murni hasil karya sendiri di bawah tema penelitian payung dosen atas nama Prof. IGP Suryadarma, Jurusan Pendidikan Biologi dan Nur Kadarisman, M.Si, Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA tahun 2018. Sepanjang sepengetahuan saya tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau yang telah digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan studi di Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan.

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

Yogyakarta, 01 Maret 2018

Yang menyatakan,

Lestari Octavia Putri

NIM . 14306141031

PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan karya ini kepada:

Allah SWT

Mama, papa, adik, dan keluarga besar

Semua Dosen beserta Staff Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY

Teman-teman Fisika B beserta Kolega Fisika angkatan 2014

Teman-teman Support System

Teman-teman D6

Diri sendiri.

PENGARUH VARIASI TARAF INTENSITAS PEMAPARAN BUNYI GARENGPUNG (*Dundubia manifera*) TERMANIPULASI *PEAK* FREKUENSI TERHADAP LUAS BUKAAN STOMATA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DENGAN MODEL PERHITUNGAN ELIPTIS

Oleh:

Lestari Octavia Putri
NIM 14306141031

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi taraf intensitas bunyi "garengpung" (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung (*Zea mays* L.) dengan model perhitungan eliptis.

Penelitian ini memvariasikan taraf intensitas bunyi serangga "garengpung" (*Dundubia manifera*) yang termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz menggunakan teknologi *Audio Bio Harmonic* (ABH). Output *peak* frekuensi dari ABH divalidasi menggunakan *FFT MATLAB R2008a*. Variasi taraf intensitas dilakukan dengan memberi variasi jarak antara tanaman jagung dengan sumber bunyi yaitu: 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m, dan 24 m. Nilai taraf intensitas diukur menggunakan *Sound Level Meter*. Pada penelitian ini digunakan lahan jagung berukuran (9,8 x 26,8) m. Stomata daun tanaman jagung dicetak pada preparat plastik yang sudah disiapkan dan diamati melalui mikroskop cahaya dan *NIS Elements Viewer*. Pengukuran panjang dan lebar bukaan stomata menggunakan *Image Raster 3.0*. Hasil pengukuran panjang dan lebar tersebut kemudian dianalisis menggunakan *Microsoft Excel 2013* untuk menghitung luas bukaan stomata dengan model perhitungan eliptis dan menggunakan *Origin Pro 8* untuk menampilkan kurva antara luas bukaan stomata dengan taraf intensitas bunyi.

Hasil dari analisis data pada penelitian ini menunjukkan *peak* frekuensi terbaik untuk pemaparan bunyi "garengpung" terhadap tanaman jagung berada pada *peak* frekuensi 3500 Hz pada jarak (4 ± 0,5) m dengan luas bukaan stomata rata-rata paling besar: (41,78 ± 0,76) μm^2 dan nilai taraf intensitas bunyi rata-rata: (80,93 ± 0,005) dB. Semakin jauh jarak sumber bunyi dari tanaman sebanding dengan taraf intensitas mengecil, semakin kecil luas bukaan stomata tanaman jagung.

Kata kunci: suara "garengpung", *peak* frekuensi, taraf intensitas bunyi, tanaman jagung (*Zea mays* L.), dan stomata daun.

THE EFFECT OF GARENGPUNG (*Dundubia manifera)* SOUND PEAK FREQUENCIES-MANIPULATED WITH DIFFERENT INTENSITY LEVELS ON THE OPENING AREA OF STOMATA OF CORN (*Zea mays* L.) WITH ELLIPSE EQUATION MODEL

By:

Lestari Octavia Putri
14306141031

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of "garengpung" (*Dundubia manifera*) sound peak frequencies-manipulated intensity levels on the opening area of corn (*Zea mays* L.) stomata with ellipse equation model.

This study employed the intensity levels of "garengpung" sound within peak frequencies manipulated on 3500 Hz, 4000 Hz, and 5000 Hz using *Audio Bio Harmonic* (ABH). The output were validated by *FFT Matlab R2008a*. To get sound intensity levels by giving distance: 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m, and 24 m. Sound intensity levels were measured by *Sound Level Meter*. This study were applied on a corn field (9.8x26.8) m. Stomata were printed on handmade-plastic slides and captured by light microscope and *NIS Elements Viewer*. For measuring p and l of the opening stomata using *Image Raster 3.0*. The result were analyzed more by *Microsoft Excel 2013* with ellipse equation model and *Origin Pro 8* to make curves showing the relation between the opening areas of stomata with sound intensity levels.

The final result showed that the best peak frequency on giving "garengpung" sound to corn was on peak frequency 3500 Hz at (4 ± 0.5) m away from the sound source followed by the largest average value from the opening area of stomata: (41.78 ± 0.76) μm^2 and average value of sound intensity level: (80.93 ± 0.005) dB. The further the distance between sound source with plant within intensity level went down, the smaller the area of opening stomata.

Key words: "garengpung" sound, peak frequency, sound intensity level, corn (*Zea mays* L.), and stomata.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dapat terselesaikan dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains. Sholawat serta salam tidak lupa senantiasa tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, sebagai teladan kehidupan sepanjang masa. Penelitian ini merupakan penelitian payungan dengan judul "Rekayasa *Smart Chip Audio Organic Growth System* (SC-AOGS) Energi Surya untuk Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Hasil Panen Tanaman Pangan" yang didanai dengan dana Kerja sama Penelitian, Pengkajian, dan Pengembangan Stategis (KP4S) dari Kementrian Pertanian kerjasama Penelitian Pengkajian dan Pertanian Strategi dengan peneliti Prof. IGP Suryadarma dan Nur Kadarisman, M.Si Tahun Anggaran 2017-2018. Kemudian diangkat menjadi Tugas Akhir Skripsi dengan judul "Pengaruh Variasi Taraf Intensitas Pemaparan Bunyi Garengpung (*Dundubia manifera*) Termanipulasi *Peak* Frekuensi terhadap Luas Bukaan Stomata Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dengan Model Perhitungan Eliptis".

Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Sutrisna Wibawa, M.Pd selaku rektor Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan izin penelitian.
2. Dr. Hartono selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY yang telah mengesahkan TAS ini.
3. Yusman Wiyatmo, M.Si selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan proposal sampai dengan selesainya TAS ini.
4. Nur Kadarisman, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika FMIPA UNY dan selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan TAS ini.

5. Keluarga Ibu Menuk yang telah bersedia mengizinkan pemanfaatan lahan untuk penelitian ini, serta semua pengetahuan yang telah dibagikan mengenai pertanian.
6. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini masih memiliki kekurangan, namun tetap bisa menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yan membutuhkannya.

Yogyakarta, 19 November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**
PERSETUJUAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
SURAT PERNYATAAN ..... **iv**
PERSEMBAHAN ..... **v**
ABSTRAK ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**

BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Identifikasi Masalah 3
C. Batasan Masalah 3
D. Rumusan Masalah 4
E. Tujuan Penelitian 4
F. Manfaat Penelitian 5

BAB II KAJIAN PUSTAKA **6**
A. Kajian Teori 6
B. Kerangka Berfikir 24

BAB III METODE PENELITIAN **25**
A. Jenis Penelitian 25
B. Tempat dan Waktu Penelitian 25
C. Objek Penelitian 26
D. Alat dan Bahan Penelitian 26
E. Variabel Penelitian 27
F. Desain Penelitian 28
G. Langkah Kerja 28
H. Teknik Analisis Data 30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **31**
A. Pengaruh Variasi Paparan Bunyi Garengpung (*Dundubia manifera*) Termanipulasi *Peak* Frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap Luas Bukaan Stomata Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dengan Model Perhitungan Eliptis. 31
B. Pengaruh Variasi Paparan Kuat Lemah Bunyi Garengpung (*Dundubia manifera*) Termanipulasi *Peak* Frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap Luas Bukaan Stomata Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dengan Model Perhitungan Eliptis 34

BAB V PENUTUP.....43
A. Kesimpulan..... 43
B. Saran..... 44

DAFTAR PUSTAKA.....45
LAMPIRAN.....47

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Tabel Taraf Intensitas dan Intensitas Bunyi dari Berbagai Sumber (Nilai Perwakilan) 8

Tabel 2. Contoh Hasil Pengambilan Gambar Sampel Stomata Tanaman Jagung Kontrol dan Tanaman Jagung Perlakuan untuk *Peak* Frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz. 32

Tabel 3. Hasil Analisis Data Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung sebagai Tanaman Kontrol dan Perlakuan. 33

Tabel 4. Tabel Hasil Analisis Data Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengung dan Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung pada *Peak* Frekuensi 3500 Hz di Setiap Jarak beserta Error. 34

Tabel 5. Tabel Hasil Analisis Data Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung pada *Peak* Frekuensi 4000 Hz di Setiap Jarak beserta Error. 36

Tabel 6. Tabel Hasil Analisis Data Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung pada *Peak* Frekuensi 5000 Hz di Setiap Jarak beserta Error 37

Tabel 7. Tabel Nilai Konversi Jarak ke Sumber Bunyi beserta Error menjadi Titik Pengambilan Data. 39

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Spektrum Sinyal Gelombang Bunyi “Garengpung” dengan *Peak* Frekuensi 3491 Hz ~ 3500 Hz. 10

Gambar 2. Spektrum Sinyal Gelombang Bunyi “Garengpung” dengan *Peak* Frekuensi 3945 Hz ~ 4000 Hz. 11

Gambar 3. Spektrum Sinyal Gelombang Bunyi “Garengpung” dengan *Peak* Frekuensi 5013 Hz ~ 5000 Hz. 11

Gambar 4. Serangga Garengpung 12

Gambar 6. Stomata pada Jagung (Kiri) Perbesaran 400x dan (Kanan) Perbesaran 1000x..... 14

Gambar 5. Stomata pada Tanaman 14

Gambar 7. Stomata Terbuka dan Tertutup,..... 15

Gambar 8. Tanaman Jagung..... 16

Gambar 9. Kurva Karakteristik Pertumbuhan Tanaman (a) Kacang dan (b) Impatien Akibat Pengaruh Variasi Frekuensi, ... 21

Gambar 10. Desain Penelitian..... 28

Gambar 11. Grafik Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Jarak pada 35

Gambar 12. Grafik Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan

Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Jarak pada 36
Gambar 13. Grafik Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Jarak pada 38
Gambar 14. Grafik Hubungan antara Nilai Taraf Intensitas Rata-Rata dengan Titik Pengambilan Data Berdasarkan Jarak Posisi Tanaman 40
Gambar 15. Grafik Hubungan antara Nilai Taraf Intensitas Rata-Rata dengan Titik Pengambilan Data Berdasarkan Jarak Posisi Tanaman 40
Gambar 16. Grafik Hubungan antara Nilai Taraf Intensitas Rata-Rata dengan Titik Pengambilan Data Berdasarkan Jarak Posisi Tanaman 41

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran I 48

Lampiran II 78

Lampiran III 87

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Penelitian mengenai pengaruh paparan musik terhadap pertumbuhan tanaman sudah tidak asing lagi di dunia ilmu pengetahuan. Banyak peneliti yang telah membuktikan bahwa benar ada pengaruh pemaparan musik terhadap pertumbuhan tanaman. Salah satu contoh penelitian tersebut dilakukan oleh seorang ilmuwan di Kanada, Eugene Canby, memutarkan musik klasik pada tanaman setiap pagi dan malam. Hasilnya menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman meningkat 60%. Di National Institute of Agricultural Biotechnology di Suwon, Korea Selatan, para peneliti kembali menunjukkan bahwa musik klasik memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan tanaman. Jenis musik lain seperti musik rock, country, dan jazz, memberikan reaksi yang berbeda pada tanaman ketika dibandingkan dengan musik klasik. Ketika tanaman diputarkan musik rock, tanaman mengalami pertumbuhan yang cepat namun tidak diimbangi oleh pertumbuhan daun, menyebabkan kerusakan pada daya tahan tanaman. Tanaman yang diputarkan musik country menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan tanaman tanpa diputarkan musik. Ketika musik jazz diputarkan pada tanaman ternyata lebih membantu pertumbuhan daripada musik rock dan country, namun tetap tidak lebih baik dari musik klasik, (Yanto, 2016).

Seiring semakin banyak penelitian berfokus pada pengaruh jenis musik terhadap pertumbuhan tanaman, Collins dan Foreman melakukan penelitian dengan metode yang berbeda yaitu memvariasikan frekuensi bunyi untuk melihat

pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kacang dan impatien, (Collins & Foreman, 2001: 7). Metode memutarkan musik atau bunyi dengan rentang frekuensi tertentu saat ini dikenal dengan teknik *sonic bloom*. *Sonic bloom* yang dicetuskan oleh Dan Carlson ini adalah sebuah teknologi penggabungan bunyi (dalam rentang frekuensi suara burung) untuk membuka stomata tanaman didukung oleh penggunaan pupuk daun organik guna memperoleh potensi genetik tanaman. Penggunaan teknik *sonic bloom* sudah sering terbukti meningkatkan hasil panen 50-70% dari biasanya. Teknik ini merupakan proyek nomor satu di pemerintahan Indonesia dan diharapkan mampu menangani permasalahan kelaparan dunia, (Sonic Bloom, dancarlsonsonicbloom.com). Di Indonesia sendiri teknik ini sudah diuji coba terhadap produksi tanaman seperti kentang, bawang merah, jahe, tembakau, dan teh, (Yulianto et al., 2005 via Yulianto, 2008: 149).

Penelitian mengenai pengaruh paparan bunyi garengpung terhadap produktivitas tanaman jagung sudah pernah dilakukan pada *peak* frekuensi 3500 Hz dan 4500 Hz dengan luas bukaan stomata sebagai data pendukung. Dua penelitian tersebut menggunakan teknologi *Audio Bio Harmonic* (ABH). ABH adalah teknik yang menggunakan unit generator penghasil suara akustik dengan frekuensi tinggi bolak-balik dengan nilai satuan sebesar 3000-5000 Hz, (Kadarisman et al. (2011: F-465).

Pada *Peak* frekuensi 3500 Hz terbukti bahwa produktivitas tanaman jagung dipengaruhi oleh pemaparan bunyi garengpung. Hasil produktivitas tanaman jagung perlakuan meningkat dengan hasil panen sebesar 240,29 kg dibandingkan dengan tanaman jagung kontrol sebesar 190,41 kg, (Ariskawati,

2018: 60). Pada *peak* frekuensi 4500 Hz hasil produktivitas tanaman terbukti tidak dipengaruhi pemaparan bunyi garengpung. Hasil panen tanaman jagung perlakuan dengan paparan bunyi garengpung *peak* frekuensi 4500 Hz sebesar 166,00 kg, sedangkan hasil panen tanaman kontrol sebesar 190,41 kg, (Sidik, 2018: 52). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai bentuk tindak lanjut terhadap penelitian sebelumnya dengan judul pengaruh variasi taraf intensitas bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung dengan model perhitungan eliptis. Nilai variasi taraf intensitas bunyi diperoleh dengan memvariasikan jarak antara sumber bunyi ABH dengan tanaman jagung untuk setiap *peak* frekuensi. Interval variasi jarak yang digunakan sebesar 4 m (4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m, dan 24 m).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi masalah adalah penelitian mengenai *peak* frekuensi dan jarak yang ideal untuk meletakkan ABH agar terdapat pengaruh terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung belum banyak dilakukan.

C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini terdapat pada hal-hal berikut:

1. Tanaman pangan yang menjadi dari objek penelitian ini adalah jagung hibrida (*Zea mays* L.).
2. Sumber bunyi yang digunakan pada penelitian ini adalah bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) yang termanipulasi *peak* frekuensi pada teknologi ABH.

3. *Peak* frekuensi yang digunakan sebesar 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz dengan variasi jarak untuk masing-masing frekuensi adalah 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m, dan 24 m.
4. Untuk mengetahui pengaruh variasi taraf intensitas dengan mengukur luas bukaan stomata permukaan atas daun tanaman jagung (*Zea mays* L.) dengan model perhitungan eliptis.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi paparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung (*Zea mays* L.) dengan model perhitungan eliptis?
2. Bagaimana pengaruh variasi paparan kuat lemah bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung (*Zea mays* L.) dengan model perhitungan eliptis?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh variasi paparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung (*Zea mays* L.) dengan model perhitungan eliptis.

2. Mengetahui pengaruh variasi paparan kuat lemah bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung (*Zea mays* L.) dengan model perhitungan eliptis.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini meliputi:

1. Manfaat Teoritis

a. Penelitian ini dapat memperkuat penelitian yang sudah ada mengenai pengaruh bunyi garengpung terhadap tanaman pangan.

b. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk perkembangan penelitian selanjutnya.

c. Penelitian ini dapat menambah wawasan umum mengenai teori dan aplikasi ilmu fisika dalam kegiatan sehari-hari.

2. Manfaat Praktis

a. Penelitian ini dapat berguna bagi petani jagung atau masyarakat umum yang tertarik dengan jagung untuk peningkatan produktivitas dan kualitas tanaman jagung yang dihasilkan dengan teknik *sonic bloom*.

b. Penelitian ini bisa menjadi salah satu pencetus gerakan peningkatan produktivitas tanaman pangan dalam negeri lainnya selain jagung.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Gelombang Bunyi

Bunyi/suara (*sound*) adalah sebuah gelombang longitudinal dalam suatu medium berupa padat, gas (udara), atau cair, (Young et al, 2003: 58). Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terjadi karena energi membuat (partikel) udara merapat dan merenggang sehingga energi dapat dirambatkan ke seluruh ruang, (Ishaq, 2007: 201). Jadi, bunyi/suara merupakan gelombang longitudinal yang terjadi akibat udara yang bergerak melalui medium (gas, padat, atau cair) diserta dengan perambatan energi. Ketika partikel udara tidak ada atau vakum maka bunyi tidak dapat merambatkan energinya (karena tidak ada medium), (Ishaq, 2007: 201).

Banyak kasus gelombang bunyi digambarkan sebagai gelombang transversal karena kesulitan dalam menggambar bentuk gelombangnya. Maksud lain dari pengalihan bentuk gelombang ini guna untuk menunjukkan amplitudonya saja, (Ishaq, 2007: 201). Contoh gelombang bunyi yang paling sederhana adalah gelombang sinusoidal yang mempunyai frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang tertentu, (Young et al, 2003: 58).

a. Frekuensi Bunyi

Frekuensi pada suatu gelombang menunjukkan seberapa cepat gelombang bergetar bolak-balik di sekitar titik setimbangnya. Semakin besar nilai frekuensi maka semakin cepat berosilasi di sekitar titik setimbang. Akibat dari hal ini,

semakin cepat gelombang merambat dalam medium yang dilalui (Ishaq, 2007: 176). Hubungan frekuensi dengan periode dapat ditulis sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{....(1)}$$

Telinga manusia peka terhadap gelombang dalam jangkauan frekuensi dari sekitar 20 sampai 20.000 Hz, yang dinamakan jangkauan yang dapat didengar/audiosonik (*audible range*) dan istilah *bunyi* untuk gelombang yang serupa dengan frekuensi di atas 20.000 Hz dinamakan ultrasonik dan di bawah 20 Hz dinamakan infrasonik, (Young et al, 2003: 58).

b. Taraf Intensitas Bunyi

Taraf atau tingkat intensitas bunyi (*sound intensity level*) β sebuah gelombang bunyi didefinisikan oleh persamaan:

$$\beta = (10\ dB) \log \frac{I}{I_0} \quad \text{....(2)}$$

Dengan I_0 adalah sebuah intensitas acuan sebesar 10^{-12} W/m^2 mendekati ambang pendengaran manusia. Satuan dari taraf intensitas adalah decibel (dB),

(Young, 2003: 66)

Dalam skala decibel, batas terendah pendengaran manusia adalah:

$$\beta = 10. \log \frac{I_0}{I_0} = 10. \log(1) = 0 \text{ dB} \quad \text{....(3)}$$

Sedangkan batas tertinggi pendengaran manusia menurut skala decibel:

$$\beta = 10. \log \frac{I_{maks}}{I_0} = 10. \log \frac{1}{10^{-12}} = 120 \text{ dB} \quad \text{....(4)}$$

Tingkat kekerasan bunyi bertambah secara logaritmis, artinya setiap kenaikan 10 decibel berarti intensitas bunyi naik hingga 10 kali, (Ishaq, 2007: 208).

Tabel di bawah menunjukkan nilai taraf intensitas bunyi dan intensitas dari beberapa sumber bunyi:

Tabel 1. Tabel Taraf Intensitas dan Intensitas Bunyi dari Berbagai Sumber (Nilai Perwakilan)
(Sumber: Young, 2003: 65)

SUMBER ATAU DESKRIPSI BUNYI	TARAF INTENSITAS BUNYI, β (dB)	INTENSITAS, I (W/m^3)
Ambang rasa sakit	120	1
Pengeling	95	$3{,}2 \times 10^{-3}$
Kereta api yang ditinggikan	90	10^{-3}
Lalu lintas yang ramai	70	10^{-5}
Pembicaraan biasa	65	$3{,}2 \times 10^{-6}$
Mobil yang bunyinya tidak berisik	50	10^{-7}
Radio rumah yang bunyinya tidak keras	40	10^{-8}
Pembisik rata-rata	20	10^{-10}
Desir dedaunan	10	10^{-11}
Ambang pendengaran pada 1000 Hz	0	10^{-12}

c. Resonansi Bunyi

Menurut Ishaq (2007: 213) "resonansi terjadi karena dua gelombang suara yang berfrekuensi sama saling berinterferensi konstruktif". Beberapa sistem mekanik mempunyai mode normal osilasi. Dalam setiap mode, tiap-tiap partikel sistem itu berisolasi dengan gerak harmonik sederhana dengan frekuensi yang sama seperti frekuensi mode ini. Kemudian diberi gaya yang berubah secara periodik. Maka sistem dipaksa berosilasi dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi gaya yang diberikan. Resonansi juga terjadi bila sebuah gaya yang berubah secara periodik diberikan ke suatu sistem dengan banyak mode normal. Jika frekuensi gaya persis *sama* dengan frekuensi mode-normal, maka sistem itu berada dalam resonansi dan amplitudo osilasi paksa itu adalah maksimum. Seandainya tidak ada

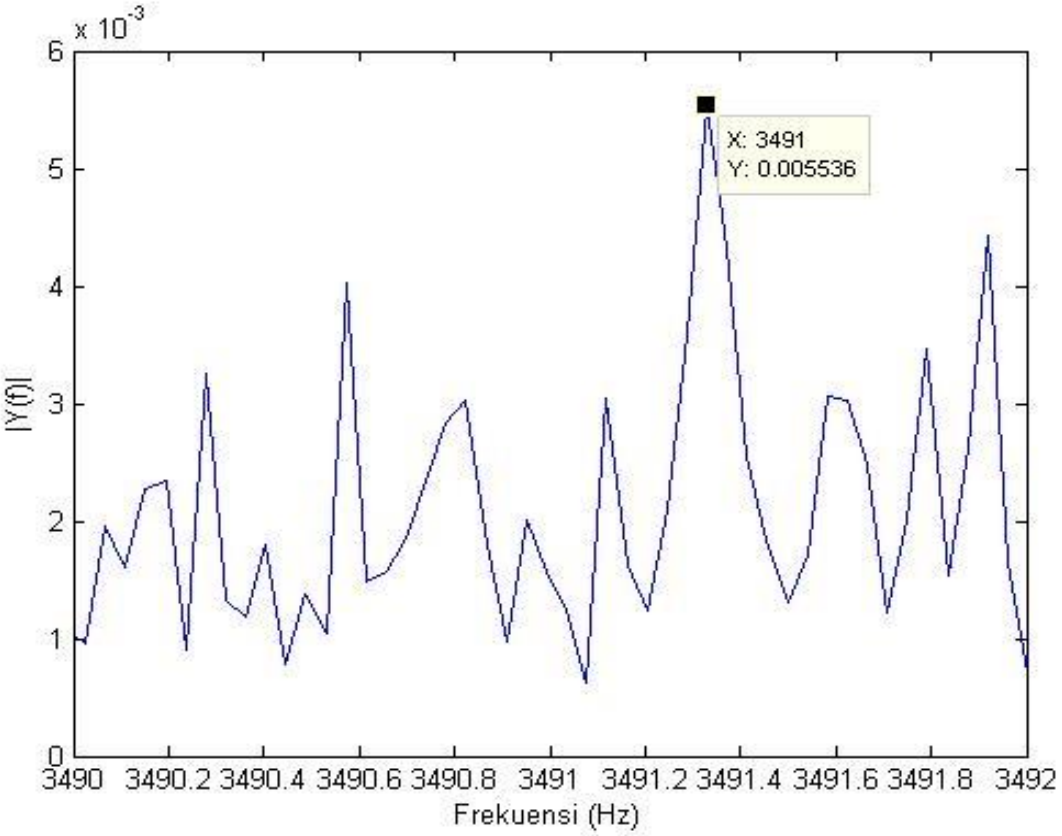
gesekan atau mekanisme pendispasi-energi (penghamburan-energi) yang lain, maka sebuah gaya penggerak pada frekuensi mode-normal akan terus menambah energi ke sistem itu, dan amplitudo akan bertambah secara tak menentu. Contoh menakjubkan dari resonansi bunyi salah satunya ketika seorang penyanyi yang memecahkan gelas anggur dengan suaranya yang diperkuat. Gelas anggur yang berkualitas baik mempunyai frekuensi yang mode-normal dengan mengetuk gelas itu. Jika penyanyi mengeluarkan nada keras dengan frekuensi yang bersesuaian tepat dengan salah satu frekuensi mode-normal itu, maka osilasi yang amplitudonya besar dapat memecahkan gelas itu, (Young, 2003, 48-50).

Keadaan alam dapat mempengaruhi bunyi. Menurut Stephen (2018, sciencing.com) angin dapat mempengaruhi keadaan-keadaan atmosfir termasuk suhu dan kelembapan. Di samping itu, suhu dan kelembapan sangat berperan besar dalam mempengaruhi propagasi bunyi. Udara menyerap bunyi yang lewat, sedangkan suhu dan kelembapan mempengaruhi jumlah penyerapan tersebut secara signifikan. Contoh, udara dengan 10% kelembapan mampu menyebabkan reduksi suara lebih dari 2 desibel pada 4 KHz/100 m. Di samping itu, suhu atmosfer mampu meningkatkan tingkat atenasi udara dengan 10% kadar kelembapan relatif menjadi setingkat dengan 5 desibel untuk setiap jarak 100 m.

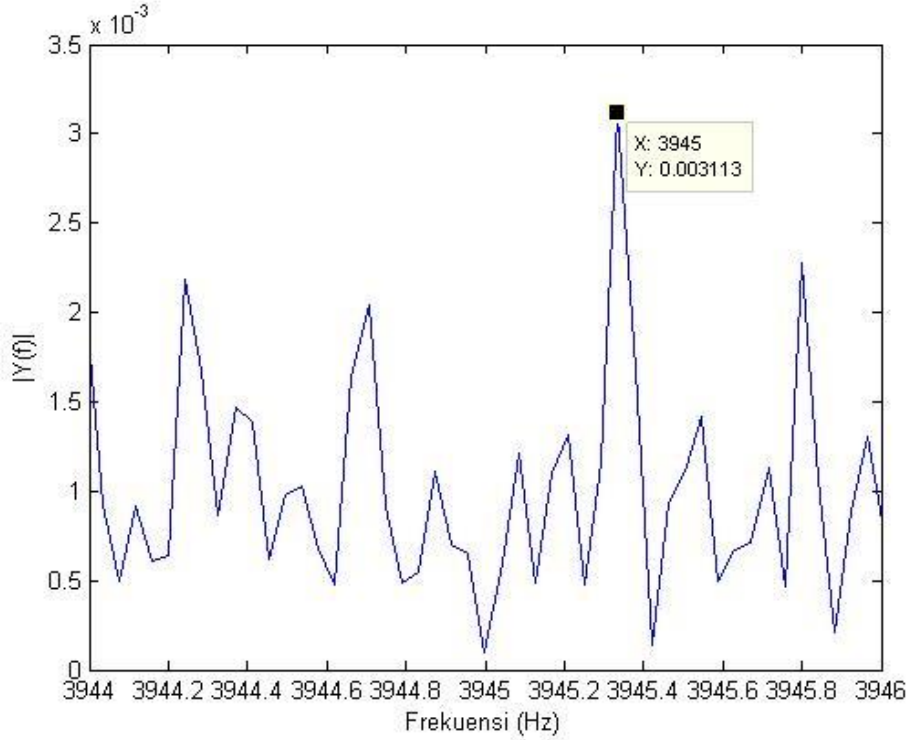
2. Analisis Bunyi

Suara asli garengpung memiliki frekuensi bunyi asli 3256 Hz (Suryadarma et al, 2013: 11). Frekuensi tersebut dimanipulasi sehingga memiliki rentang yang mendekati *sonic bloom* (3000-5000 Hz). *Peak* frekuensi yang digunakan pada teknologi ABH terdiri dari 3000 Hz, 3500 Hz, 4000 Hz, 4500 Hz,

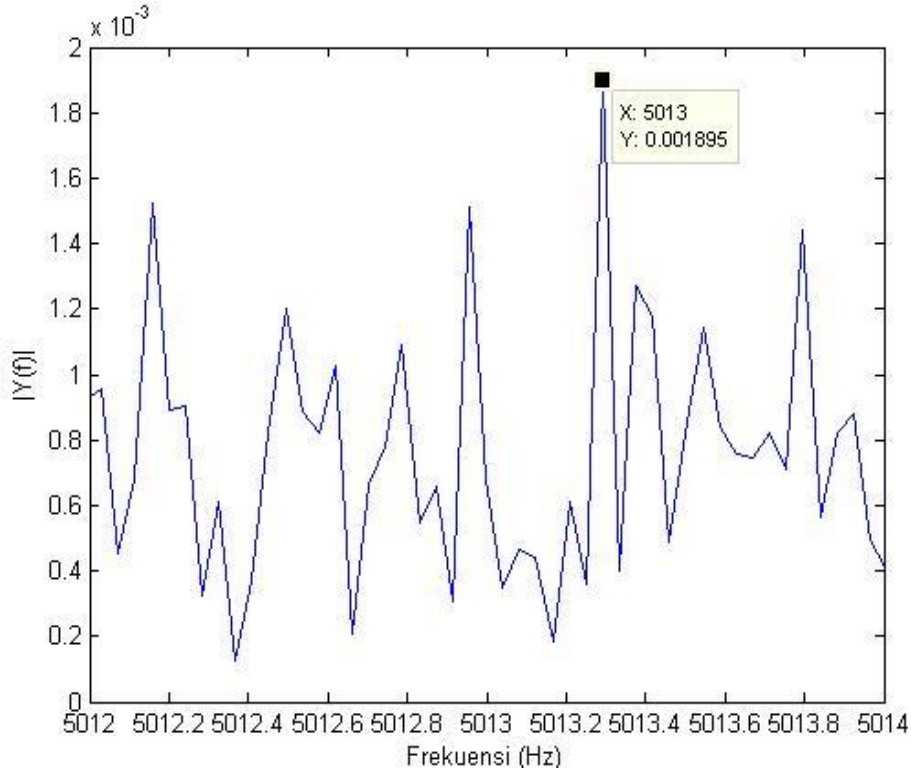
dan 5000 Hz. Pada penelitian ini hanya menggunakan tiga *peak* frekuensi, yaitu: 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz sehingga hanya tiga *peak* frekuensi tersebut yang divalidasi. Validasi alat ABH ini dianalasis melalui *Matlab R2008a*. Hasil validasi dapat ditunjukkan seperti di bawah ini:



Gambar 1. Spektrum Sinyal Gelombang Bunyi "Garengpung" dengan *Peak* Frekuensi 3491 Hz ~ 3500 Hz.



Gambar 2. Spektrum Sinyal Gelombang Bunyi "Garengpung" dengan *Peak* Frekuensi 3945 Hz ~ 4000 Hz.



Gambar 3. Spektrum Sinyal Gelombang Bunyi "Garengpung" dengan *Peak* Frekuensi 5013 Hz ~ 5000 Hz.

Dari ketiga gambar di atas menunjukkan bahwa *peak* frekuensi hasil analisis masih dalam rentang yang sesuai dengan keterangan pada sumber bunyi.

3. Garengpung

Gambar 4. Serangga Garengpung
(Sumber: https://www.gunungkidulku.com pada tanggal 10 Januari 2019)

Garengpung atau tonggeret memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Kelas : Serangga

Ordo : Hemiptera

Subordo : Auchenorrhyncha

Superfamili : Cicadoidea

Famili : Cicadidae/Tettigarctidae

(Mozgai, cicacadamania.com)

Garengpung adalah hama pada tanaman yang bersuara merdu, terdapat di seluruh dunia kecuali daerah kutub. Serangga ini termasuk dalam binatang di kelompok Invertebrata dan kelas Artropoda. Alat pernapasan serangga ini sama seperti serangga pada umumnya, yaitu: trakea. Garengpung menghisap air dan menyerap protein tinggi dari pohon sehingga hewan ini termasuk herbivora. Habitat

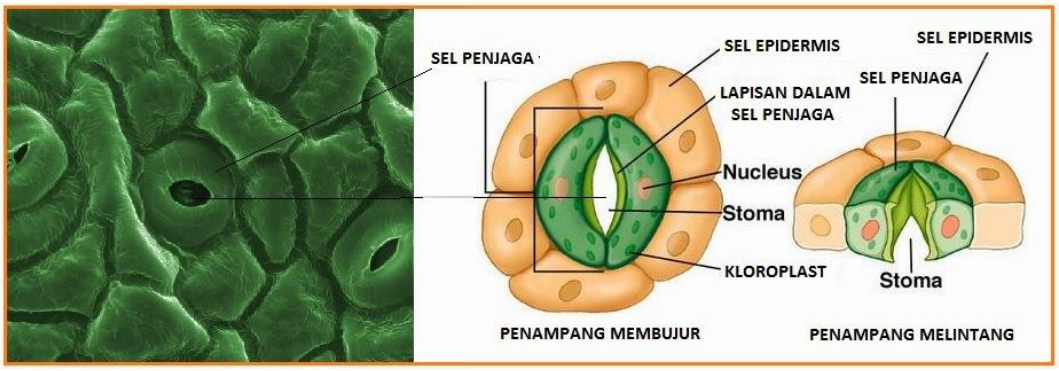
garengpung berada di daerah sedang dan beriklim tropis, dimana jika siang hari serangga ini bersembunyi di dalam liang tanah. Cara berkembang biak serangga ini dengan bertelur dimana ketika betina sudah meletakkan telur di tanah kemudian mati. Ciri-ciri fisik yang dimiliki:

a. Mata kecil terpisah jauh dari kepala
b. Sepasang sayap dengan ukiran motif berlubang-lubang
c. Empat pasang kaki
d. Suara merdu
e. Tubuh gemuk dan keras
f. Punggung berpola seperti kura-kura
g. Wajah seperti katak kecil
h. Warna hijau dengan corak hitam

(Natalia, 2017).

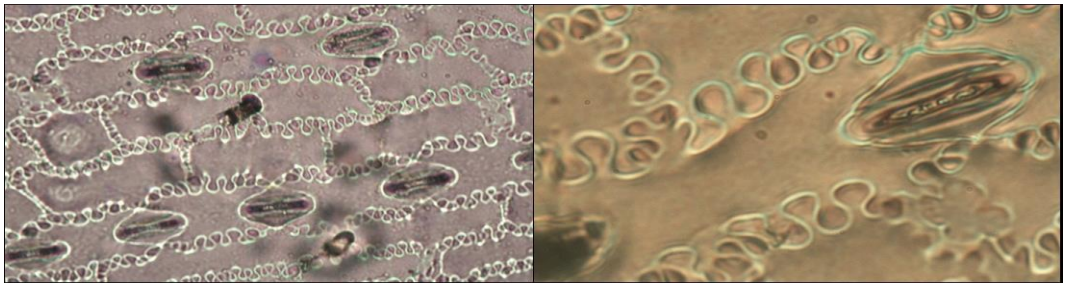
4. Stomata

Stomata merupakan celah dalam epidermis yang dibatasi oleh dua sel epidermis khusus, yaitu sel penutup. Sel penutup/penjaga mengubah bentuknya untuk mengatur pelebaran dan penyempitan stomata. Sel yang mengelilingi stomata dapat berbentuk sama atau berbeda dengan sel epidermis lainnya. Sel yang berbeda dinamakan sel tetangga. Sel tetangga berperan dalam perubahan osmotik yang menyebabkan gerakan sel penutup mengatur lebar stomata, (Hidayat, 1995: 68).



Gambar 6. Stomata pada Tanaman
(Sumber: http://desiraviska21.blogspot.com diakses pada tanggal 18 Oktober 2018).

Stomata terdapat pada semua bagian tumbuhan di atas tanah, tetapi paling banyak ditemukan pada daun. Pada daun stomata ditemukan di kedua permukaan daun atau pada satu muka saja, yaitu permukaan bawah. Pada monokotil (contoh: Jagung), sel penutup *Poaceae* memiliki struktur khusus dan seragam. Bila dilihat dari permukaan daun, sel penutup ramping di tengah dan menggelembung di ujung. Inti memanjang di sepanjang sel penutup, membulat di ujungnya dan berbentuk benang di tengah. Dua sel tetangga terdapat masing-masing di samping sebuah sel penutup, (Hidayat, 1995: 68).

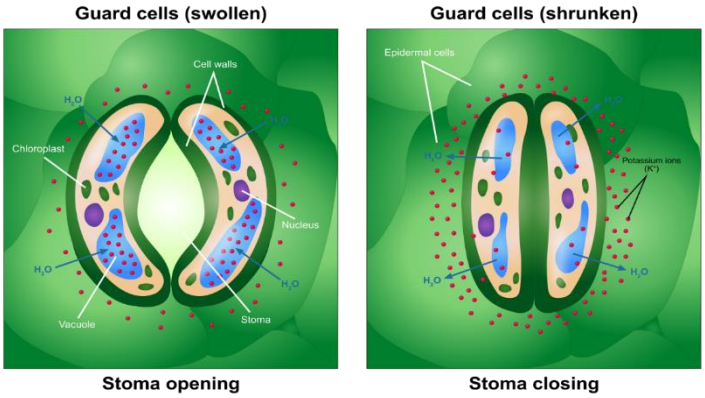


Gambar 5. Stomata pada Jagung (Kiri) Perbesaran 400x dan (Kanan) Perbesaran 1000x.

Menurut Hidayat (1995: 70) Stomata mulai berkembang menjelang aktivitas meristematik pada epidermis selesai dan terus berkembang selama beberapa waktu, di saat daun memanjang dan meluas karena perbesaran sel. Pada

daun yang bertulang daun sejajar, dengan stomata tersusun dalam deretan memanjang, pembentukan stomata dimulai di ujung dan melanjut ke arah dasar daun atau basipetal.

Stomata membuka dan menutup secara mekanis yang diatur oleh tekanan tugor dari sel-sel penutup. Jika tekanan turgor meningkat, stomata akan membuka. Sebaliknya, jika tekanan turgor menurun, stomata akan menutup. Salah satu faktor yang mempengaruhi tekanan turgor ini adalah banyak air yang terbuang lewat penguapan daun. Hal ini erat hubungannya dengan terik matahari dan angin. Jika terlalu terik atau angin bertiup terlalu kencang maka penguapan akan banyak terjadi. Air dalam daun cepat berkurang sehingga tekanan turgor berkurang. Secara otomatis keadaan tersebut akan membuat stomata menutup. Jika daun disemprot air maka tekanan turgornya akan naik sehingga stomata membuka dan menyerap cairan yang disemprotkan untuk menggantikan cairan yang hilang lewat penguapan, (Lingga, 2013:77).



Gambar 7. Stomata Terbuka dan Tertutup,
(Sumber: https://www.myrightspot.com diakses pada tanggal 18 Oktober 2018).

5. Jagung

Gambar 8. Tanaman Jagung
(Sumber: http://technology-indonesia.com pada tanggal 10 Januari 2019)

Iriany et al. (2016: 12) menyebutkan jagung merupakan tanaman semusim determinat, dan satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk pertumbuhan generatif. Tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Class	: Monocotyledoneae
Ordo	: Poales
Familia	: Poaceae
Genus	: Zea
Spesies	: Zea *mays* L.

a. Jenis-Jenis Jagung

Iriany et al. (2016: 13) menjelaskan bahwa jenis jagung dapat diklasifikasi berdasarkan: (i) sifat biji dan endosperm, (ii) warna biji, (iii) lingkungan tempat tumbuh, (iv) umur panen, dan (v) kegunaan.

Jenis jagung berdasarkan lingkungan tempat tumbuh meliputi: (i) dataran rendah tropic (<1.000 m dpl), (ii) dataran rendah subtropik dan mid-altitude (1.000-1.600 m dpl), dan (iii) dataran rendah tropik (>1.600 m dpl). Jenis jagung berdasarkan umur panen dikelompokkan menjadi dua yaitu jagung umur genjah dan umur dalam. Jagung umur genjah adalah jagung yang dipanen pada umur kurang dari 90 hari, jagung umur dalam dipanen pada umur lebih dari 90 hari.

Sejalan dengan perkembangan pemuliaan tanaman jagung, jenis jagung dapat dibedakan berdasarkan genetiknya, yaitu jagung hibrida dan jagung bersari bebas. Jagung hibrida mempunyai komposisi genetik yang heterosigot homogenus, sedangkan jagung bersari bebas memiliki komposisi genetic heterisigot heterogenus. Kelompok genotipe dengan karakteristik yang spesifik (*distinct*), seragam (*uniform*) dan stabil disebut sebagai varietas atau kultivar, yaitu kelompok genotipe dengan sifat-sifat tertentu yang dirakit oleh pemulia jagung.

Berdasarkan teori di atas bahwa dapat diketahui jenis jagung yang digunakan pada penelitian ini jagung hibrida yang mempunyai komposisi genetik heterezigot homogenus.

b. Morfologi Jagung

1) Bagian Tongkol dan Biji

Bagian tongkol dan biji yang merupakan buah dari jagung yang dipetik. Bagian luar pada tongkol diselimuti oleh dinding pericarp yang menempel dengan biji sehingga melindungi biji dengan baik. Biji jagung memiliki bagian luar atau pericarp, bagian dalam atau endosperm, dan bagian lembaga atau embrio. Fungsi pericarp adalah untuk menjaga embrio agar cukup air. Bagian endisperm berfungsi sebagai cadangan makanan pada jagung dengan kandungan pati sebanyak 90% dan 10% kandungan zat lainnya (minyak, protein, dan mineral). Bagian embrio menjadi cikal bakal terbentuknya biji tanaman jagung baru.

2) Bagian Bunga

Bagian bunga pada jagung berfungsi sama seperti tanaman pada umumnya yaitu sebagai mahkota dari tanaman. Perbedaan pada bagian bunga jagung dari tanaman lain adalah bunga jagung tidak berwarna-warni sehingga kurang menarik. Fungsi dari bagian bunga ini sebagai alat untuk penyerbukan jagung. Ada dua jenis bunga, yaitu bunga jantan dan betina. Ketika keduanya

mengalami penyerbukan kemudian menghasilkan pati yang berkumpul menjadi tongkol jagung.

3) Bagian Batang dan Daun

Batang menjadi penopang untuk tanaman jagung. Bentuk dari batang jagung yaitu tipis, berbuku-buku, beruas, dan bercabang-cabang. Ada tiga bagian pada batang, diantaranya epidermis atau bagian kulit luar, bagian jaringan pembuluh, dan bagian pusat batang. Pada bagian daun jagung terdiri dari helai daun, pelepah daun, dan ligula. Daun jagung tumbuh di setiap ruas batang jagung.

4) Sistem Perakaran

Akar tanaman jagung berbentuk serabut. Ada tiga bagian pada akar jagung, yaitu akar adventif, akar penyangga, dan akar seminal. Akar adventif berguna untuk mengambil zat hara dan air dari dalam tanah, akar penyangga untuk membuat tanaman tengak serta juga ikut menyerap air dan zat hara, dan akar seminar untuk mengembangkan embrio.

(Agroindustri.id, 2017).

c. Syarat Tumbuh

Menurut Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh (2009: 2) tanaman jagung dapat dibudidayakan di dataran rendah maupun dataran maupun dataran tinggi, pada lahan sawah atau tegalan. Suhu optimal antara 21-34 °C, pH. Tanah antara 5,6-7,5 dengan ketinggian antara 1000-1800 m dpl. Dengan ketinggian optimum antara 50-600 m dpl. Tanaman jagung membutuhkan air sekitar 100-140 mm/bulan. Oleh karena itu waktu penanaman harus memperhatikan curah hujan dan penyebarannya. Penanaman dimulai bila curah hujan sudah mencapai 100 mm/bulan. Untuk mengetahui ini perlu dilakukan pengamatan curah hujan dan pola distribusinya selama 10 tahun ke belakang agar waktu tanam dapat ditentukan dengan baik dan tepat. Jagung menghendaki tanah yang subur untuk dapat berproduksi dengan baik. Hal ini dikarenakan tanaman jagung membutuhkan unsur hara terutama nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam jumlah yang banyak.

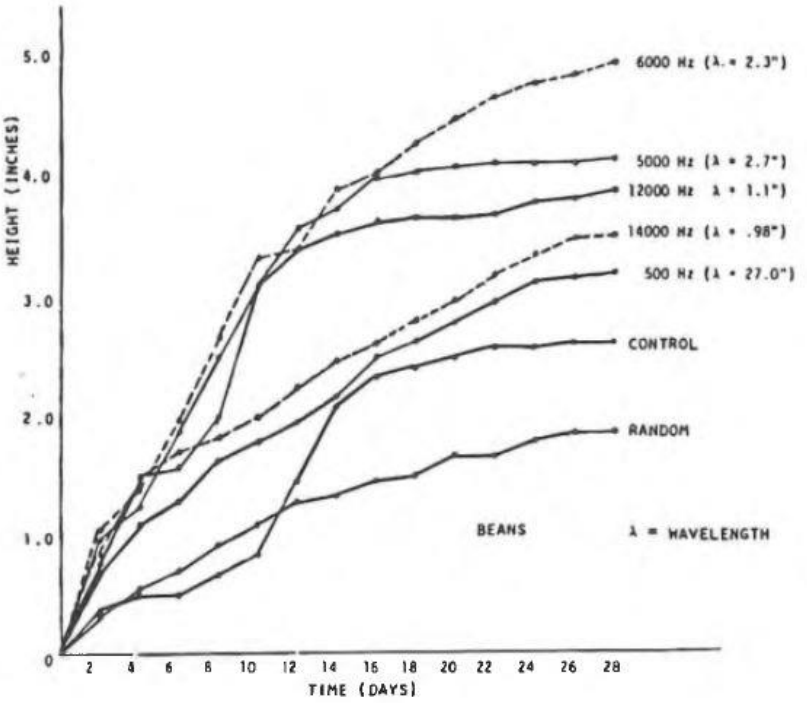
6. Pengaruh Bunyi terhadap Tanaman

Penelitian tentang pengaruh bunyi terhadap tanaman sudah banyak dilakukan pada beberapa bagian-bagian tanaman. Penelitian mengenai pengaruh bunyi pada sel tanaman sudah dilakukan oleh Dr T.C Singh, kepala departemen botani di sebuah universitas Madras. Dr. Singh menemukan aliran protoplasma meningkat secara lebih konsisten seperti yang diharapkan terjadi sehari setelah tanaman *Hydrilla*, sebuah tanaman air Asia dengan daun transparan yang panjang, dipaparkan getaran garpu tala selama 30 menit. Selanjutnya ketika asistennya, seorang violinis berbakat memainkan violin dekat dengan *Hydrilla*, menyebabkan aliran protoplasma kembali bergerak lebih cepat. Dengan konsisten, Dr. Singh meminta asistennya untuk memainkan sebuah musik *raga* hingga *mimosa* India Selatan. Di buku *The Secret Life of Plants*, karya Tompkins dan Bird menuliskan hasil yang mengagumkan dari kelanjutan penelitian Dr. Singh ini, "Setelah dua minggu, Singh dengan ketertarikannya yang intens, menemukan bahwa jumlah stomata per satuan luas pada tanaman perlakuan meningkat 66%, dinding epidermis menebal, sel-sel palisade memanjang dan meluas daripada tanaman kontrol bisa mencapai 50%.", (Conwell, 2010: 57-58).

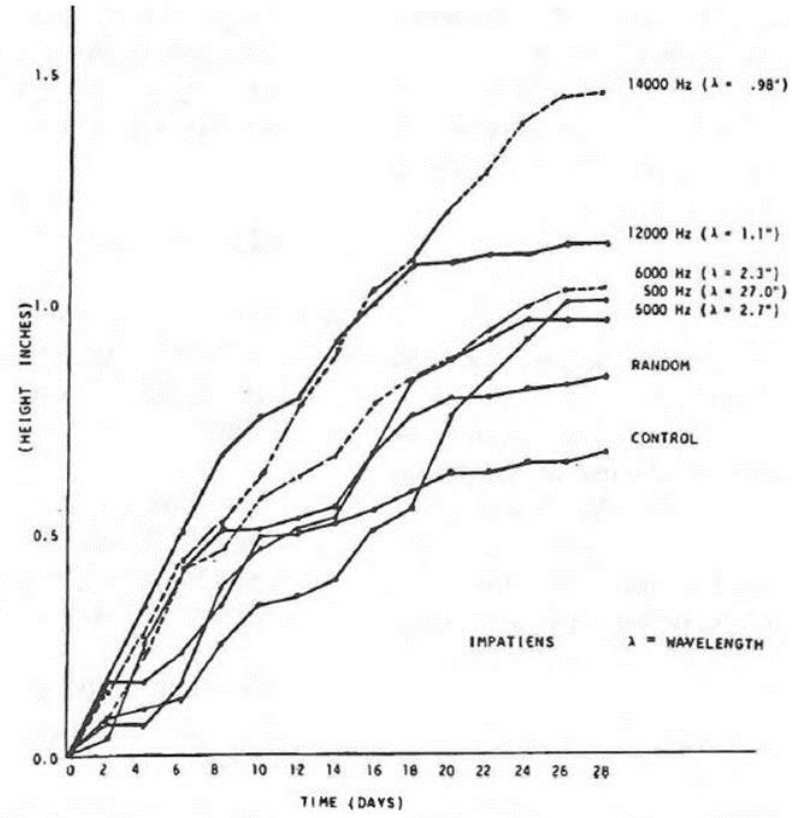
Penelitian mengenai pengaruh bunyi pada gen tanaman dilakukan oleh para peneliti dari National Institute of Agricultural Biotechnology, Suwon, Korea. Mi-Jeong Jeong et al mengidentifikasi sekelompok gen yang responsif terhadap bunyi pada tanaman menggunakan fragmen subtraktif perlakuan bunyi dan juga menunjukkan regulasi bunyi melalui analisis ekspresi mRNA. Ekspresi *Ald* (sebuah fruktosa putative, 1,6-bisfosfat aldolase) mRNA mengalami peningkatan secara

signifikan pada perlakuan 125 dan 250 Hz, dimana ketika 50 Hz mengalami penuruan secara signifikan, mengidentifikasi adanya respon pada frekuensi tertentu. Di samping itu pada tiga jalur transgenik tanaman padi independen dipaparkan 50 atau 250 Hz selama 4 jam, ekspresi *GUS* mRNA mengalami regulasi naik pada 250 Hz, tetapi mengalami regulasi turun pada 50 Hz. Hasil dari penelitian ini mengemukakan bahwa pada tanaman transgenik, pemaparan bunyi dengan frekuensi tertentu bisa digunakan untuk meregulasi semua ekspresi dari gen yang tergabung dengan promoter *ald*, (Jeong et al, 2007: 217).

Di samping itu, penelitian mengenai pengaruh variasi frekuensi bunyi terhadap tanaman juga telah dilakukan oleh Collins dan Foreman. Collins dan Foreman memvariasikan frekuensi bunyi untuk melihat pengaruh pada pertumbuhan tanaman kacang dan impatien. Pertumbuhan optimum tanaman kacang dan impatien terjadi ketika panjang gelombang bunyi sesuai dengan dimensi daun tanaman. Pertumbuhan tanaman kacang dengan *noise* acak lebih rendah daripada dengan nada-nada yang murni. Pertumbuhan tanaman impatien dengan *noise* acak tidak serendah dengan tanaman kacang-kacangan, (Collins & Foreman, 2001: 7).



(a)



(b)

Gambar 9. Kurva Karakteristik Pertumbuhan Tanaman (a) Kacang dan (b) Impatien Akibat Pengaruh Variasi Frekuensi,
(Sumber: Collins & Foremen, 2001: 6).

Yannick Van Doorne (2000) juga menjelaskan pada Présentation Research and Applications: Influence of Sounds and Music on Plants tentang tesis nya yang berjudul: "The Influence of Variable Sound Frequencies on the Growth and Development of Plants", bahwa beberapa bunyi/suara dan beberapa jenis musik bisa mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan berbagai cara.

a. Frekuensi bunyi tertentu mungkin bisa mengaktifkan gen tertentu pada sel sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan pengekspresian sel.
b. Frekuensi bunyi beresonansi dengan objek. Aplikasi dari Sonic Bloom-Dan Carlson menjelaskan tentang teknik stomata yang bisa bergetar, merangsang bukaan stomata, dan merangsang pergantian udara (pergantian karbondioksida dan oksigen dengan lingkungan). Stomata juga beresonansi dengan rongga stomata sehingga penyerapan zat hara dan air melalui daun dapat ditingkatkan secara efektif. Teknik ini membuat tanaman tumbuh secara efektif lewat musik. Mekanisme resonansi juga terjadi pada organel sel. Resonansi pada organel sel bisa mempengaruhi kinerjanya dan organel sel di sekitarnya. Beberapa frekuensi bunyi tertentu dan frekuensi bunyi osilasi mampu meningkatkan pergerakan sitoplasma di dalam sel.
c. Fenomena Kavitasi (*cavitation phenomenon*) adalah sebuah fenomena yang disebabkan oleh bunyi yang ada di dalam sitoplasma (cairan di dalam sel). Frekuensi bunyi tertentu dapat menyebabkan pembentukan gelembung-gelembung berukuran mikro (*microbubbles*) yang beresonansi dengan bunyi. Gelembung-gelembung ini memperlihatkan resonansi yang cepat dan kemudian menghilang, menyebabkan tekanan yang dapat merusak sekitarnya salah

satunya sel penjaga. Osilasi dari gelembung juga ini dapat menyebabkan aliran mikro (*microcurrents*) yang membantu pergerakkan atau translokasi sel sitoplasma, molekul, dan protein.

d. Sifat dari bunyi sebagai variasi tekanan yang disebabkan oleh propagasi gelombang yang menstimulasi perpindahan molekul seperti proses difusi atau perpindahan cairan/udara.
e. Fenomena *"scale resonance*" resonansi skala yang ditemukan oleh seorang fisikawan kuantum, Joel Sternheimer, digunakan dalam sebuah metode yang dikembangkannya untuk mempengaruhi biosintesis protein menggunakan beberapa rangkaian melodi yang menstimulasi atau menghambat protein tertentu berkorespondensi.

Penelitian mengenai pengaruh bunyi terhadap hasil panen juga sudah dilakukan. Dalam waktu yang sama dengan Dr. Singh, penemuan yang mirip juga dilaporkan terjadi di Amerika Utara untuk jenis tanaman gandum dan musik klasik Eropa. Eugene Canby, orang Kanada, memaparkan musik violin sonata Johan Sebastian Bach pada sebidang tanaman gandum. Pengaruh dari perlakuan ini meningkatkan hasil panen hingga 66% lebih besar daripada rata-rata yang diimbangi dengan biji-biji yang lebih besar dan lebih berisi. Bahkan tanaman gandum ini ditanam pada area yang miskin unsur hara, bisa sebaik tanaman yang ditanam pada area yang kaya unsur hara. Oleh karena itu, Canby menyimpulkan pengaruh musik bisa sebagus itu, atau lebih bagus, daripada nutrisi dalam tanah, (Conwell, 2010: 59).

Saat ini teknik memaparkan bunyi terhadap tanaman dikenal dengan *sonic bloom*.

Menurut Nadliroh (2015: 189) waktu yang tepat untuk pemberian *sonic bloom* yang memberikan efek pembukaan stomata paling lebar terjadi pada *sonic bloom* frekuensi 4 kHz yang diberikan pada pukul 06.00-09.00, dan penyempitan stomata paling sempit jika *sonic bloom* diberikan pada frekuensi 30 kHz pada pukul 12.00-15.00.

B. Kerangka Berfikir

Pemaparan bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz terbukti mempengaruhi hasil produktivitas tanaman jagung. Berdasarkan hal ini, mempelopori penelitian yang juga menggunakan rekaman suara garengpung (*Dundubia* manifera) yang telah dimanipulasi sesuai dengan rentang *peak* frekuensi *sonic bloom*. Kemudian hasil manipulasi tersebut dimasukkan ke dalam unit suara teknologi *Audio Bio Harmonic* (ABH) untuk dipaparkan ke tanaman jagung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh variasi taraf intensitas bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi (3500, 4000, dan 5000 Hz) terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung. Sebagai parameter akan dibandingkan luas bukaan stomata tanaman jagung pada jarak 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m, dan 24 m untuk tiap-tiap *peak* frekuensi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi taraf intensitas bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung dengan model perhitungan eliptis.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

a. Pengambilan data validasi output sumber bunyi ABH dilakukan di Laboratorium Getaran dan Gelombang Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY).

b. Pengambilan sampel stomata tanaman jagung dilakukan di salah satu lahan jagung milik warga yang berlokasi di Sardonoharjo, Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

c. Pengambilan gambar luas bukaan stomata menggunakan mikroskop cahaya di Laboratorium Histologi Mikroskopi Anatomi Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA UNY.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada tanggal 07 April sampai 03 Juni 2018.

C. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah tanaman jagung (*Zea mays* L.) jenis jagung hibrida.

D. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah

a. *Audio Bio Harmonic* (ABH) sebagai sumber bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3000 Hz sampai 5000 Hz, sumber listrik baterai 18650 3,8V sebanyak 2 buah.
b. *Mic condenser* untuk merekam hasil output ABH.
c. *Sound Level Meter* untuk mengukur taraf intensitas bunyi garengpung.
d. Meteran untuk mengukur jarak antara sampel tanaman jagung dengan sumber bunyi.
e. Kotak kardus untuk menambah ketinggian sumber suara.
f. Tali rafia dan batu untuk membatasi daerah penelitian.
g. Plastik preparat sebagai tempat mencetak stomata.
h. Kaca preparat sebagai pelapis plastik preparat.
i. Mikroskop cahaya untuk melihat gambar sampel stomata tanaman jagung.
j. Laptop untuk menganalisis data.
k. Alat Tulis untuk menulis dan menandai sampel.
l. Alat Dokumentasi untuk mendokumentasikan penelitian.

2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah

a. Lahan tanaman jagung seluas (9,8 x 26,8)m terbagi menjadi dua, yaitu: (9,8 x 12,7)m dan (9,8 x 11,7)m dengan jarak di antaranya seluas (9,8 x 2,4)m.
b. Lem perekat *Alteco* untuk mencetak struktur daun tanaman jagung

E. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah taraf intensitas bunyi dengan memvariasikan jarak tanaman dari sumber bunyi. Variasi jarak tersebut, yaitu: empat meter, delapan meter, dua belas meter, enam belas meter, dua puluh meter, dan dua puluh empat meter.

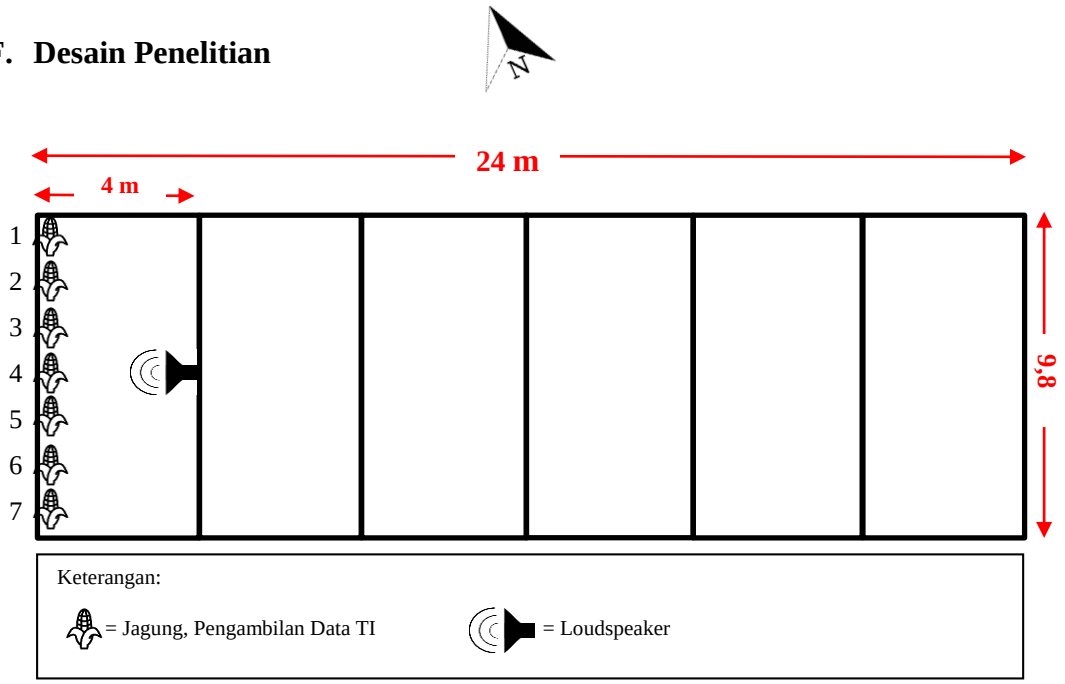
2. Variabel terikat

Variabel terikat di penelitian ini adalah luas bukaan stomata tanaman jagung.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi dan lama waktu pemaparan bunyi. Paparan bunyi diberikan selama 30 menit setiap hari terhitung pukul 07.30 – pukul 08.00 WIB.

F. Desain Penelitian



Gambar 10. Desain Penelitian

G. Langkah Kerja

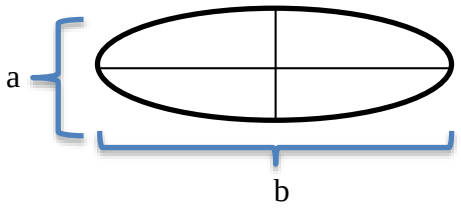
1. Melakukan validasi teknologi ABH dengan merekam output bunyi dengan *mic condenser*.
2. Melakukan survei atau mencari lahan jagung yang diizinkan sebagai bahan penelitian.
3. Membuat desain penelitian sesuai dengan Gambar 10. Desain Penelitian**.** Titik 1 untuk pengambilan TI dimulai dari timur laut menuju barat daya sampai titik ke 7 dengan titik 4 sebagai titik tengah.
4. Menyiapkan alat dan bahan penelitian sesuai dengan D. Alat dan Bahan Penelitian.

5. Mengambil data untuk tanaman kontrol (tanaman tanpa pemaparan bunyi garengpung) pada hari pertama dengan mencetak stomata daun sebanyak 5 preparat menggunakan plastik preparat dan lem perekat pada jam 08.00 WIB.
6. Pada hari berikutnya, meletakkan kotak kardus sebagai dudukan alat ABH dengan tinggi menyesuaikan dengan tinggi tanaman perlakuan dan berjarak 4 m dari tanaman perlakuan.
7. Memaparkan bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz dengan volume maksimal selama 30 menit yaitu dari pukul 07.30 – 08.00 WIB.
8. Kemudian selama pemaparan bunyi, melakukan pengukuran taraf intensitas bunyi dengan *Sound Level Meter* dan mencatat nilai taraf intensitas bunyi sebanyak 10 kali di titik yang telah ditentukan.
9. Setelah 30 menit dalam keadaan sumber bunyi ABH masih bekerja, mencetak stomata daun tanaman sebanyak 5 preparat.
10. Setelah selesai mencetak, mematikan ABH. Mengulangi langkah 6 sampai 10 dengan jarak terus bertambah 4 m setiap hari hingga mencapai jarak 24 dan mengulangi kembali untuk masing-masing *peak* frekuensi 4000 Hz dan 5000 Hz.
11. Membawa preparat hasil cetakan stomata ke Laboratorium Histologi Mikroskopi Anatomi Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY untuk memotret stomata daun menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 1000x.
12. Mengukur panjang dan lebar bukaan stomata.
13. Menghitung luas bukaan stomata tanaman jagung dan taraf intensitas bunyi garengpung.

H. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari:

1. Untuk menganalisis validasi output ABH menggunakan program *SpectraPlus5.0* untuk melihat gelombang bunyi dan program *FFT MATLAB R2008a* untuk mengetahui *peak* frekuensi bunyi.
2. Untuk melihat hasil keluaran dari mikroskop cahaya menggunakan program *NIS Elements Viewer* dan untuk mengukur panjang dan lebar stomata menggunakan *Image Raster*.
3. Untuk perhitungan luas bukaan stomata dengan pendekatan model perhitungan eliptis berdasarkan bentuk bukaan stoma menggunakan program *Microsoft Excel 2013* dan *Origin Pro 8*. Dua program tersebut juga berlaku untuk analisis taraf intensitas bunyi.



$$L = \frac{\pi}{4} xbxa$$

BAB IV

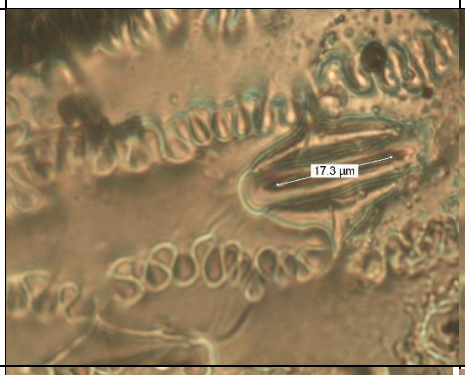
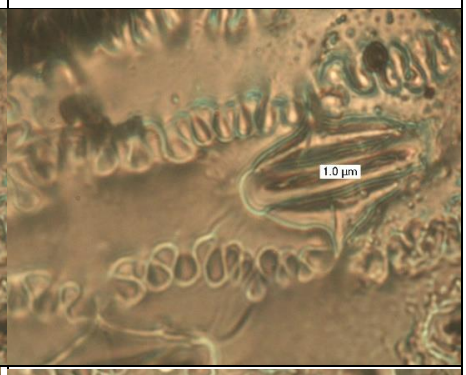
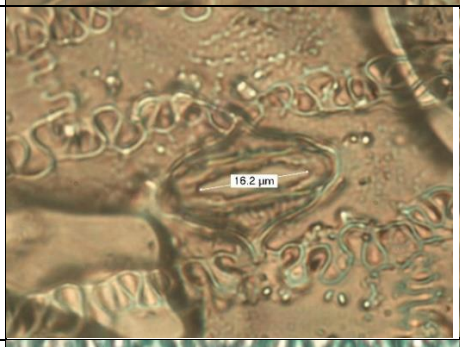
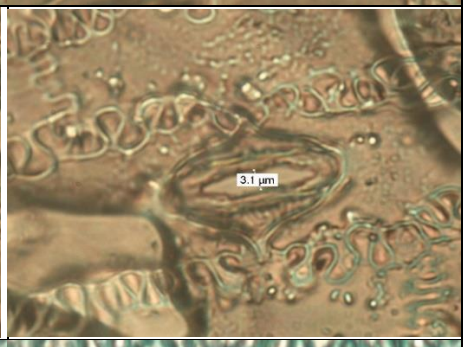
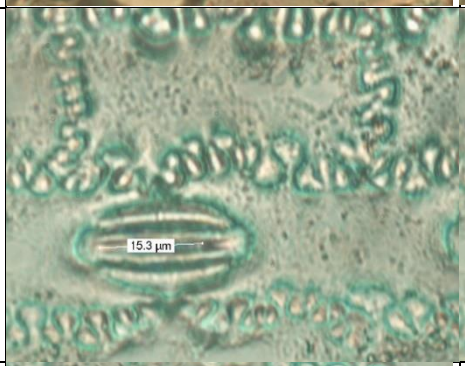
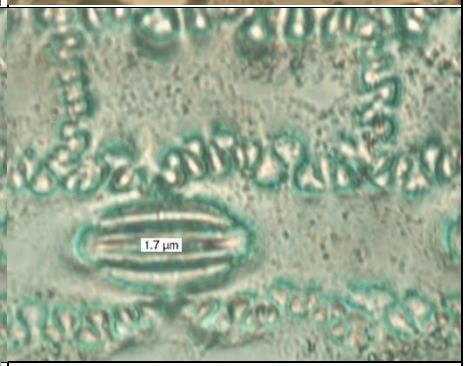
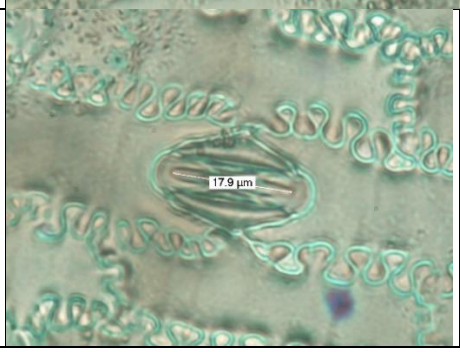
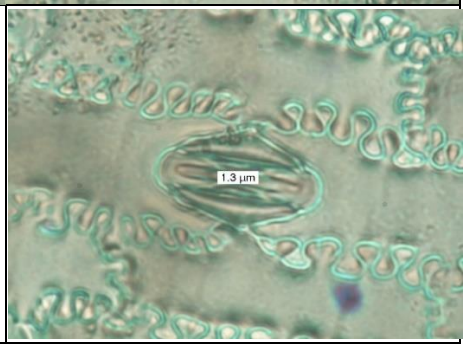
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Variasi Paparan Bunyi Garengpung (*Dundubia manifera*) Termanipulasi *Peak* Frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap Luas Bukaan Stomata Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dengan Model Perhitungan Eliptis.

Stomata tanaman jagung sebagai tanaman kontrol diambil pada pukul 08.00 WIB tanpa ada paparan bunyi sama sekali dari sumber bunyi ABH. Hal yang sama diterapkan pada stomata tanaman jagung sebagai tanaman perlakuan dengan diberi variasi *peak* frekuensi paparan bunyi garengpung setiap harinya. Pada tanaman perlakuan diberi paparan bunyi garengpung dimulai dari pukul 07.30 – 08.00 WIB. Pengambilan sampel stomata tanaman kontrol dan tanaman perlakuan dilakukan pada stomata bagian atas tanaman jagung. Penentuan tangkapan gambar stomata pada mikroskop cahaya dilakukan ketika terlihat jelas salah satu atau dua bukaan stomata pada sampel. Hasil penangkapan gambar stomata pada mikroskop cahaya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. menunjukkan hasil pengambilan sampel stomata yang terdiri dari nilai panjang dan lebar stomata. Sampel diambil sebanyak lima buah dicetak pada preparat plastik yang kemudian diamati melalui mikroskop cahaya dengan perbesaran 1000x. Pada sampel stomata tanaman kontrol, stomata tanaman jagung sudah membuka yang disebabkan oleh embun pagi walau belum dipaparkan bunyi garengpung.

Tabel 2. Contoh Hasil Pengambilan Gambar Sampel Stomata Tanaman Jagung Kontrol dan Tanaman Jagung Perlakuan untuk *Peak* Frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz.

Sampel Stomata Tanaman Jagung	Panjang (µm)	Lebar (µm)
Kontrol		
Peak Frekuensi 3500 Hz		
Peak Frekuensi 4000 Hz		
Peak Frekuensi 5000 Hz		

Pada tanaman perlakuan dipaparkan bunyi garengpung termanipulasi dengan masing-masing *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz. Sampel bukaan stomata tanaman perlakuan yang terlihat paling luas berada pada *peak* frekuensi 3500 Hz. Untuk mengetahui nilai luas bukaan stomata, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Data Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung sebagai Tanaman Kontrol dan Perlakuan.

	Tanaman Kontrol	Tanaman Perlakuan		
		3500 Hz	4000 Hz	5000 Hz
Rata-Rata Luas Bukaan Stomata (μm^2)	(14,94 ± 0,73)	(22,57 ± 0,11)	(11,97 ± 0,25)	(8,98 ± 0,08)

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa luas rata-rata bukaan stomata paling besar ketika diberi paparan bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz kemudian semakin mengecil pada *peak* frekuensi 4000 dan 5000 Hz. Selisih luas rata-rata bukaan stomata yang diberi paparan bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz dengan tanaman kontrol sebesar 7,63 μm^2, selisih antara *peak* frekuensi 4000 Hz dengan tanaman kontrol sebesar (-)2,97 μm^2, dan selisih antara *peak* frekuensi 5000 Hz dengan tanaman kontrol sebesar (-)5,96 μm^2. Tanda (-) menunjukkan bahwa rata-rata luas bukaan stomata tanaman jagung perlakuan lebih rendah daripada tanaman kontrol.

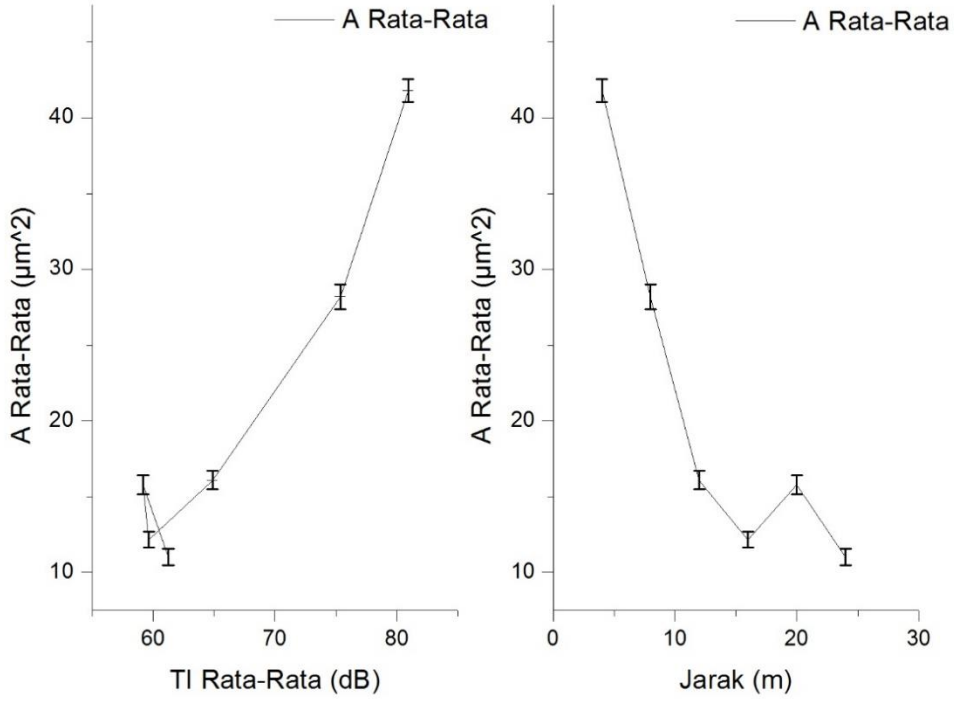
Hubungan antara pengaruh bunyi dengan stomata (mulut daun) pada tanaman jagung bisa disebabkan adanya resonansi dimana jika antara bunyi dan stomata memiliki dua gelombang yang berfrekuensi sama atau cocok, maka terjadi resonansi yang bersifat konstruktif .

B. Pengaruh Variasi Paparan Kuat Lemah Bunyi Garengpung (*Dundubia manifera*) Termanipulasi *Peak* Frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz terhadap Luas Bukaan Stomata Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dengan Model Perhitungan Eliptis

Pengaruh kuat lemah bunyi garengpung pada luas bukaan stomata tanaman jagung dapat diketahui melalui taraf intensitas bunyi. Taraf intensitas pemaparan bunyi diukur dengan menggunakan Sound Level Meter. Pengukuran dilakukan sebanyak 10x perubahan nilai pada Sound Level Meter per *peak* frekuensi. Pengukuran taraf intensitas bunyi dilakukan bersamaan dengan waktu pemaparan bunyi yang berbeda hari (tidak dilakukan pada hari yang sama) untuk setiap jarak pada masing-masing *peak* frekuensi. Hal ini salah satu pembeda dengan metode pada penelitian sebelumnya yang dilakukan pada hari yang sama. Perbedaan ini diterapkan untuk melihat apakah dalam rentang waktu tersebut masih terdapat pengaruh pada tanaman perlakuan. Berikut hasil analisis data antara taraf intensitas bunyi dengan luas bukaan stomata pada *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz.

Tabel 4. Tabel Hasil Analisis Data Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengung dan Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung pada *Peak* Frekuensi 3500 Hz di Setiap Jarak beserta Error.

3500 Hz						
No.	Jarak (m)	Jarak Error (m)	$\overline{TI}$ (dB)	$\overline{TI}$ Error (dB)	$\bar{A}$ (μm^2)	$\bar{A}$ Error (μm^2)
1	4	0,5	80,93	0,005	41,78	0,76
2	8	0,5	75,37	0,005	28,19	0,81
3	12	0,5	64,87	0,005	16,09	0,60
4	16	0,5	59,65	0,005	12,17	0,53
5	20	0,5	59,17	0,005	15,78	0,63
6	24	0,5	61,25	0,005	11,01	0,55

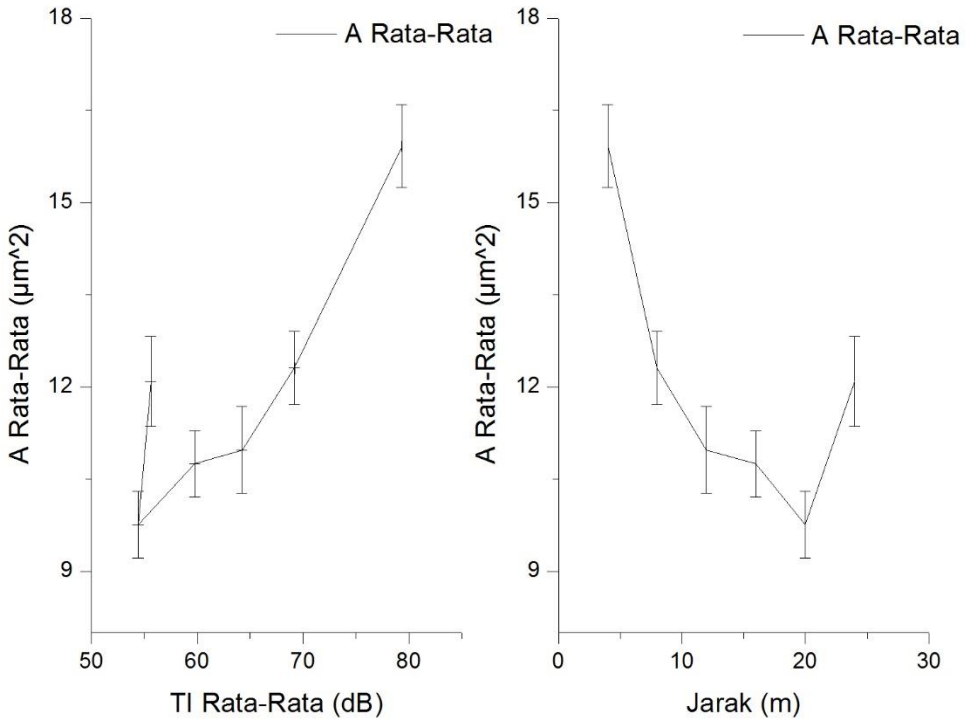


Gambar 11. Grafik Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Jarak pada *Peak* Frekuensi 3500 Hz.

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 11 dapat dilihat bahwa untuk *peak* frekuensi bunyi 3500 Hz, $\overline{TI}$ tertinggi berada pada jarak 4 m dengan nilai (80,93±0,005) dB sebanding dengan nilai $\bar{A}$ yang juga tertinggi, yaitu (41,78±0,76) µm^2. $\overline{TI}$ terendah berada pada jarak 20 m bernilai (59,17±0,005) dB dengan $\bar{A}$ bernilai (15,78±0,63) µm^2 dimana merupakan bukan nilai $\bar{A}$ terendah. Nilai $\bar{A}$ terendah yang berada pada 24 m sebesar (11,01±0,55) µm^2 dengan $\overline{TI}$ bernilai (61,25±0,005) dB.

Tabel 5. Tabel Hasil Analisis Data Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung pada *Peak* Frekuensi 4000 Hz di Setiap Jarak beserta Error.

4000 Hz						
No.	Jarak (m)	Jarak Error (m)	$\overline{TI}$ (dB)	$\overline{TI}$ Error (dB)	$\overline{A}$ μm^2)	$\overline{A}$ Error (μm^2)
1	4	0,5	79,33	0,005	15,92	0,67
2	8	0,5	69,20	0,005	12,31	0,60
3	12	0,5	64,25	0,005	10,98	0,70
4	16	0,5	59,79	0,005	10,75	0,54
5	20	0,5	54,43	0,005	9,76	0,55
6	24	0,5	55,63	0,005	12,09	0,73



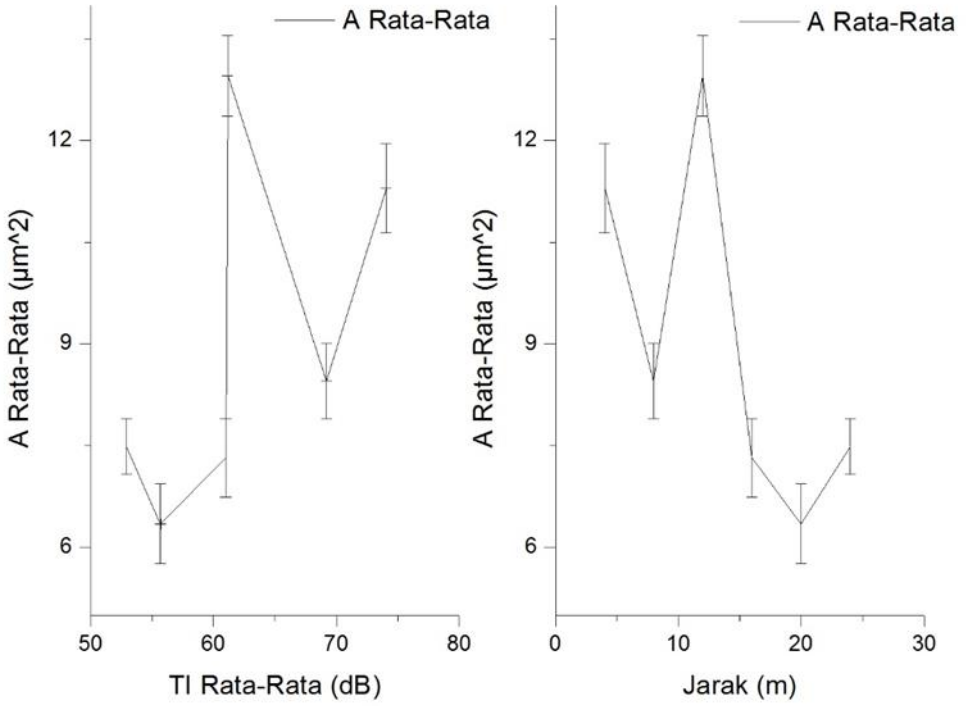
Gambar 12. Grafik Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Jarak pada *Peak* Frekuensi 4000 Hz.

Nilai $\overline{TI}$ tertinggi untuk *peak* frekuensi bunyi 4000 Hz berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 12 berada pada jarak 4 m, yaitu: (79,33±0,005) dB sebanding dengan

nilai $\bar{A}$ yang juga tertinggi, yaitu: (15,92±0,67) μm^2. Nilai terendah dari $\overline{TI}$ berada pada jarak 20 m yaitu: (54,43±0,005) dB sebanding dengan nilai $\bar{A}$ yang juga terendah, yaitu: (9,76±0,55) μm^2. Pada jarak 24 m ada kejadian anomali dimana nilai $\overline{TI}$ dan $\bar{A}$ kembali meningkat menjadi (55,63±0,005) dB dan (12,09±0,73) μm^2.

Tabel 6. Tabel Hasil Analisis Data Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung pada *Peak* Frekuensi 5000 Hz di Setiap Jarak beserta Error .

5000 Hz						
No.	Jarak (m)	Jarak Error (m)	$\overline{TI}$ (dB)	$\overline{TI}$ Error (dB)	$\bar{A}$ (μm^2)	$\bar{A}$ Error (μm^2)
1	4	0,5	74,06	0,005	11,30	0,66
2	8	0,5	69,20	0,005	8,45	0,56
3	12	0,5	61,17	0,005	12,96	0,59
4	16	0,5	61,03	0,005	7,32	0,58
5	20	0,5	55,70	0,005	6,35	0,59
6	24	0,5	52,93	0,005	7,49	0,41



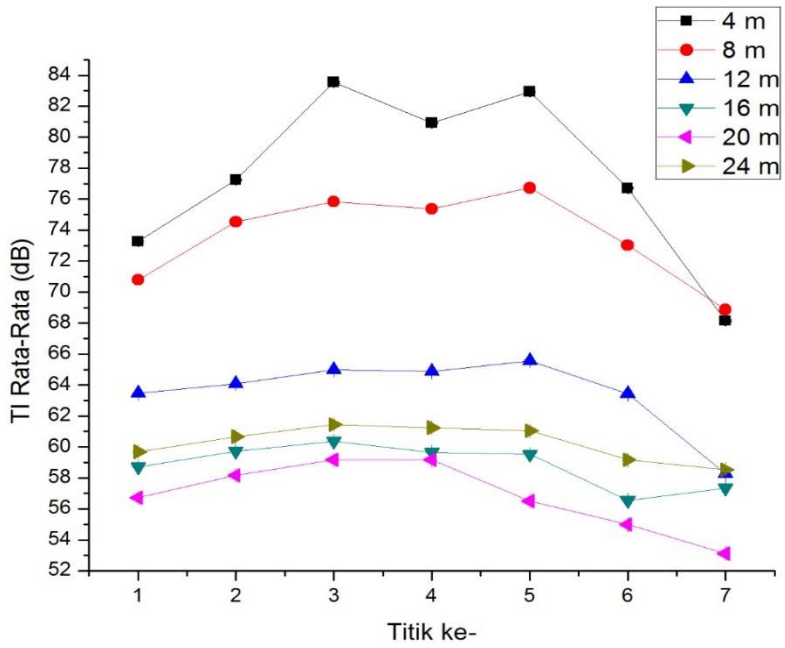
Gambar 13. Grafik Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Taraf Intensitas Rata-Rata Bunyi Garengpung dan Hubungan antara Luas Rata-Rata Bukaan Stomata Tanaman Jagung dengan Jarak pada *Peak* Frekuensi 5000 Hz.

Pada *peak* frekuensi 5000 Hz dapat dilihat melalui Tabel 6 dan Gambar 13 bahwa $\overline{TI}$ tertinggi berada pada jarak 4 m bernilai (74,06±0,005) dB dengan $\bar{A}$ bernilai (11,30±0,66) µm^2 dimana bukan merupakan nilai $\bar{A}$ tertinggi. Nilai $\bar{A}$ tertinggi berada pada jarak 12 m, yaitu: (12,96±0,59) µm^2 dengan $\overline{TI}$ bernilai (61,17±0,005) dB. $\overline{TI}$ terendah berada pada jarak 24 m bernilai (52,93±0,005) dB dengan nilai $\bar{A}$ (7,49±0,41) µm^2 dimana juga bukan merupakan nilai $\bar{A}$ terendah. Nilai $\bar{A}$ terendah berada pada jarak 20 m, yaitu (6,35±0,59) µm^2 yang $\overline{TI}$ bernilai (55,70±0,005) dB.

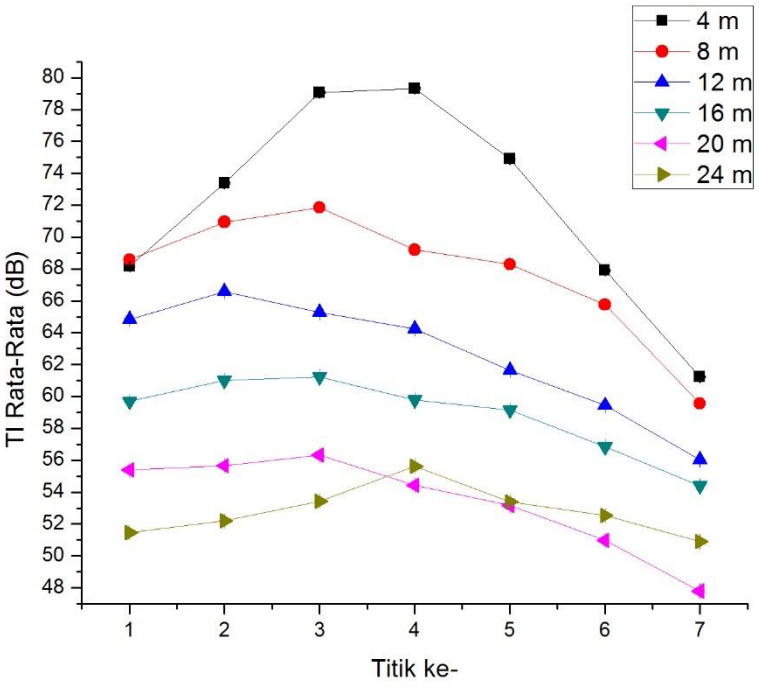
Berdasarkan perbandingan tiga tabel dan tiga gambar grafik sebelumnya bahwa hasil analisis data terdapat kemiripan. Untuk menganalisis lebih jauh mengenai pengaruh variasi taraf intensitas bunyi, berikut hasil analisis data untuk taraf intensitas bunyi di tiap jarak posisi tanaman.

Tabel 7. Tabel Nilai Konversi Jarak ke Sumber Bunyi beserta Error menjadi Titik Pengambilan Data.

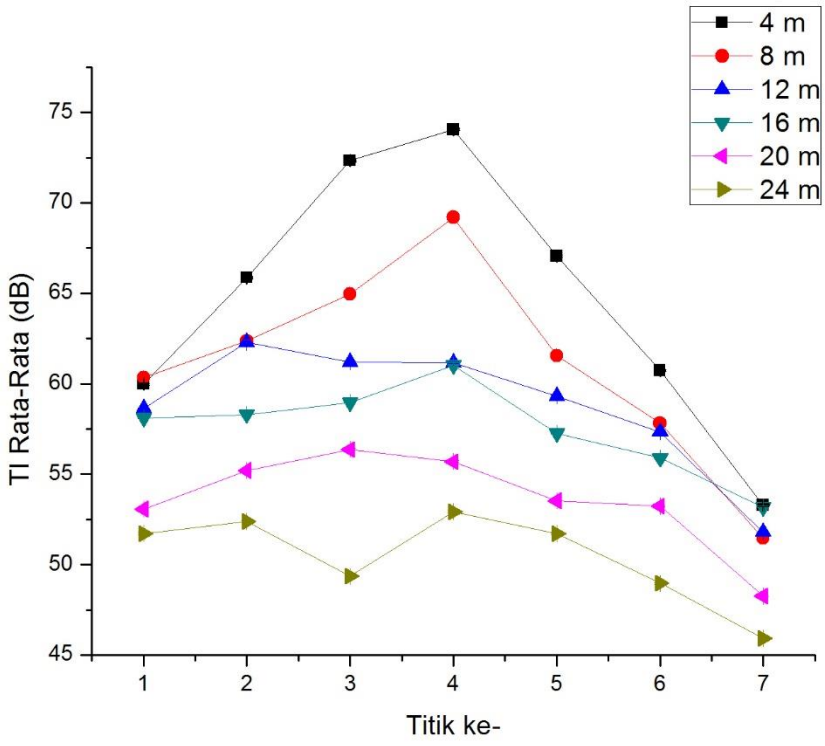
Titik ke-	Jarak ke Sumber Bunyi 4 m (m)	Jarak ke Sumber Bunyi 8 m (m)	Jarak ke Sumber Bunyi 12 m (m)	Jarak ke Sumber Bunyi 16 m (m)	Jarak ke Sumber Bunyi 20 m (m)	Jarak ke Sumber Bunyi 24 m (m)	Error Jarak ke Sumber Bunyi (m)
1	5,80	9,04	12,71	16,54	20,44	24,36	0,05
2	4,88	8,48	12,32	16,24	20,20	24,16	0,05
3	4,24	8,12	12,08	16,06	20,05	24,04	0,05
4	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	24,00	0,05
5	4,24	8,12	12,08	16,06	20,05	24,04	0,05
6	4,88	8,48	12,32	16,24	20,20	24,16	0,05
7	5,80	9,04	12,71	16,54	20,44	24,36	0,05



Gambar 14. Grafik Hubungan antara Nilai Taraf Intensitas Rata-Rata dengan Titik Pengambilan Data Berdasarkan Jarak Posisi Tanaman pada *Peak* Frekuensi 3500 Hz.



Gambar 15. Grafik Hubungan antara Nilai Taraf Intensitas Rata-Rata dengan Titik Pengambilan Data Berdasarkan Jarak Posisi Tanaman pada *Peak* Frekuensi 4000 Hz.



Gambar 16. Grafik Hubungan antara Nilai Taraf Intensitas Rata-Rata dengan Titik Pengambilan Data Berdasarkan Jarak Posisi Tanaman pada *Peak* Frekuensi 5000 Hz.

Berdasarkan dari tiga gambar di atas yang masing-masing merupakan kurva hubungan antara jarak titik ke sumber bunyi dengan taraf intensitas rata-rata di setiap jarak posisi tanaman pada setiap *peak* frekuensi, 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz. Idealnya nilai taraf intensitas rata-rata terbesar berada di titik ke-4 yang merupakan titik yang berada di tengah membentuk garis lurus dengan sumber bunyi. Salah satu hal yang dapat menyebabkan ketidakteraturan persebaran bunyi adalah arah angin bertiup. Di samping itu terdapat *noise* dari alam sekitar daerah penelitian. Luas bukaan stomata rata-rata terbesar dengan nilai (41,78±0,76) μm^2 berada pada nilai taraf intensitas bunyi rata-rata (80,93±0,005) dB. Luas bukaan stomata terkecil dengan nilai (6,35±0,59) μm^2 berada pada nilai taraf intensitas

bunyi rata-rata (55,70±0,005) dB. Berdasarkan penelitian ini, nilai taraf intensitas terbaik untuk diterapkan demi mendapatkan luas bukaan stomata paling besar adalah (80,93±0,005) dB untuk tanaman jagung hibrida.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa.

1. Variasi pemaparan bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz berpengaruh terhadap luas bukaan stomata daun tanaman jagung (*Zea mays* L.). Luas rata-rata bukaan stomata tanaman jagung terbesar berada pada *peak* frekuensi 3500 Hz, yaitu: (22,57 ± 0,11) μm^2 dengan rincian luas rata-rata bukaan stomata jagung: pada tanaman kontrol tanpa paparan bunyi sebesar (14,94 ± 0,73) μm^2, pada *peak* frekuensi 3500 Hz sebesar (22,57 ± 0,11) μm^2, pada *peak* frekuensi 4000 Hz sebesar (11,97 ± 0,25) μm^2, dan pada *peak* frekuensi 5000 Hz sebesar (8,98 ± 0,08) μm^2.
2. Variasi pemaparan kuat lemah bunyi garengpung (*Dundubia manifera*) termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz, 4000 Hz, dan 5000 Hz berpengaruh terhadap luas bukaan stomata tanaman jagung (*Zea mays* L.). Semakin jauh dari sumber bunyi sebanding dengan taraf intensitas mengecil, luas bukaan stomata semakin kecil. Luas rata-rata bukaan stomata jagung terbesar yaitu: (41,78 ± 0,76) μm^2 berada pada *peak* frekuensi 3500 Hz dengan nilai taraf intensitas bunyi rata-rata (80,93 ± 0,005) dB di jarak (4 ± 0,05) m dari ABH. Rincian luas rata-rata bukaan stomata tanaman jagung terbesar setiap *peak* frekuensi adalah sebagai berikut: pada *peak* frekuensi 3500 Hz sebesar (41,78 ± 0,76) μm^2 dengan nilai taraf intensitas bunyi rata-rata (80,93 ± 0,005) dB di jarak (4 ±

0,05) m, pada *peak* frekuensi 4000 Hz sebesar (15,92 ± 0,67) μm^2 dengan nilai taraf intensitas bunyi rata-rata (79,33 ± 0,005) dB di jarak (4 ± 0,05) m, dan pada *peak* frekuensi 5000 Hz sebesar (12,96 ± 0,59) μm^2 dengan nilai taraf intensitas bunyi rata-rata (61,17 ± 0,005) dB di jarak (12 ± 0,05) m.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang bisa dilakukan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang mencakup pada sistem pengairan, pemupukan, dan pemberantasan hama pada tanaman.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk metode vakum dari *noise* yang ada pada tempat penelitian.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai suhu, kondisi geografis, dan iklim pada proses penanaman tanaman.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk posisi dari ABH yang paling efektif pada saat tanaman dipaparkan bunyi.
5. Perlu dilakukan penelitian dengan metode baru untuk mencetak stomata daun tanpa merusak daun tanaman.
6. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai stomata daun dan metode untuk mengamati stomata daun selain dengan menggunakan mikroskop cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

Agroindustri.id. (2017). *Klasifikasi dan Morfologi Jagung yang Perlu Kita Ketahui*. Diakses pada laman http://www.agroindustri.id pada tanggal 15 Oktober 2018.

Ariskawati, R. (2018). "Pengaruh Paparan Bunyi Garengpung (*Dundubia manifera*) Termanipulasi *Peak Frequency* (3,50 ± 0,05) 10^3 Hz terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*)". *Skripsi tidak diterbitkan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh & Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NAD. (2009). *Budidaya Tanaman Jagung*. Diunduh dari laman http://nad.litbang.pertanian.go.id pada tanggal 15 Oktober 2018.

Collins, M.E. & Foreman, J.E.K. (2001). The Effect of Sound on the Growth of Plants. *Canadian Acoustics, Vol. 29, No. 2.*

Conwell, A. (2010). *The Audible Life Stream: Ancient Secret of Dying While Living*. Winchester: O Books.

Doorne, Y. V. (2000). *The Effects of Sound on Living Organisms. Applications in Agriculture*. Diakses pada laman http://users.belgacom.net pada tanggal 18 Oktober 2018.

Gianto. (2008). *Fisika*. Bandung: Grafindo Media Pratama.

Hidayat, E. B. (1995). *Anatomi Tumbuhan Berbiji.* Bandung: Penerbit ITB.

Iriany, R.N., Yasin, M., & Takdir, A. (2016). *Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung*. Diunduh dari laman http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id pada tanggal 15 Oktober 2018.

Ishaq, M. (2007). *Fisika Dasar Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Jeong, M. J., et al. (2007). Plant Gene Responses to Frequency-specific Sound Signals. *Springer Science+Bussiness Media B.V. 2007.*

Kadarisman, N., Purwanto, A., & Rosana, D. (2011). Rancang bangun *Audio Organic Growth System* (*AOGS*) melalui spesifikasi spektrum bunyi binatang alamiah sebagai *local genius* untuk peningkatan kualitas dan produktivitas tanaman holtikultura. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, F-463-F474.*

Lingga, P. & Marsono. (2013). *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Mozgai, D. *What are Cicadas?*. Diakses pada laman https://www.cicadamania.com/ pada tanggal 17 Desember 2018.

Nadliroh, K., Widodo, C. S., & Santoso, D. R. 2005. Analisa Pengaruh Frekuensi Bunyi Terhadap System Buka Tutup Stomata Tanaman Padi Varietas Logawa. *Natural B, Vol. 3, No. 2*.

Natalia, D. 2017. *Hewan: Tonggeret*. Diakses pada laman https://www.sumber.com pada tanggal 04 Januari 2019.

Sidik, N. Z. 2018. "Pengaruh Suara Garengpung (*Dundubia manifera*) Termanipulasi pada *Peak* Frekuensi $(4{,}50 \pm 0{,}05)10^3$ Hz terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Jagung (*Zea mays L.*)". *Skripsi tidak diterbitkan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Sonic Bloom. *About Dan Carlson Sr. 1941-2012 and the Sonic Bloom Growing System*. Diakses pada laman http://dancarlsonsonicbloom.com pada tanggal 16 Oktober 2018.

Stephen, M. 2018. *Effect of Wind of Sound Transmission*. Diakses pada laman https://sciencing.com pada tanggal 05 November 2018.

Suryadarma, I.G.P, Kadarisman, N., & Purwanto, A. 2013. *Laporan Tahunan Hibah Bersaing: Rancang Bangun Audio Integrated Pest Management Melalui Spesifikasi Spektrum Bunyi Binatang Alamiah dan Gamelan Blaganjur dalam Naskah Lontar Usada Carik Satu Pendekatan Pengendalian Hama Terpadu*. Diunduh dari laman http://eprints.uny.ac.id/ pada tanggal 10 Desember 2018.

Yanto, A. 2016. *Musik Nutrisi sisi lain pada Tanaman*. Diakses pada laman https://www.kebunpedia.com pada tanggal 16 Oktober 2018.

Young, H. D., et al. 2003. *Fisika Universitas (Edisi Kesepuluh Jilid 2)*. Jakarta: Erlangga.

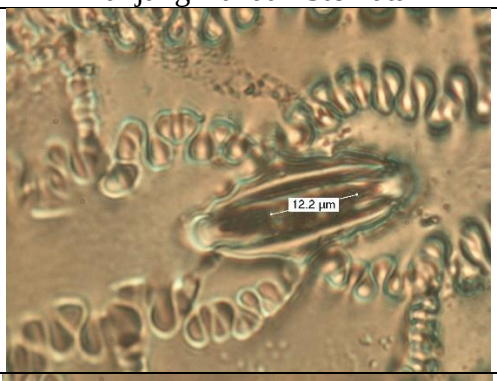
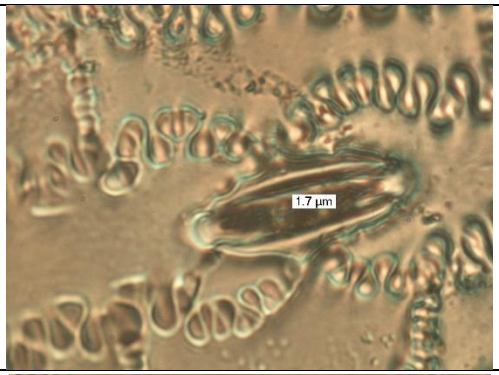
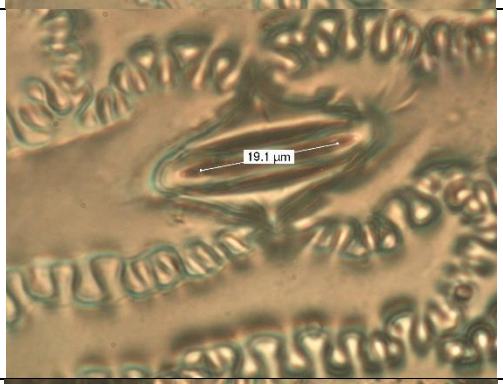
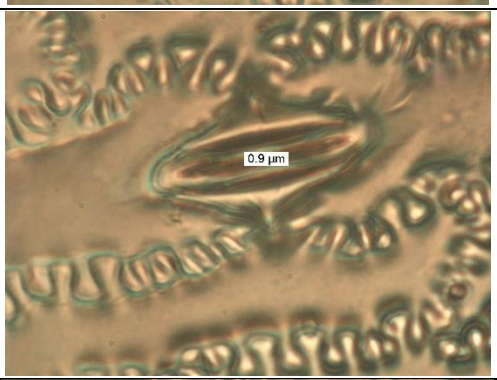
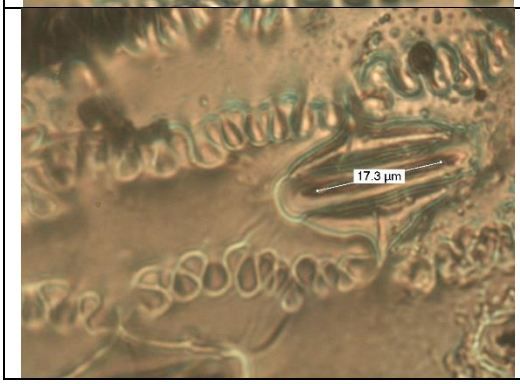
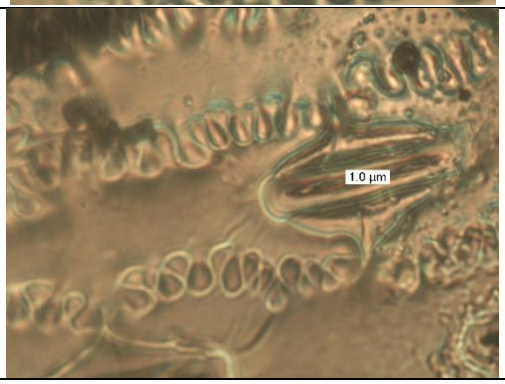
Yulianto. 2008. Penerapan Teknologi Sonic Bloom dan Pupuk Organik untuk Peningkatan Produksi Bawang Merah. *J.Agroland 15(3), 148-155*.

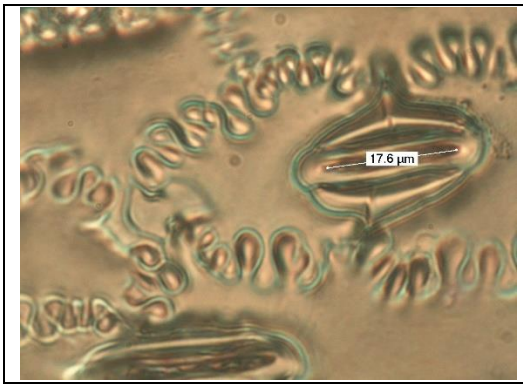
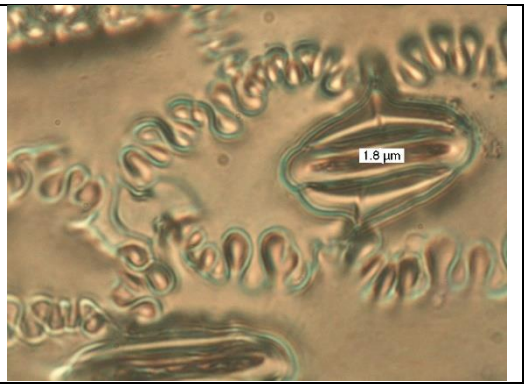
LAMPIRAN

Lampiran I

A. Foto Stomata

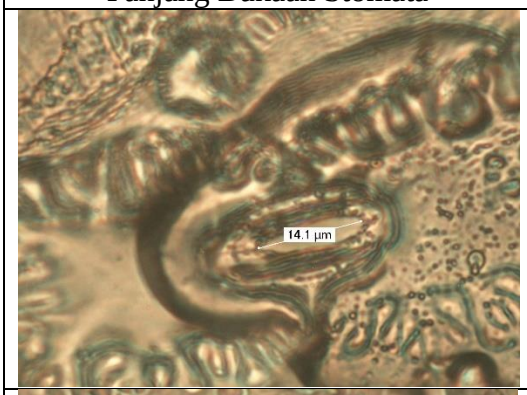
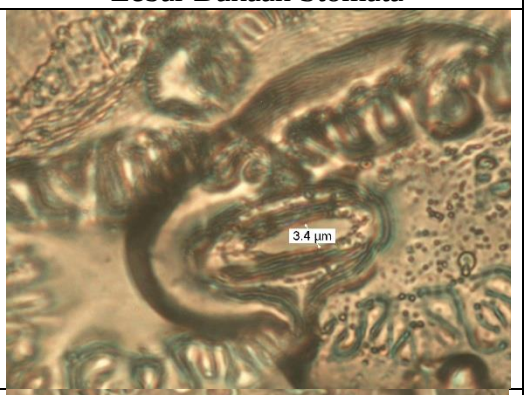
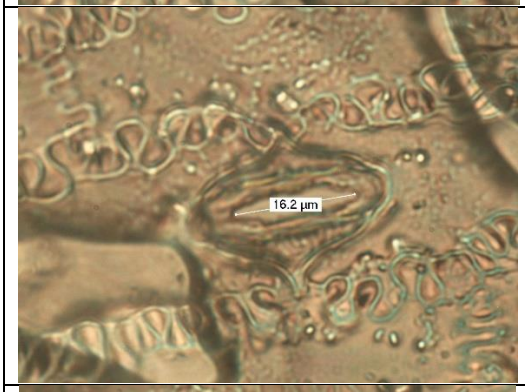
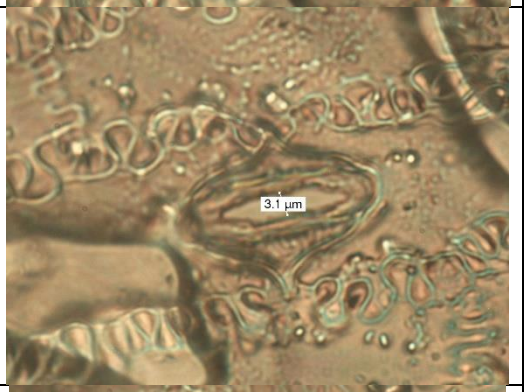
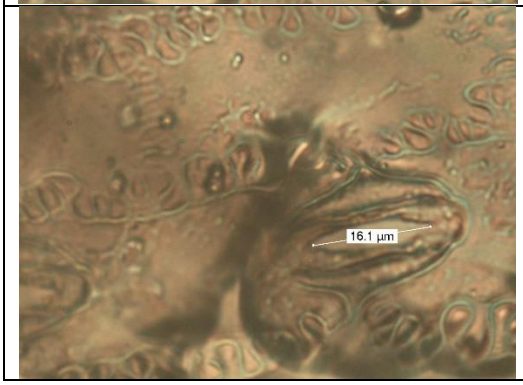
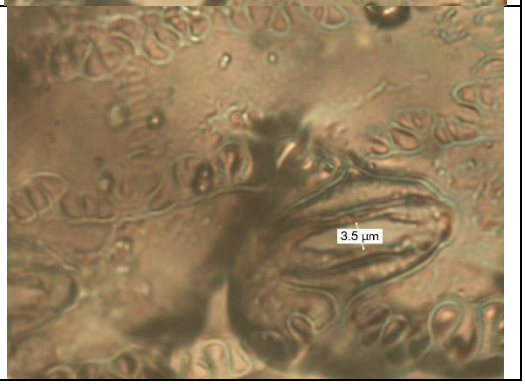
1. Tanaman kontrol tanpa pemaparan bunyi garengpung

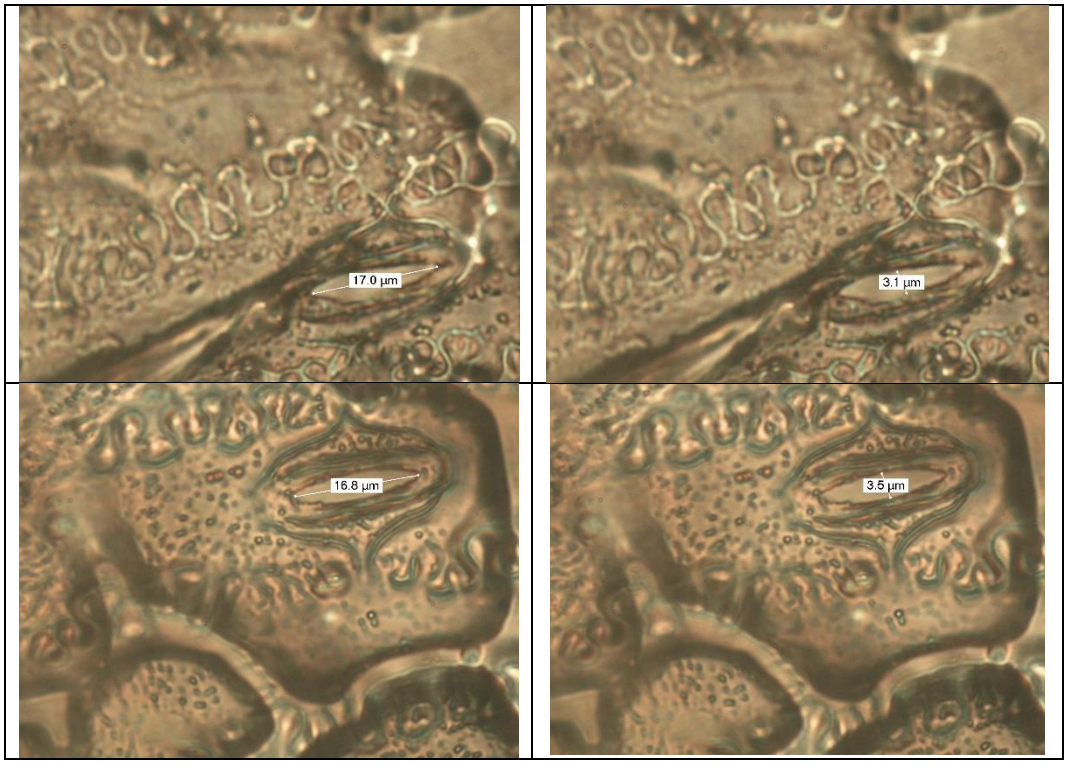
Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	

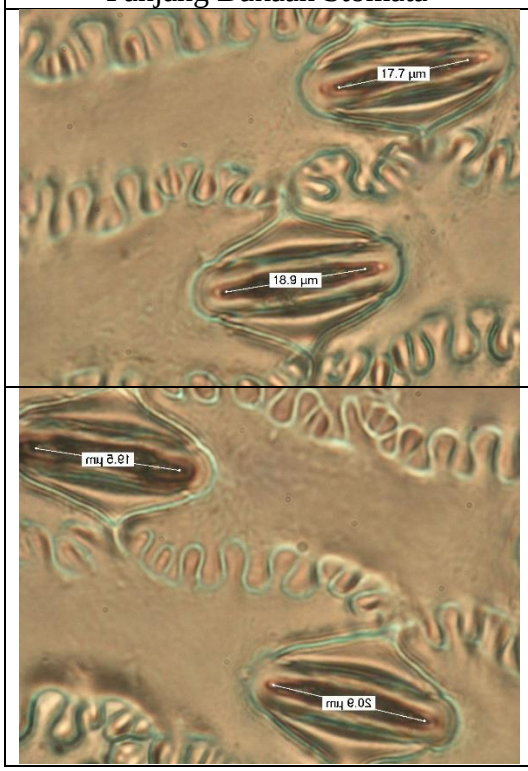
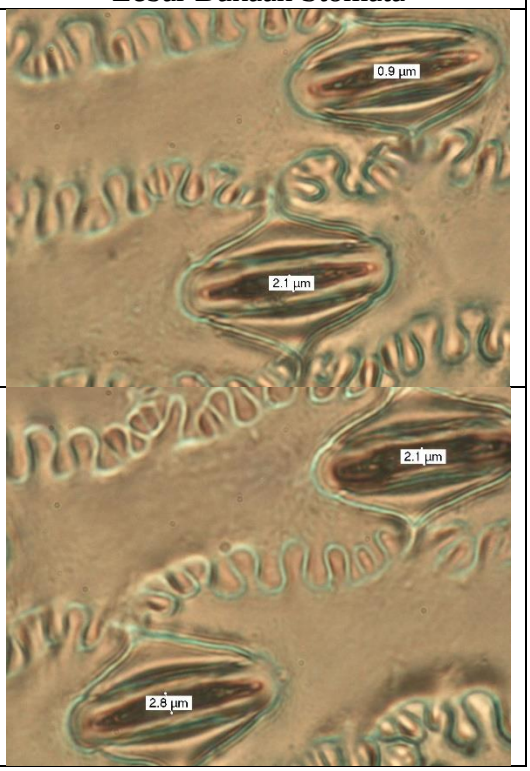
2. Tanaman perlakuan dengan pemaparan bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 3500 Hz

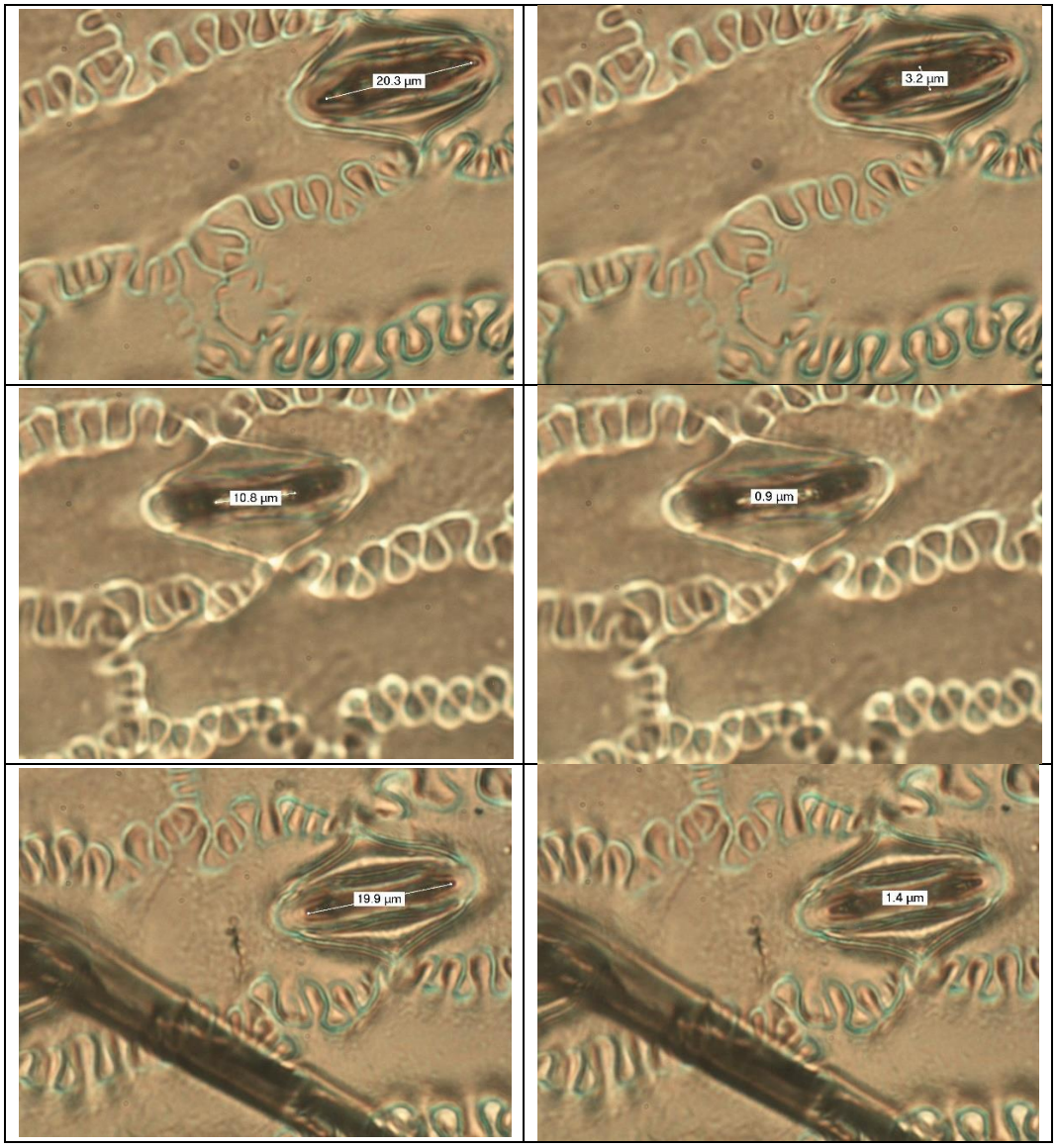
a. Jarak 4 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	

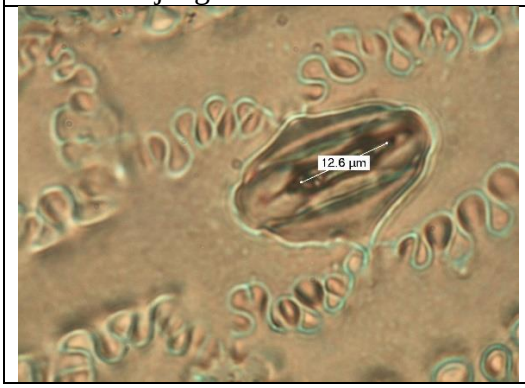
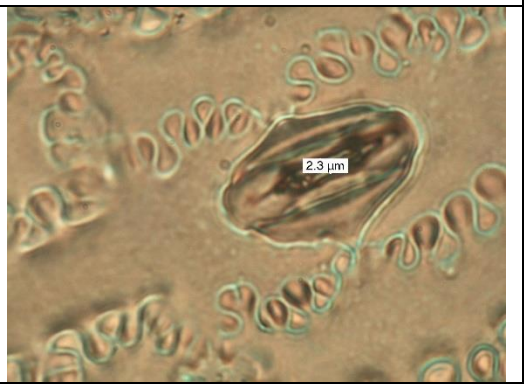


b. Jarak 8 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	

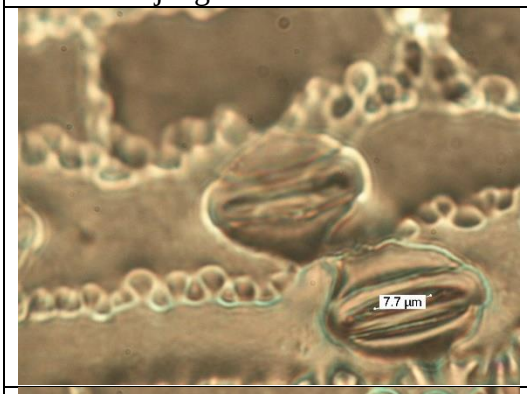
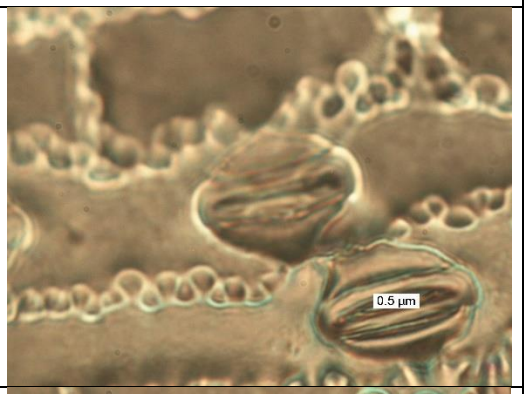
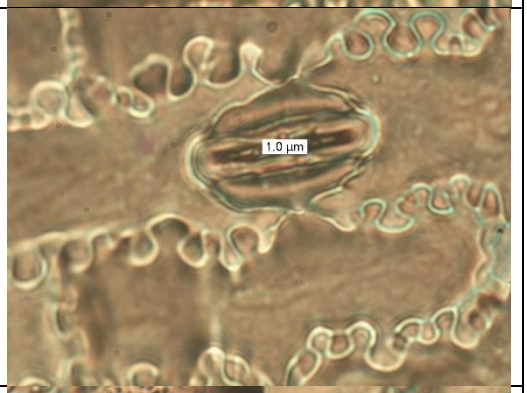
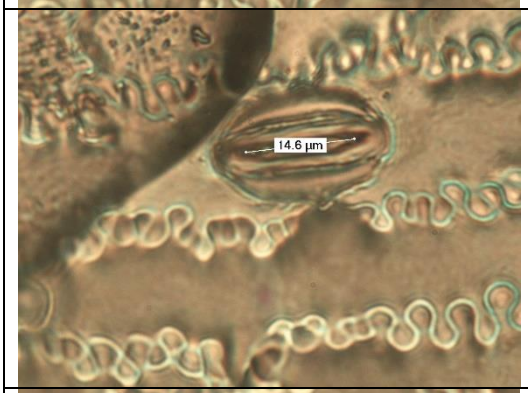
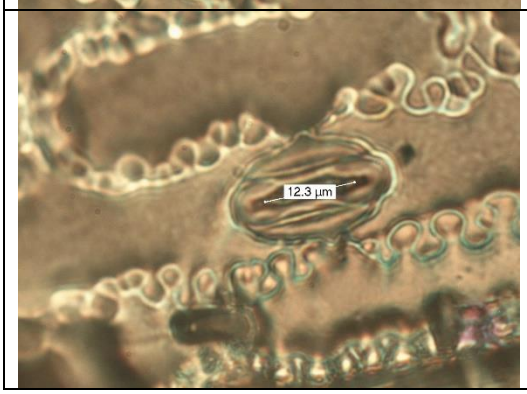
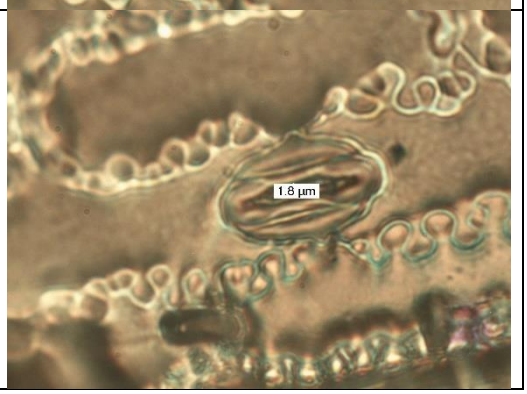


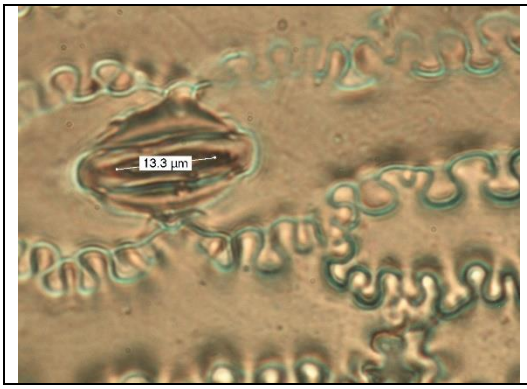
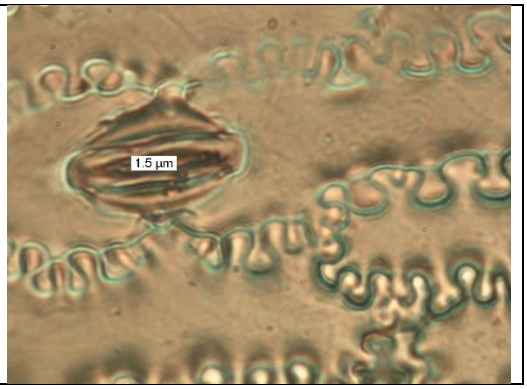
c. Jarak 12 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	

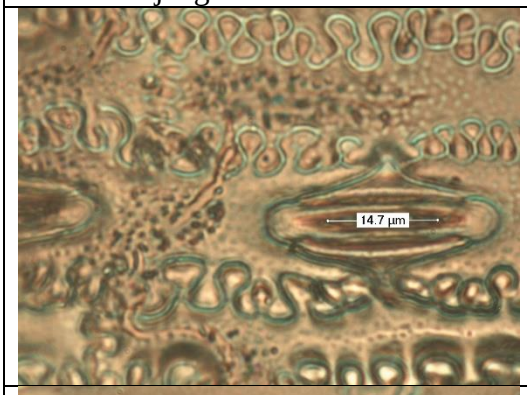
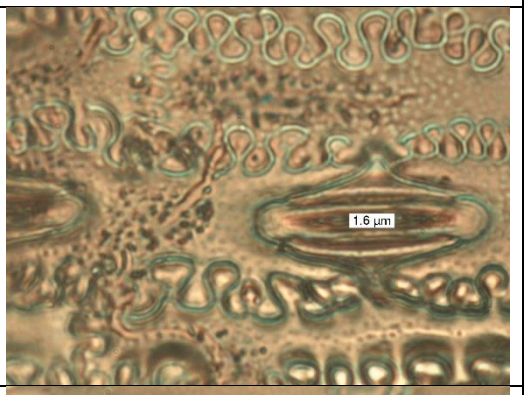
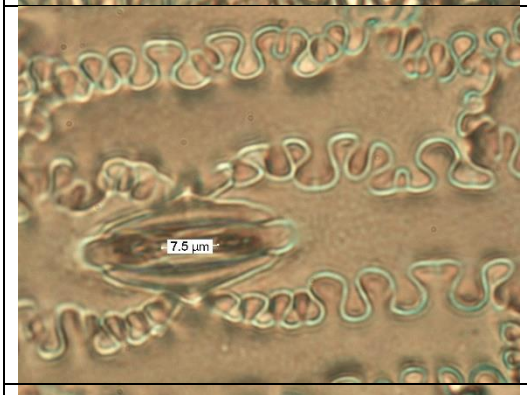
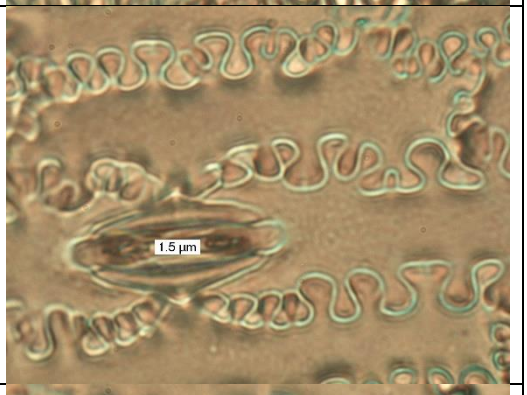
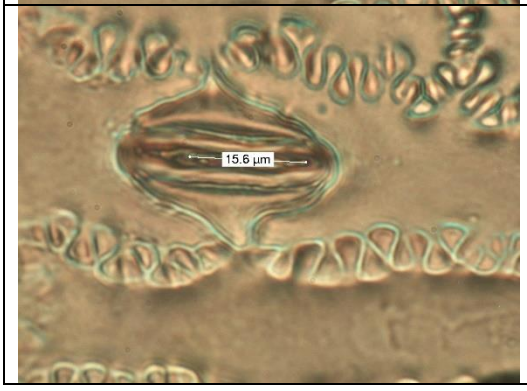
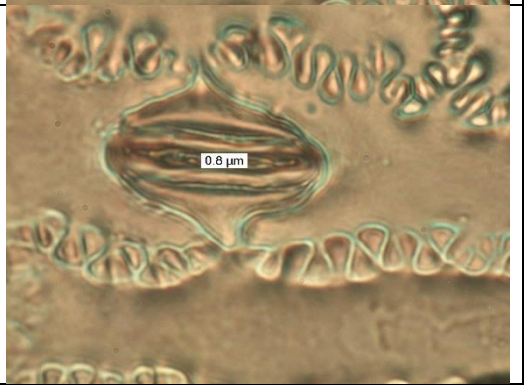
13.8 µm
1.3 µm
12.1 µm
1.1 µm
12.9 µm
0.9 µm
18.0 µm
1.7 µm

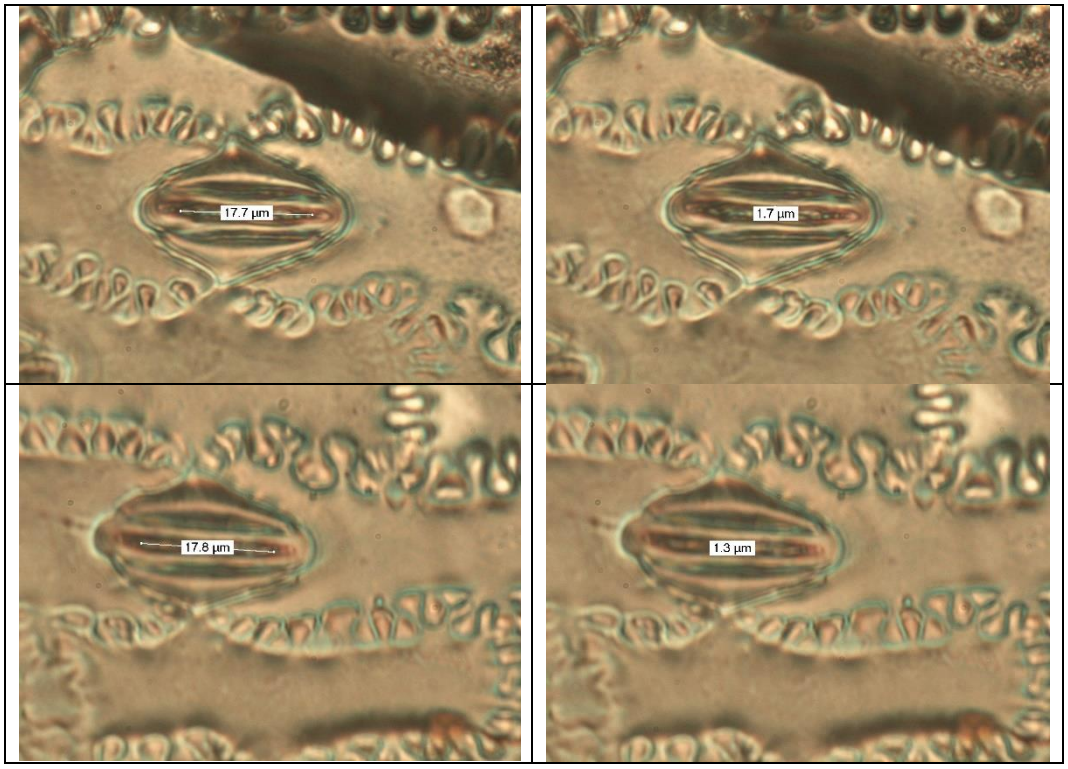
d. Jarak 16 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	
	

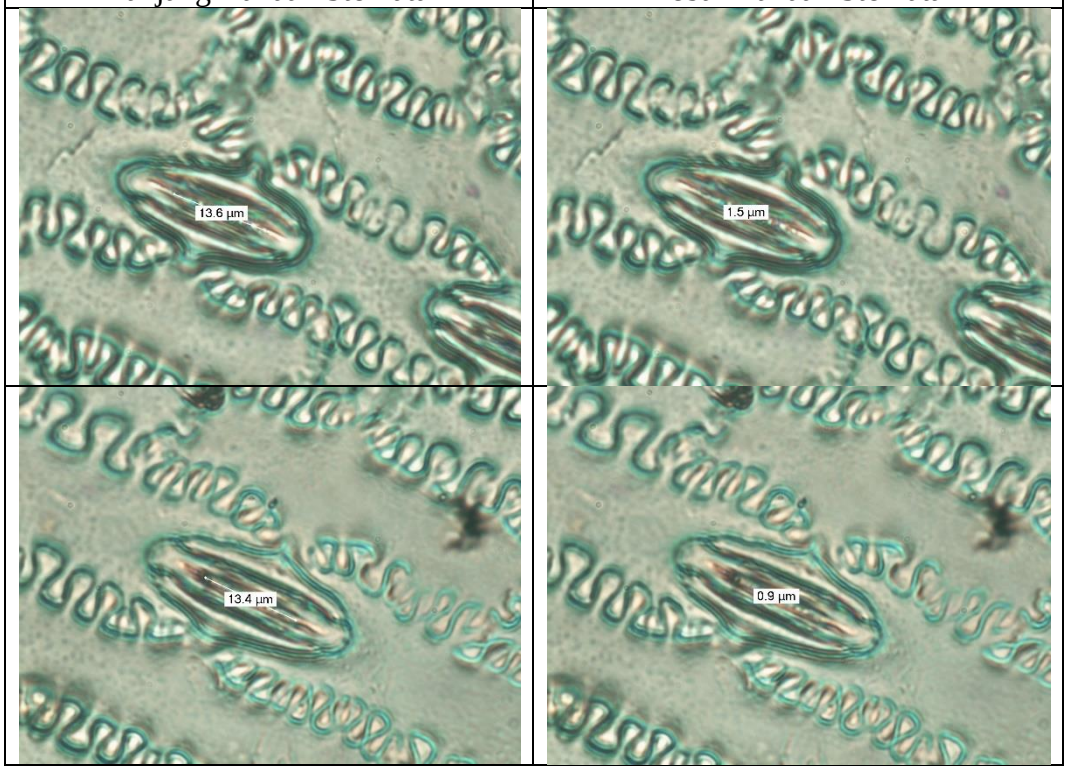
e. Jarak 20 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	



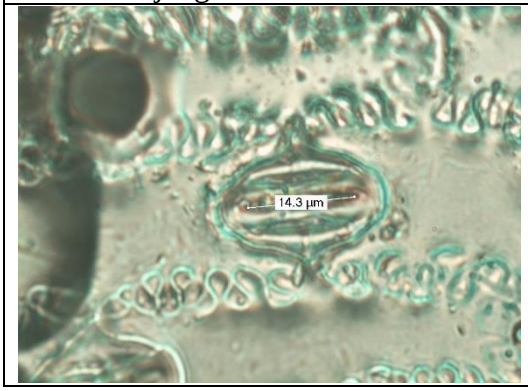
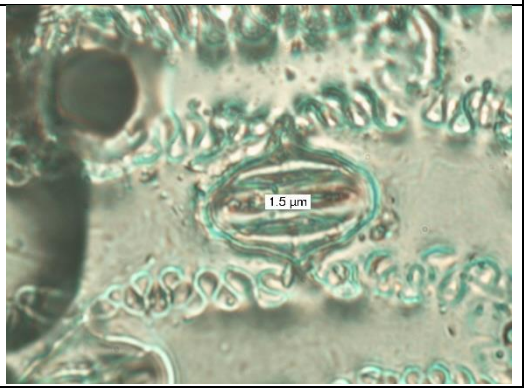
f. Jarak 24 m dari ABH

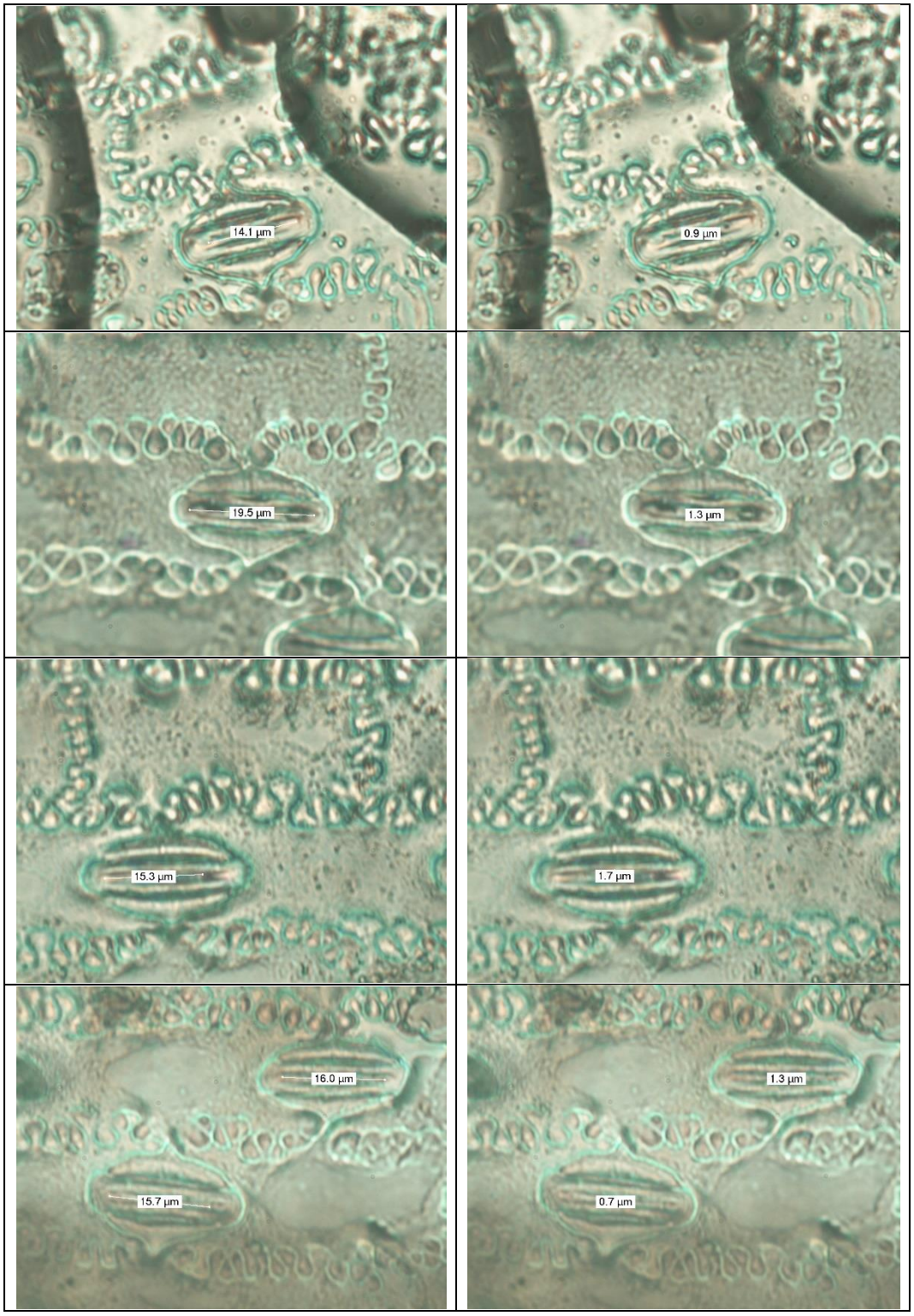
Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata



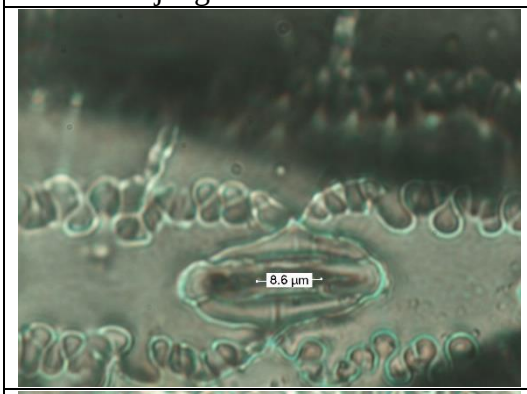
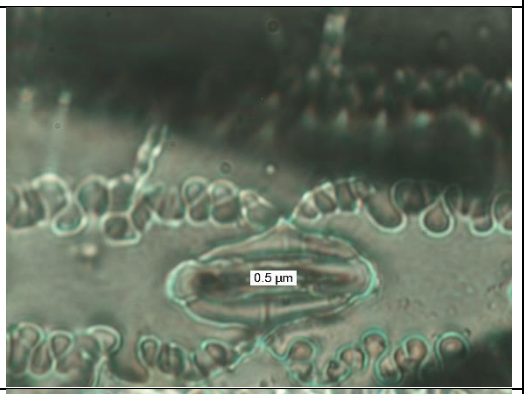
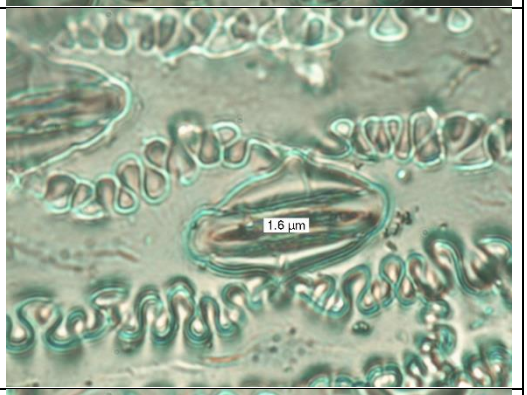
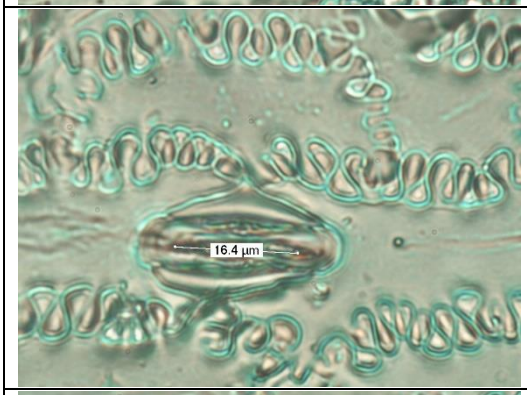
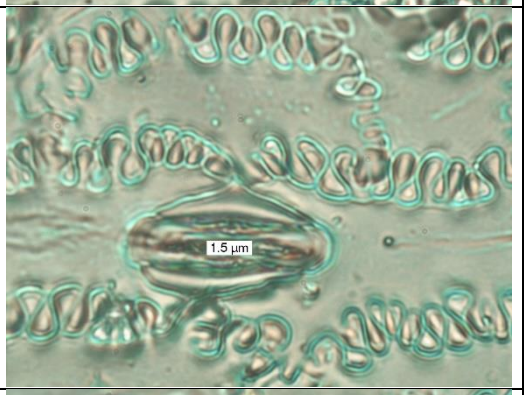
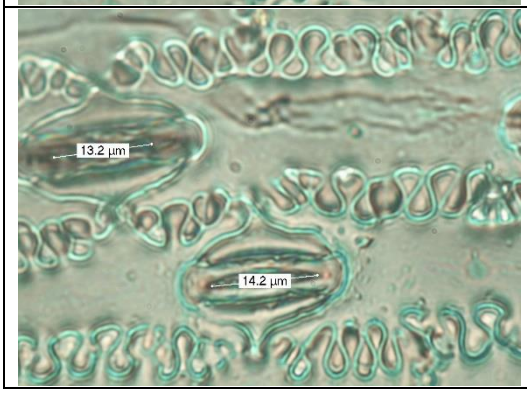
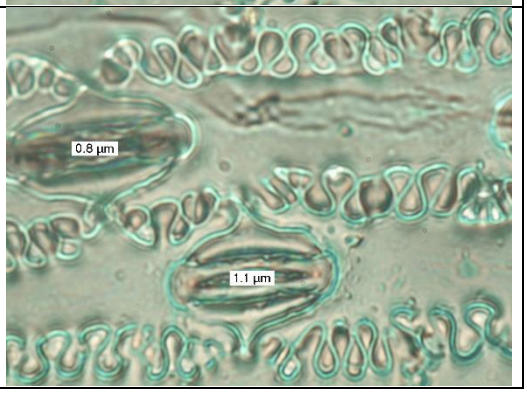
3. Tanaman perlakuan dengan pemaparan bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 4000 Hz

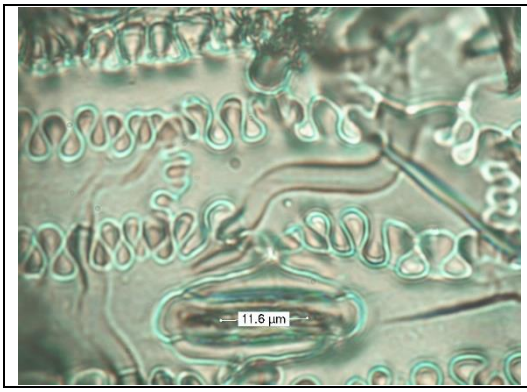
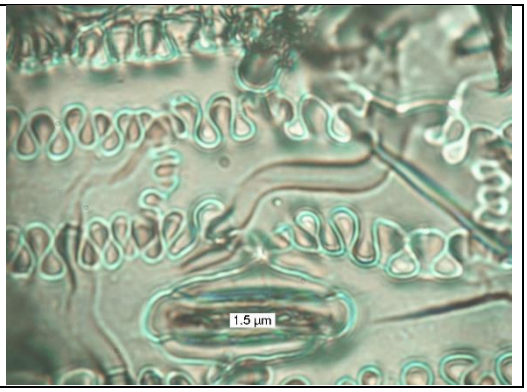
a. Jarak 4 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	

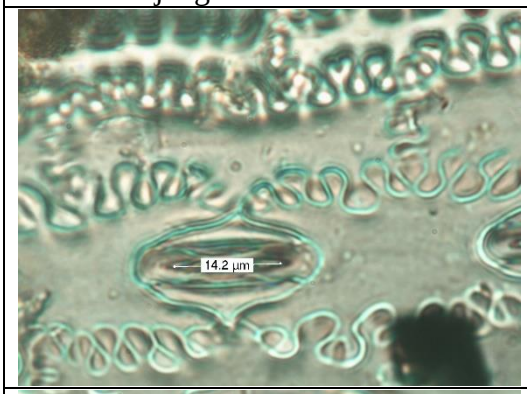
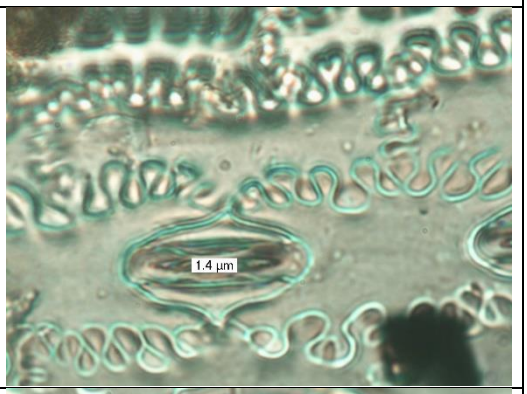
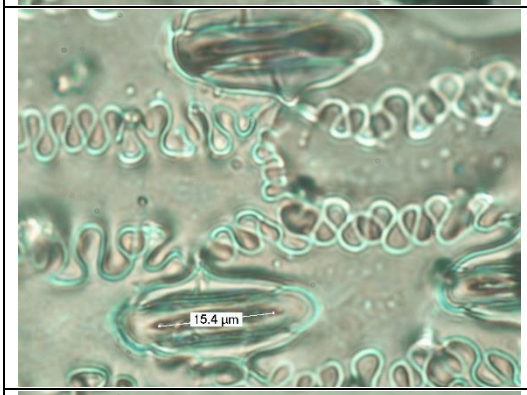
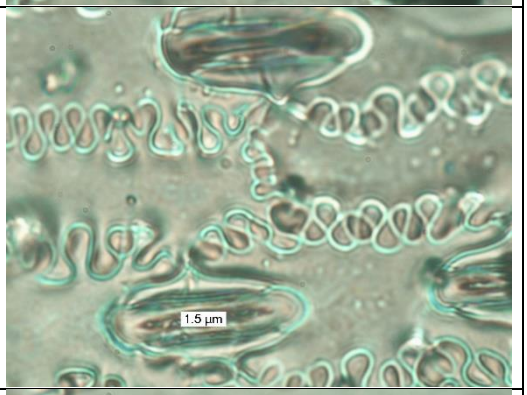
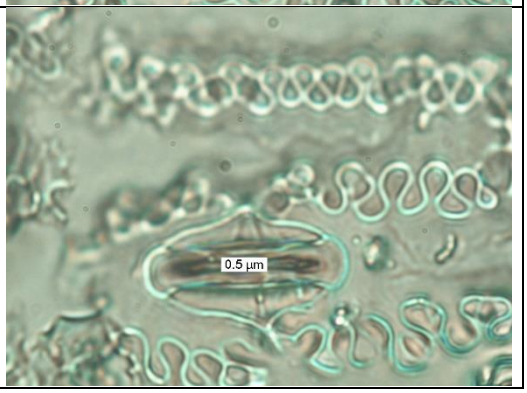

14.1 µm
0.9 µm
19.5 µm
1.3 µm
15.3 µm
1.7 µm
16.0 µm
1.3 µm
15.7 µm
0.7 µm

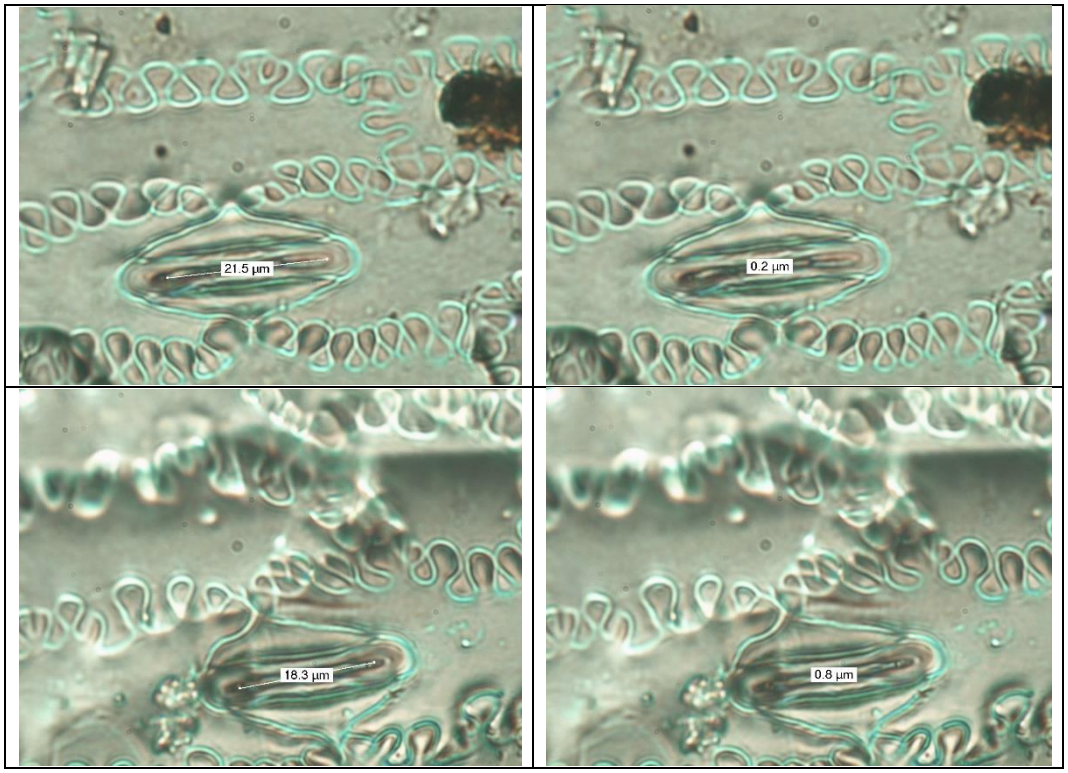
b. Jarak 8 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	
	

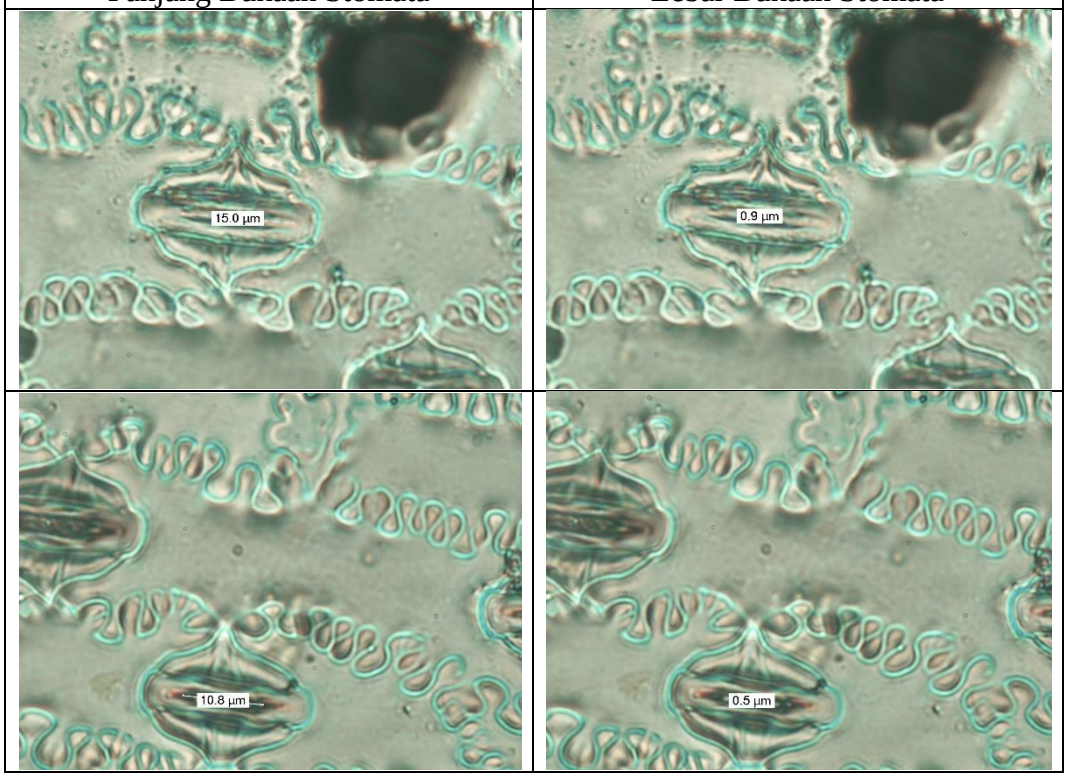
c. Jarak 12 m dari ABH

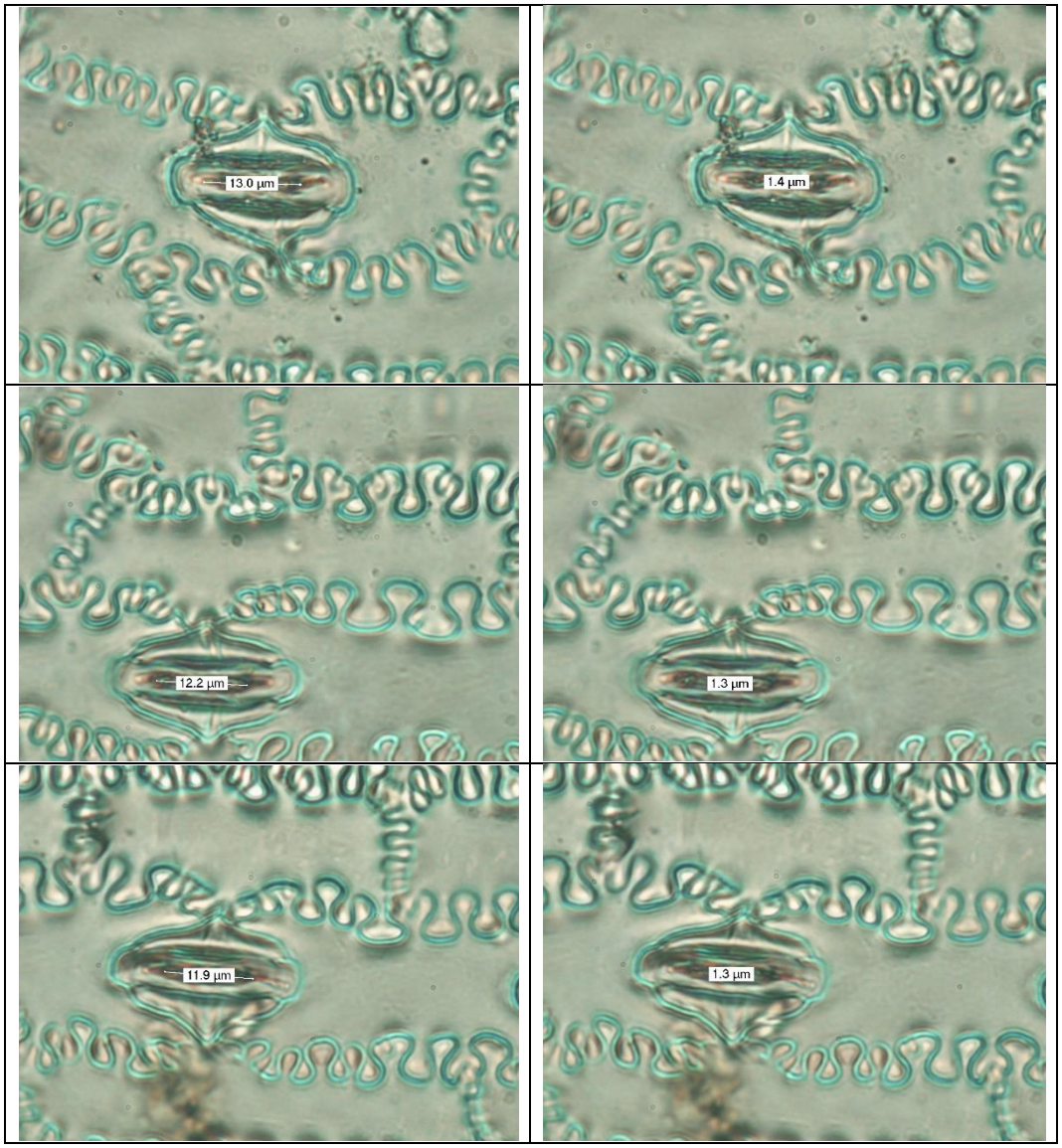
Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	



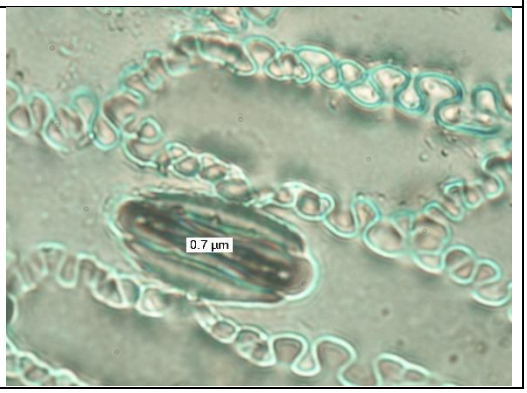
d. Jarak 16 m dari ABH

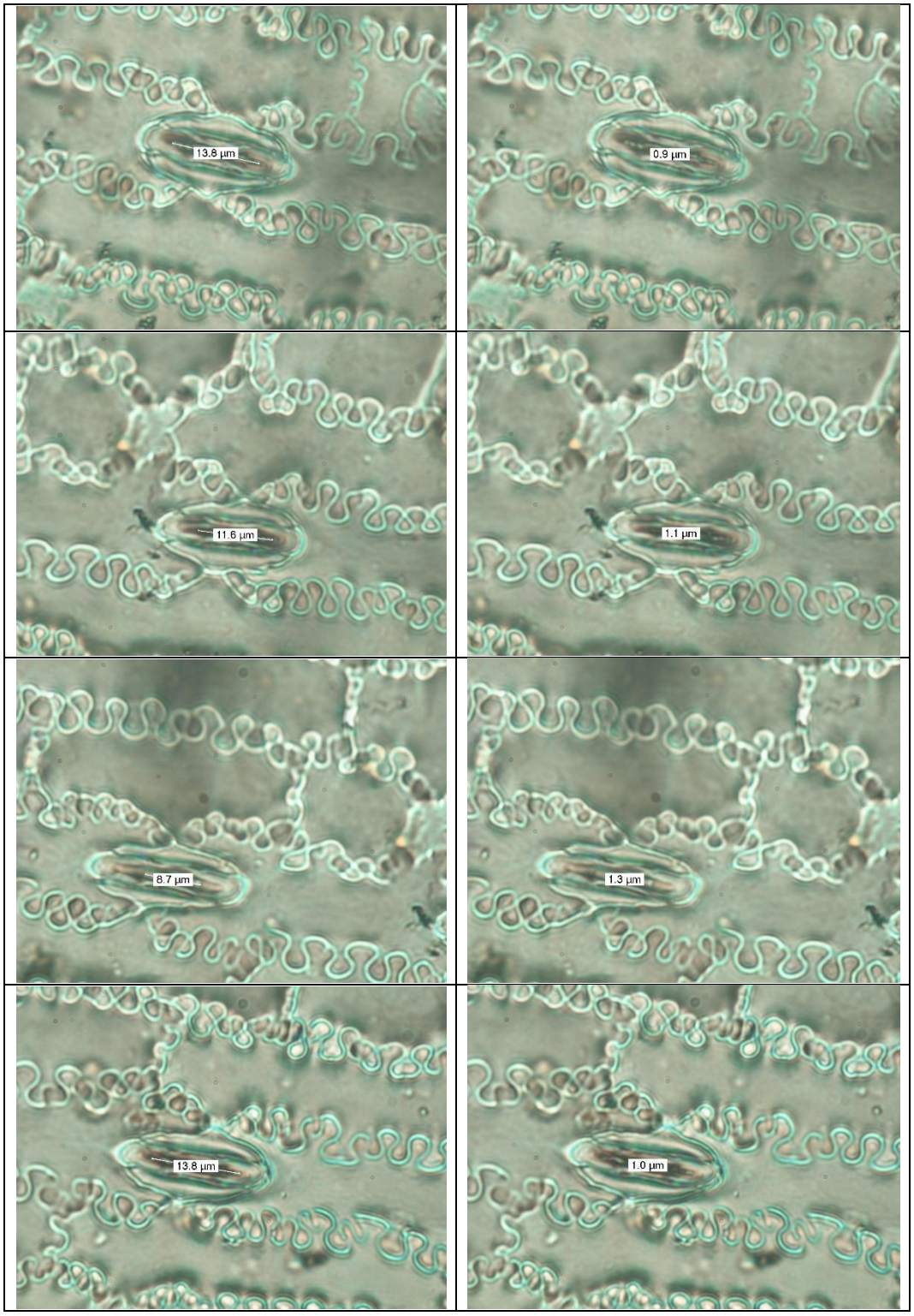
Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata



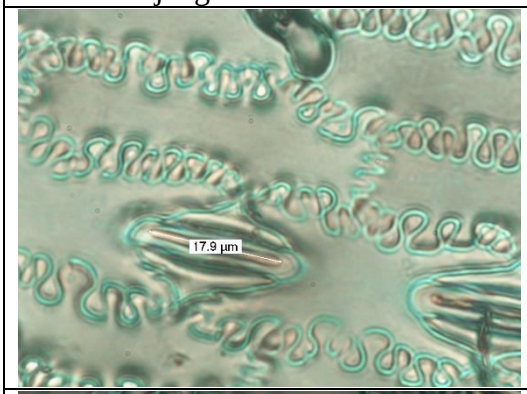
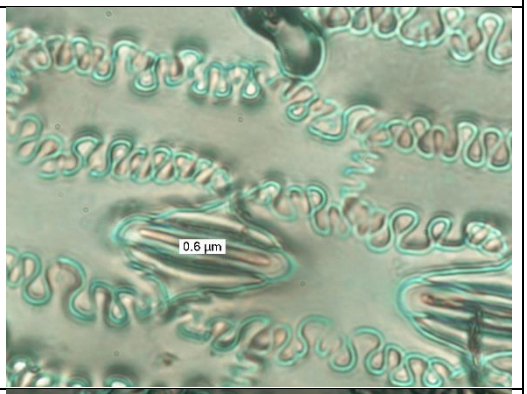
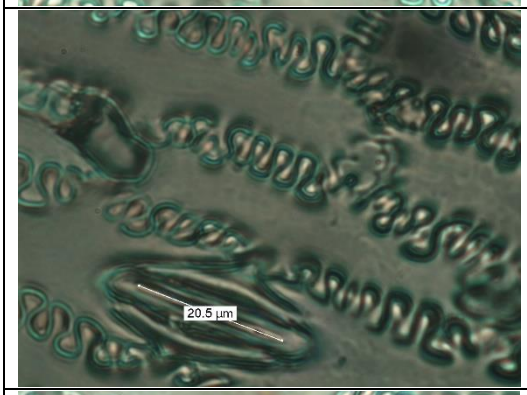
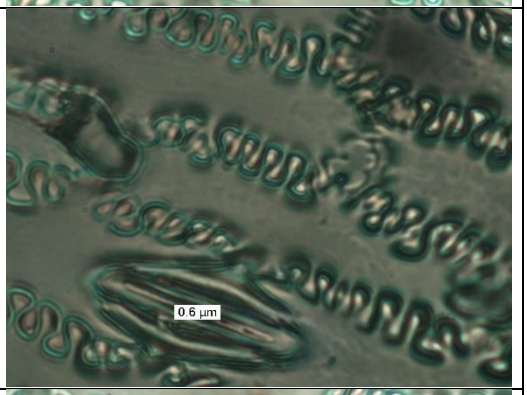
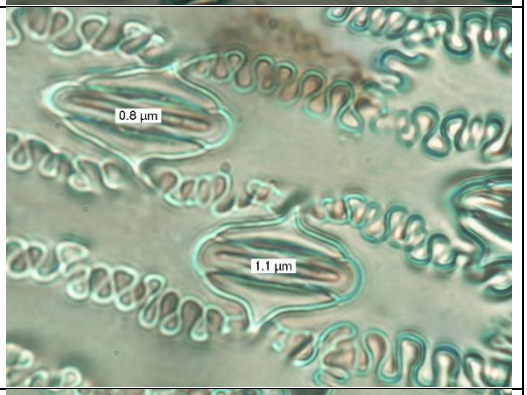
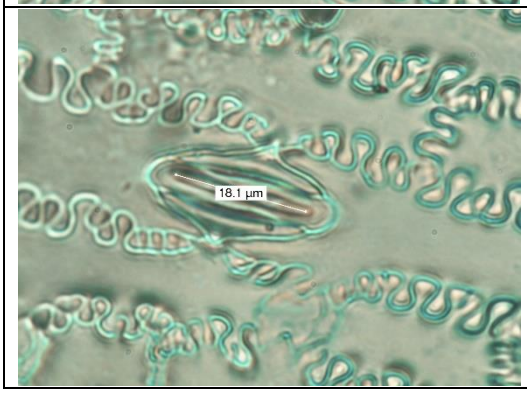
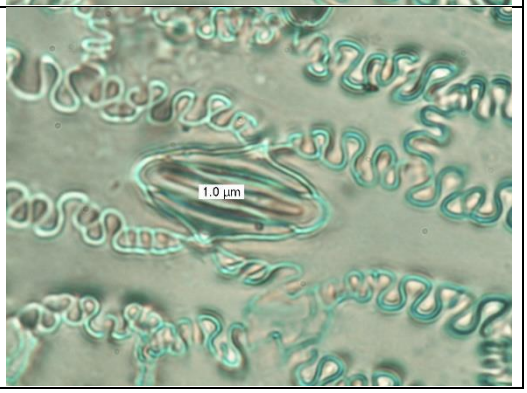


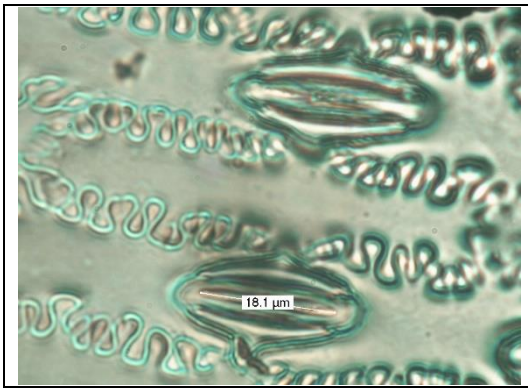
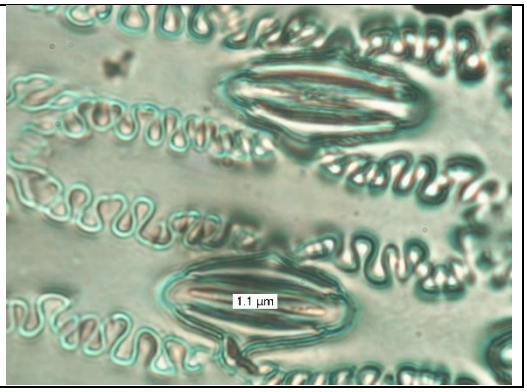
e. Jarak 20 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	


13.8 µm
0.9 µm
11.6 µm
1.1 µm
8.7 µm
1.3 µm
13.8 µm
1.0 µm

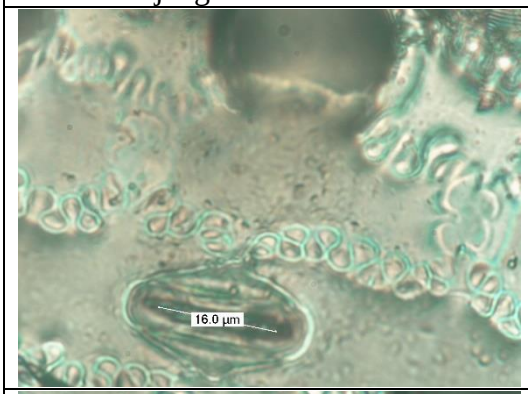
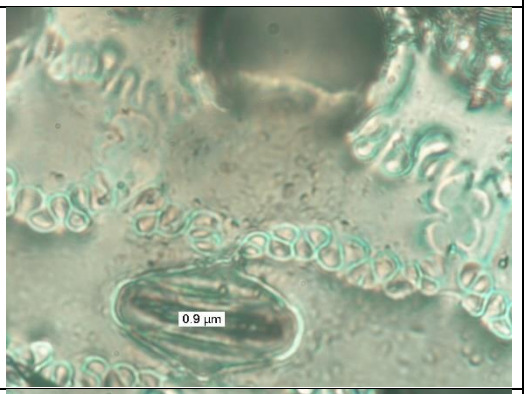
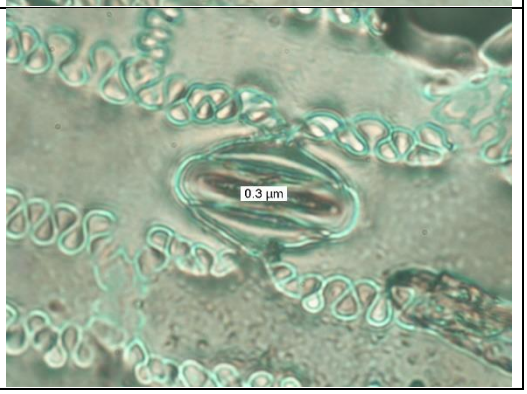
f. Jarak 24 m dari ABH

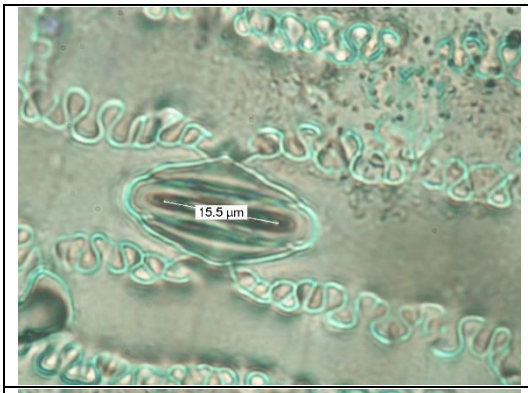
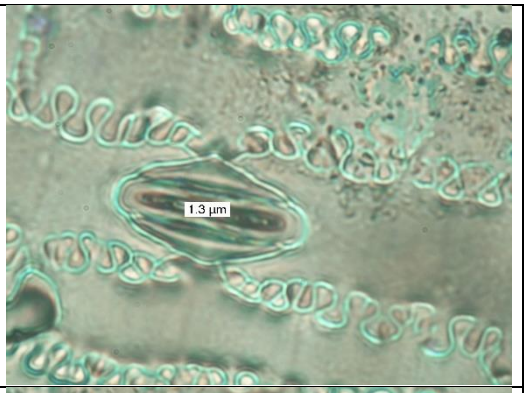
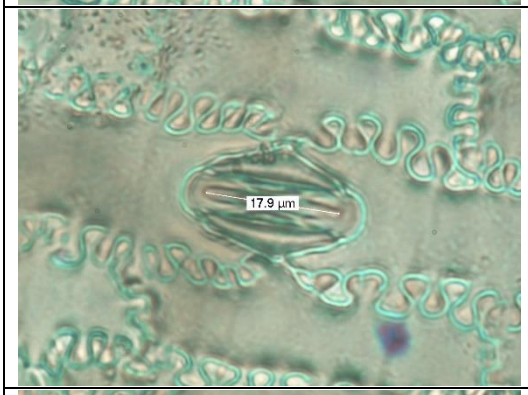
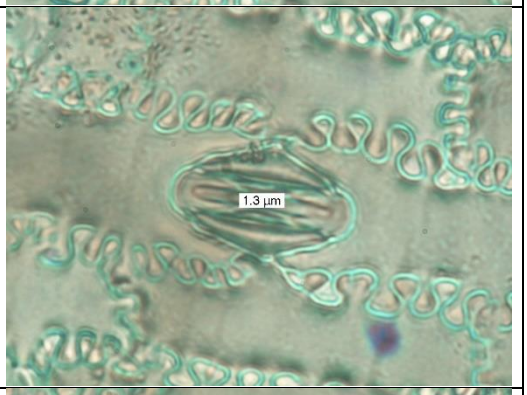
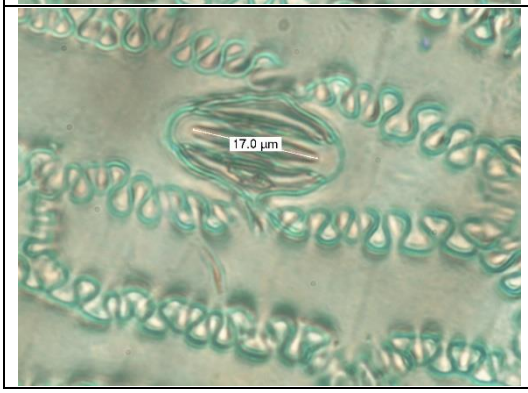
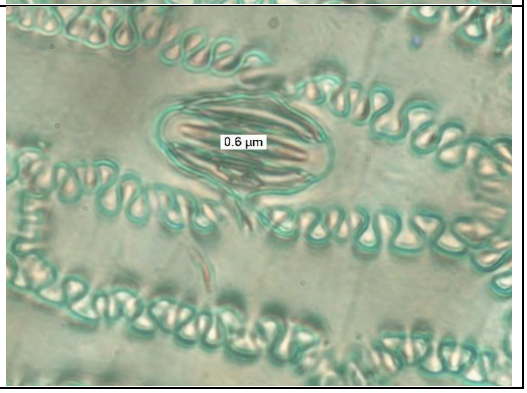
Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	
	

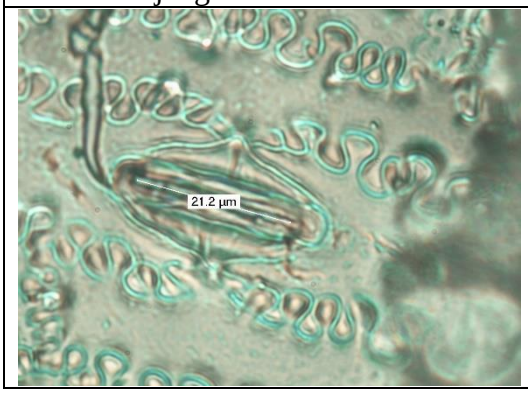
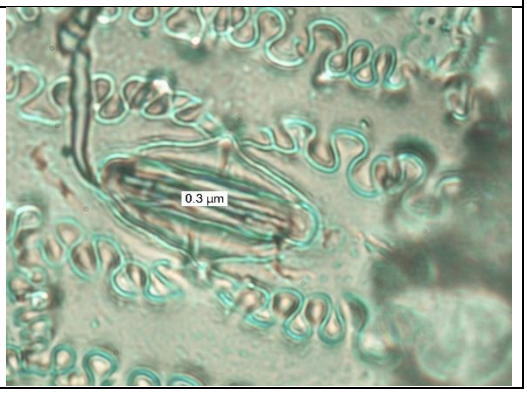
4. Tanaman perlakuan dengan pemaparan bunyi garengpung termanipulasi *peak* frekuensi 5000 Hz

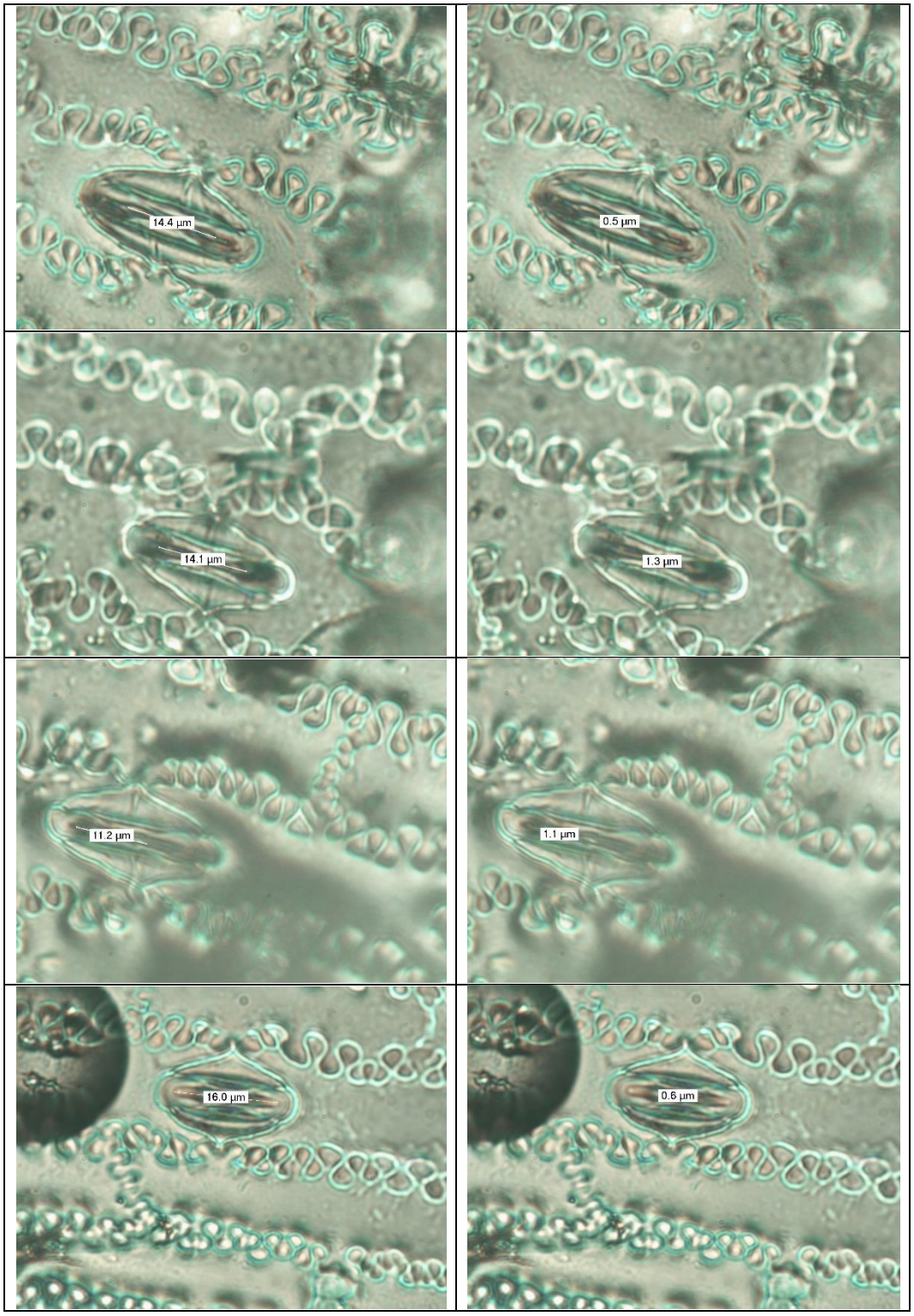
a. Jarak 4 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	

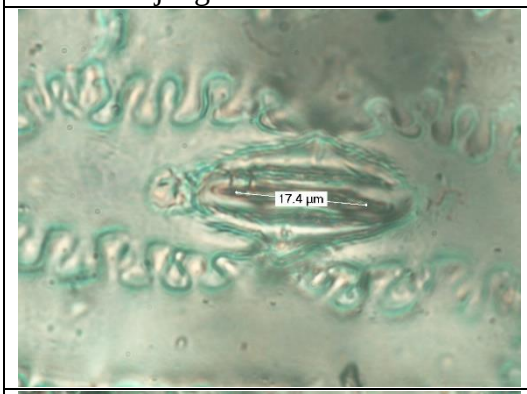
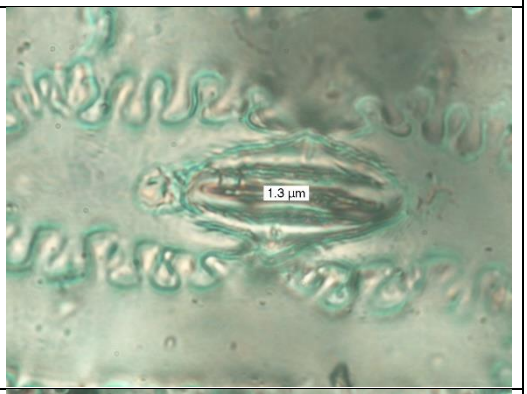
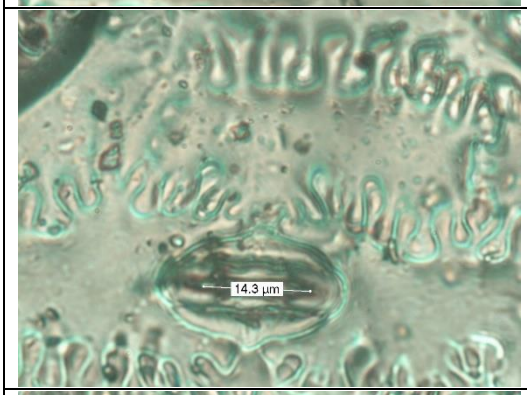
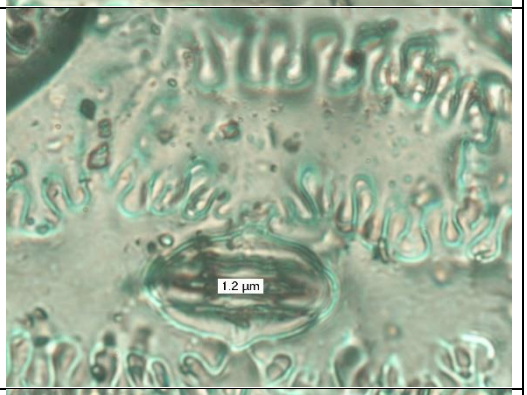
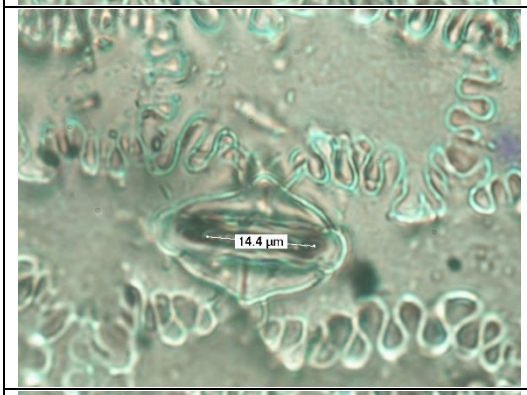
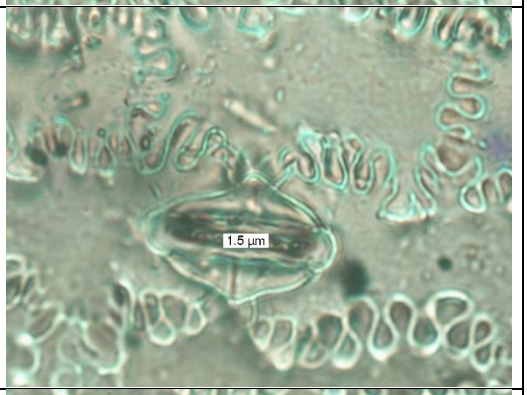
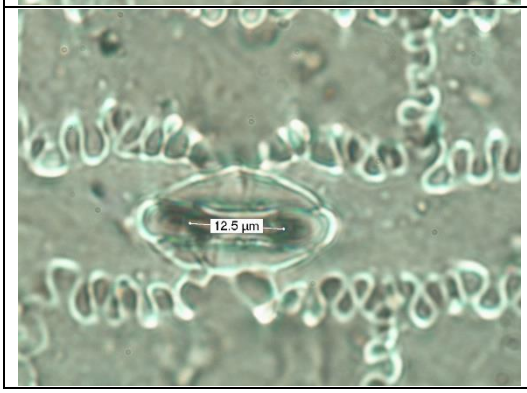
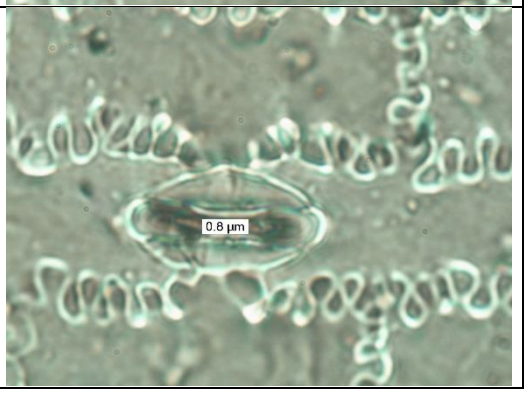
	
	
	

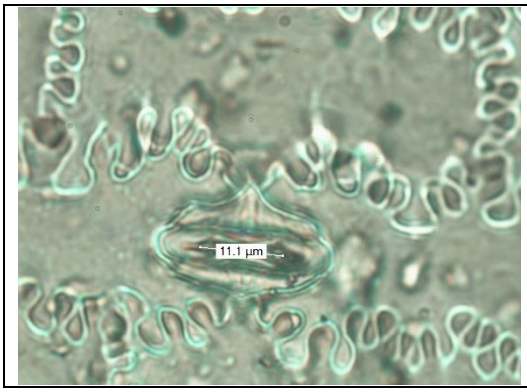
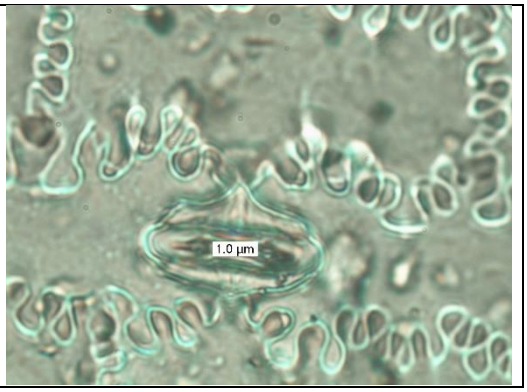
b. Jarak 8 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	

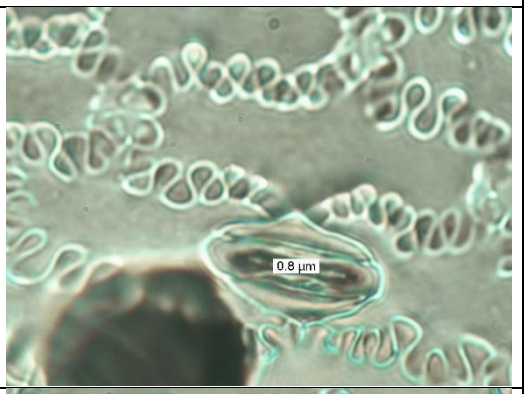
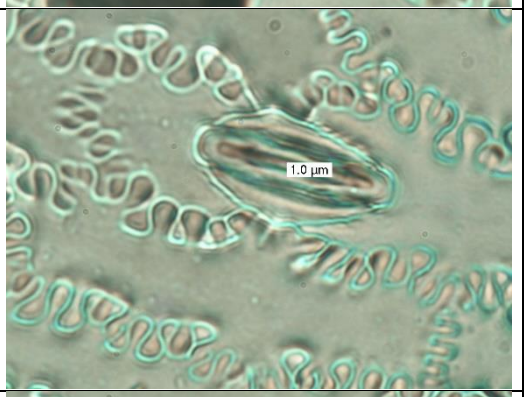
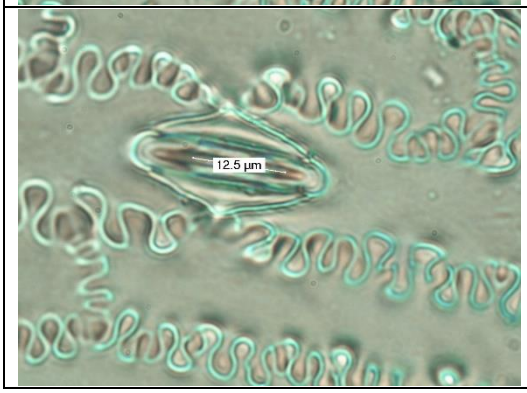
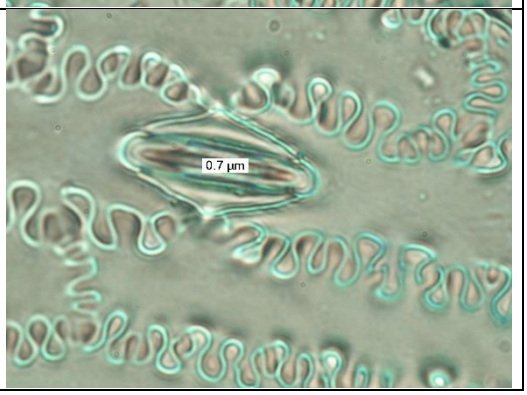

14.4 µm
0.5 µm
14.1 µm
1.3 µm
11.2 µm
1.1 µm
16.0 µm
0.6 µm

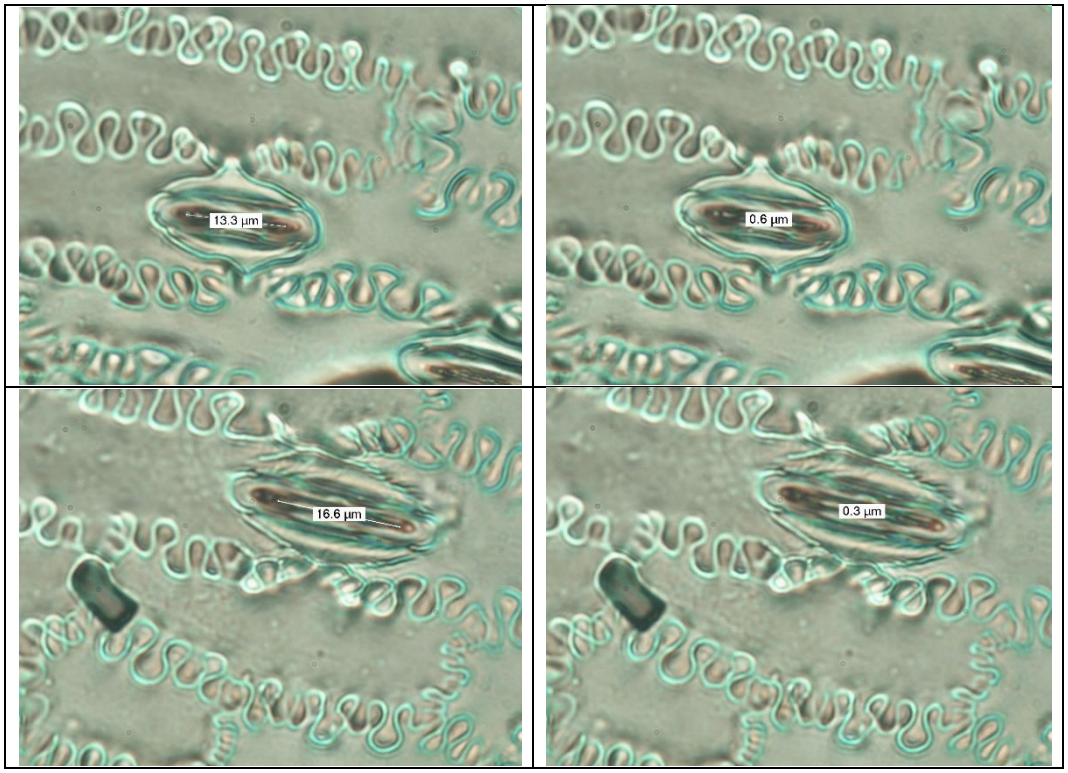
c. Jarak 12 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	
	

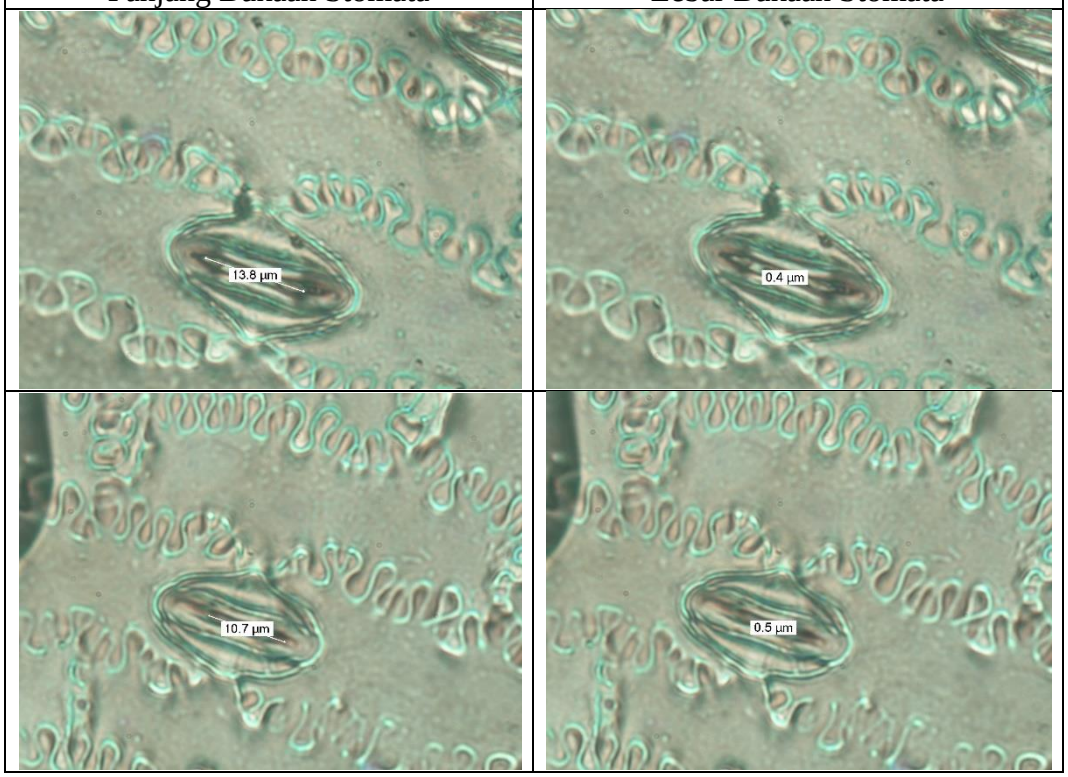
d. Jarak 16 m dari ABH

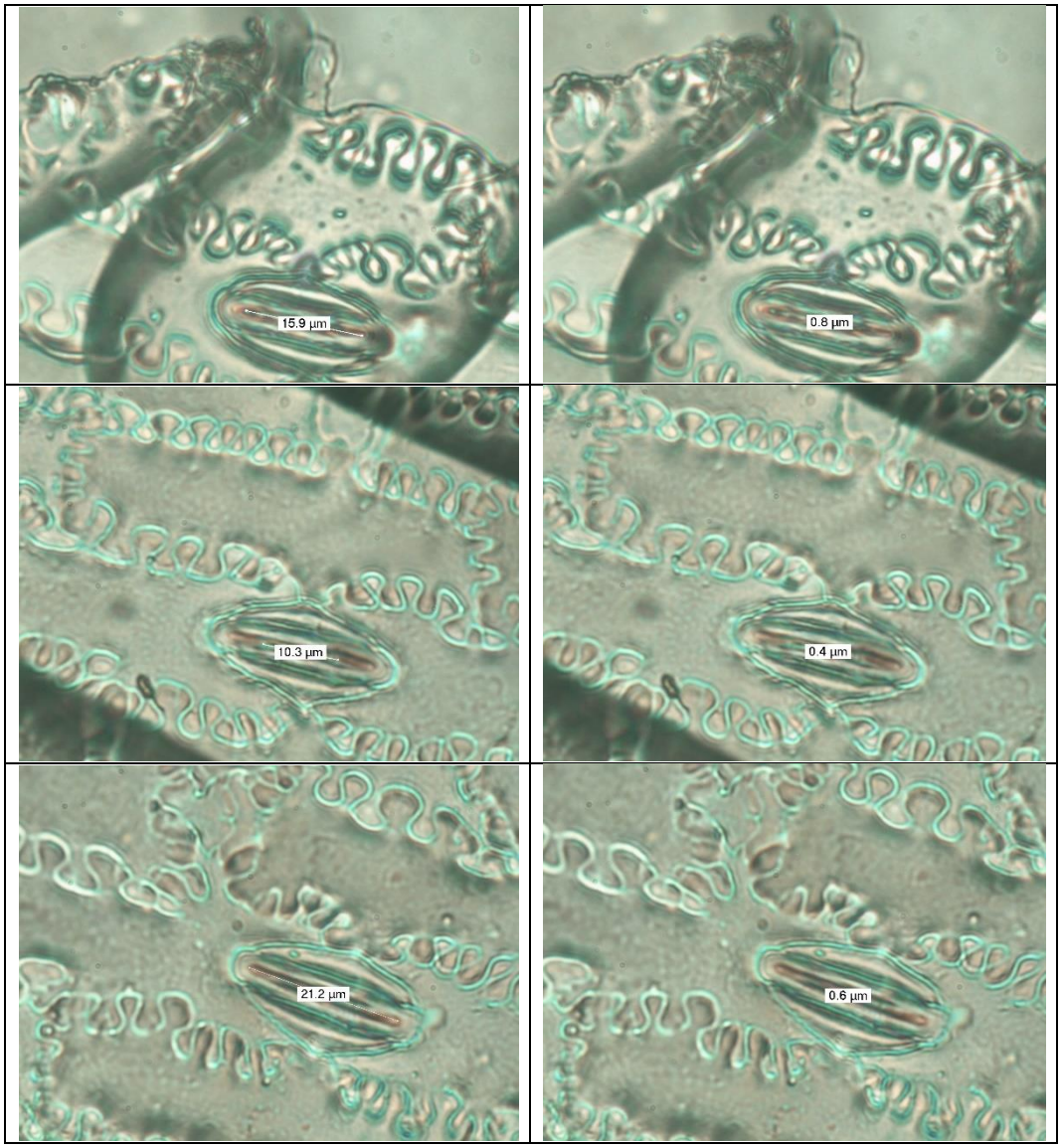
Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata
	
	
	



e. Jarak 20 m dari ABH

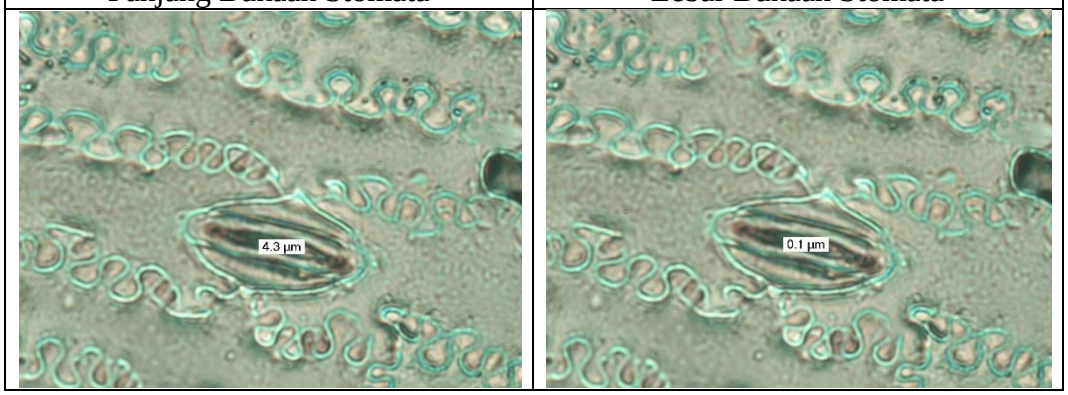
Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata

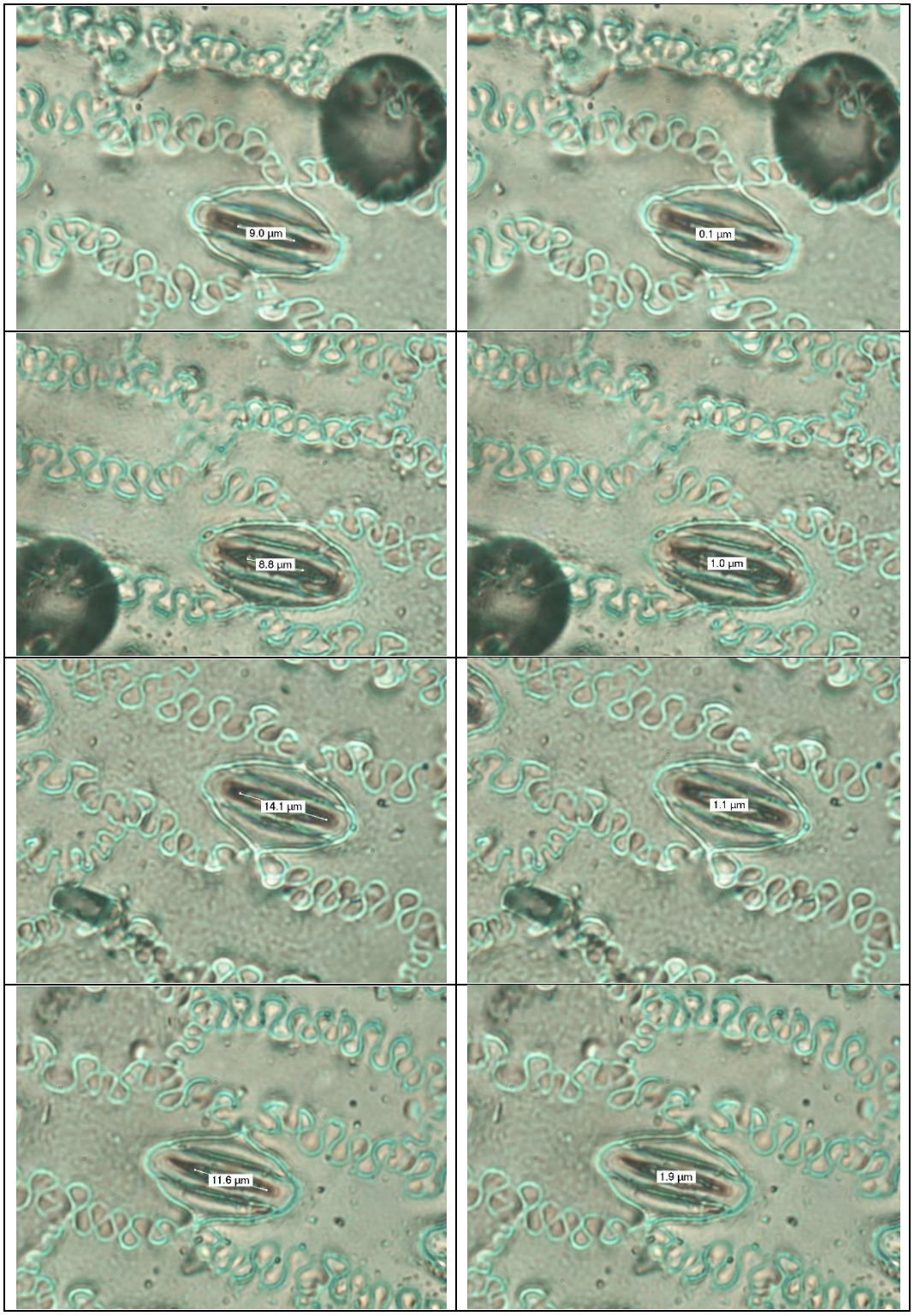




f. Jarak 24 m dari ABH

Panjang Bukaan Stomata	Lebar Bukaan Stomata




9.0 µm
0.1 µm
8.8 µm
1.0 µm
14.1 µm
1.1 µm
11.6 µm
1.9 µm

B. Analisis Data Foto Stomata

1. Kontrol, Tanpa Pemaparan Bunyi

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	12,2	1,7	16,3
2	20,5	0,4	6,4
3	19,1	0,9	13,5
4	17,3	1,0	13,6
5	17,6	1,8	24,9
Rata-Rata	17,34	1,16	14,94
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,73

2. Pemaparan Bunyi dengan *Peak* Frekuensi 3500 Hz

a. Jarak 4 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	14,1	3,4	37,7
2	16,2	3,1	39,4
3	16,1	3,5	44,3
4	17,0	3,1	41,4
5	16,8	3,5	46,2
Rata-Rata	16,04	3,32	41,78
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,76

b. Jarak 8 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	17,7	0,9	
	18,9	2,1	
Rata-Rata	18,3	1,5	21,56
2	19,5	2,1	
	20,9	2,8	
Rata-Rata	20,2	2,5	38,9
3	20,3	3,2	51,0
4	10,8	0,9	7,6
5	19,9	1,4	21,9
Rata-Rata	18,41	2,15	28,19
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,81

c. Jarak 12 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	12,6	2,3	22,8
2	13,8	1,3	14,1
3	12,1	1,1	10,5
4	12,9	0,9	9,1
5	18,0	1,7	24,0
Rata-Rata	13,88	1,46	16,09
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,60

d. Jarak 16 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas(µm^2)
1	7,7	0,5	3,0
2	14,0	1,0	11,0
3	14,6	1,2	13,8
4	12,3	1,8	17,4
5	13,3	1,5	15,7
Rata-Rata	12,38	1,20	12,17
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,53

e. Jarak 20 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	14,7	1,6	18,5
2	7,5	1,5	8,8
3	15,6	0,8	9,8
4	17,7	1,7	23,6
5	17,8	1,3	18,2
Rata-Rata	14,66	1,38	15,78
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,63

f. Jarak 24 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	13,6	1,5	16,0
2	13,4	0,9	9,5
3	12,5	1,4	13,7
4	13,9	0,8	8,7
5	11,3	0,8	7,1
Rata-Rata	12,94	1,08	11,01
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,55

3. *Peak* Frekuensi 4000 Hz

a. Jarak 4 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	14,3	1,5	16,8
2	14,1	0,9	10,0
3	19,5	1,3	19,9
4	15,3	1,7	20,4
5	16,0	1,3	
	15,7	0,7	
Rata-Rata	15,9	1,0	12,4
Rata-Rata	15,82	1,23	15,92
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,67

b. Jarak 8 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	8,6	0,5	3,4
2	11,9	1,6	15,0
3	16,4	1,5	19,3
4	13,2	0,8	
	14,2	1,1	
Rata-Rata	13,7	1,0	10,2
5	11,6	1,5	13,7
Rata-Rata	13,93	1,25	12,31
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,60

c. Jarak 12 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	14,2	1,4	15,6
2	15,4	1,5	18,1
3	15,9	0,5	6,2
4	21,5	0,2	3,4
5	18,3	0,8	11,5
Rata-Rata	17,06	0,88	10,98
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,70

d. Jarak 16 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	15,0	0,9	10,6
2	10,8	0,5	4,2
3	13,0	1,4	14,3
4	12,2	1,3	12,5
5	11,9	1,3	12,2
Rata-Rata	12,58	1,08	10,75
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,54

e. Jarak 20 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	16,9	0,7	9,3
2	13,8	0,9	9,8
3	11,6	1,1	10,0
4	8,7	1,3	8,9
5	13,8	1,0	10,8
Rata-Rata	12,96	1,00	9,76
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,55

f. Jarak 24 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	17,9	0,6	8,4
2	20,5	0,6	9,7
3	18,1	0,8	
	15,4	1,1	
Rata-Rata	16,8	1,0	12,5
4	18,1	1,0	14,2
5	18,1	1,1	15,6
Rata-Rata	17,84	0,88	12,09
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,73

4. *Peak* Frekuensi 5000 Hz

a. Jarak 4 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	16,0	0,9	11,3
2	13,0	0,3	3,1
3	15,5	1,3	15,8
4	17,9	1,3	18,3
5	17,0	0,6	8,0
Rata-Rata	15,88	0,88	11,30
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,66

b. Jarak 8 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	21,2	0,3	5,0
2	14,4	0,5	5,7
3	14,1	1,3	14,4
4	11,2	1,1	9,7
5	16,0	0,6	7,5
Rata-Rata	13,23	0,97	8,45
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,56

c. Jarak 12 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	17,4	1,3	17,8
2	14,3	1,2	13,5
3	14,4	1,5	17,0
4	12,5	0,8	7,9
5	11,1	1,0	8,7
Rata-Rata	13,94	1,2	12,96
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,59

d. Jarak 16 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	13,0	0,8	8,2
2	14,5	1,0	11,4
3	12,5	0,7	6,9
4	13,3	0,6	6,3
5	16,6	0,3	3,9
Rata-Rata	13,98	0,68	7,32
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,58

e. Jarak 20 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	13,8	0,4	4,3
2	10,7	0,5	4,2
3	15,9	0,8	10,0
4	10,3	0,4	3,2
5	21,2	0,6	10,0
Rata-Rata	14,38	0,54	6,35
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,59

f. Jarak 24 m

Sampel ke-	Panjang (µm)	Lebar (µm)	Luas (µm^2)
1	4,3	0,1	0,3
2	9,0	0,1	0,7
3	8,8	1,0	6,9
4	14,1	1,1	12,2
5	11,6	1,9	17,3
Rata-Rata	9,56	0,84	7,49
Ketidakpastian	0,05	0,05	0,41

Lampiran II

Analisis Data Taraf Intensitas Bunyi

A. *Peak* Frekuensi 3500 Hz

1. Jarak 4 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	73,1	78,1	81,9	80,4	81,3	77,5	69,0
2	73,7	77,4	84,4	81,3	83,4	77,2	68,0
3	73,6	77,2	83,9	80,9	83,5	77,1	69,4
4	73,5	77,5	85,0	80,6	83,0	76,9	67,9
5	73,0	77,2	83,7	80,7	83,5	76,6	68,1
6	73,7	77,4	84,4	81,0	83,3	76,1	67,4
7	72,8	76,9	81,1	80,7	82,8	76,8	67,9
8	73,6	77,4	82,9	81,0	81,2	76,5	68,9
9	72,9	77,0	83,6	81,3	84,3	76,3	66,9
10	72,7	76,3	84,5	81,4	83,0	76,1	67,9
Rata-Rata	73,26	77,24	83,54	80,93	82,93	76,71	68,14
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

2. Jarak 8 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	72,2	75,6	76,3	75,5	77,1	73,3	68,3
2	71,0	74,5	76,2	74,9	76,5	72,9	68,6
3	70,8	75,1	75,3	75,2	77,6	73,1	68,7
4	70,9	74,7	76,1	75,3	77,0	73,6	68,6
5	71,1	74,7	76,0	75,0	77,1	73,0	69,0
6	71,0	74,4	75,7	74,9	77,2	72,5	69,2
7	70,9	73,8	75,1	75,7	76,4	72,7	69,1
8	69,9	73,5	76,3	76,0	76,0	73,5	69,2
9	69,8	74,5	76,0	75,7	75,9	72,9	69,1
10	70,2	74,6	75,3	75,5	76,4	72,6	68,8
Rata-Rata	70,78	74,54	75,83	75,37	76,72	73,01	68,86
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

3. Jarak 12 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	63,7	64,5	65,7	64,3	65,8	62,3	58,5
2	63,5	64,5	65,0	64,9	65,7	63,3	58,1
3	64,9	64,6	65,7	63,3	65,4	63,5	58,2
4	64,4	64,2	65,5	63,0	65,5	63,4	58,0
5	64,0	64,1	64,4	64,3	65,6	63,6	57,7
6	63,9	64,0	64,6	64,3	65,4	63,8	58,4
7	63,1	63,4	65,5	65,7	65,3	63,7	58,2
8	61,8	63,5	64,6	65,7	65,6	64,0	57,8
9	62,0	64,6	64,0	66,6	65,6	63,3	59,0
10	63,3	63,5	64,7	66,6	65,8	63,4	58,8
Rata-Rata	63,46	64,09	64,97	64,87	65,57	63,43	58,27
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

4. Jarak 16 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	58,3	60,3	62,0	60,4	59,5	57,6	56,9
2	58,1	60,4	61,5	59,8	59,6	57,3	57,2
3	58,6	59,2	61,0	59,9	58,8	57,5	57,0
4	58,5	59,3	60,4	60,6	58,9	57,4	56,9
5	58,3	59,4	59,4	60,2	59,2	56,2	57,2
6	58,6	59,7	59,3	59,4	59,2	56,3	57,4
7	58,9	60,0	59,7	58,8	59,4	54,8	57,6
8	59,3	59,8	60,1	59,0	60,2	55,0	57,5
9	59,2	59,7	59,4	59,1	60,3	56,5	57,8
10	59,4	59,4	58,9	59,3	60,1	56,9	57,9
Rata-Rata	58,72	59,72	60,37	59,65	59,52	56,55	57,34
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

5. Jarak 20 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	56,6	58,4	59,1	59,8	56,7	55,7	53,3
2	56,2	57,9	59,2	61,0	57,1	55,8	52,6
3	57,1	57,2	59,1	59,3	56,2	54,1	52,5
4	56,9	57,6	58,9	59,7	56,9	55,1	52,1
5	57,2	57,9	59,4	58,4	56,4	54,0	51,9
6	57,1	58,1	59,0	60,5	56,0	55,2	53,7
7	56,8	58,6	58,8	57,4	56,9	54,5	53,5
8	56,0	58,7	58,9	56,8	56,0	54,1	52,8
9	56,9	58,9	59,1	58,8	55,9	55,6	54,8
10	56,3	58,5	60,4	60,0	57,1	55,7	54,1
Rata-Rata	56,71	58,18	59,17	59,17	56,52	54,98	53,13
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

6. Jarak 24 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	59,7	60,7	60,9	61,7	61,5	60,4	58,8
2	59,6	60,4	61,5	61,3	61,1	59,6	58,9
3	59,5	60,5	61,6	61,4	61,0	59,1	57,9
4	60,0	60,8	61,8	61,3	61,1	58,5	58,0
5	59,9	61,2	61,3	61,7	61,2	58,9	58,2
6	59,4	60,3	61,4	60,9	61,2	59,8	58,9
7	59,7	60,8	61,5	61,0	61,1	58,6	58,6
8	59,7	60,5	61,8	61,4	61,0	59,1	58,9
9	60,1	60,7	61,7	60,5	60,7	58,6	58,5
10	59,4	60,8	61,1	61,3	60,5	59,1	58,7
Rata-Rata	59,70	60,67	61,46	61,25	61,04	59,17	58,54
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

B. *Peak* Frekuensi 4000 Hz

1. Jarak 4 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	68,6	73,3	79,0	79,4	74,5	67,9	61,3
2	68,7	73,4	79,1	79,2	74,3	68,0	61,4
3	68,1	73,5	79,3	79,1	75,1	68,2	61,2
4	67,9	73,3	79,2	79,0	75,3	68,0	61,4
5	67,7	73,4	79,1	79,6	75,6	67,8	61,5
6	68,4	73,2	79,2	79,5	75,6	67,7	61,6
7	68,2	73,1	79,1	79,4	75,2	67,5	60,6
8	68,0	73,2	79,0	79,7	74,6	68,0	60,9
9	67,8	73,7	78,8	79,0	74,8	67,7	61,0
10	68,3	73,8	78,9	79,4	74,0	68,3	61,4
Rata-Rata	68,17	73,39	79,07	79,33	74,90	67,91	61,23
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

2. Jarak 8 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	68,3	71,0	72,2	70,6	68,2	66,2	60,0
2	68,4	71,6	72,6	70,5	68,4	66,3	59,9
3	68,5	70,8	72,5	75,2	68,3	65,4	59,5
4	68,7	71,3	72,0	69,2	68,1	65,7	59,7
5	68,5	70,7	71,1	69,1	68,2	65,6	59,5
6	68,6	70,5	72,1	70,2	68,3	65,8	59,4
7	68,8	70,6	70,9	68,7	68,4	65,5	59,8
8	68,4	71,8	71,6	69,0	68,5	65,7	59,7
9	68,7	70,7	71,5	69,1	68,4	65,8	59,2
10	68,8	70,4	72,1	70,0	68,1	65,7	59,0
Rata-Rata	68,57	70,94	71,86	69,20	68,29	65,77	59,57
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

3. Jarak 12 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	65,4	66,2	65,1	64,1	61,9	59,1	56,5
2	65,2	66,5	65,8	64,2	61,8	59,2	56,5
3	64,4	66,7	65,7	64,7	61,7	59,5	56,1
4	64,8	66,8	65,1	64,4	61,8	60,1	56,0
5	65,5	66,0	65,0	64,3	61,4	60,0	55,9
6	64,3	66,4	64,8	64,4	61,7	59,9	56,1
7	64,4	66,8	64,9	64,5	61,9	59,2	55,6
8	65,5	67,1	65,0	64,0	61,7	59,1	55,9
9	64,2	67,0	65,4	63,9	61,2	59,3	55,8
10	64,7	66,4	65,9	64,0	61,4	58,9	56,0
Rata-Rata	64,84	66,59	65,27	64,25	61,65	59,43	56,04
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

4. Jaral 16 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	59,3	59,9	61,9	58,9	58,4	57,1	55,0
2	59,1	60,3	60,8	60,1	59,1	57,3	54,4
3	60,2	60,2	60,9	58,8	59,5	57,4	54,6
4	59,2	61,0	60,9	60,4	59,6	57,7	54,3
5	59,9	60,9	60,8	59,0	59,2	56,9	54,4
6	60,1	60,8	61,6	58,9	58,7	57,0	54,2
7	60,2	61,9	61,3	60,5	59,8	56,0	54,6
8	59,7	61,8	61,2	60,6	59,1	56,5	54,2
9	60,1	61,7	61,4	60,7	58,5	56,9	54,3
10	59,1	61,5	61,5	60,0	59,5	55,8	53,9
Rata-Rata	59,69	61,00	61,23	59,79	59,14	56,86	54,39
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

5. Jarak 20 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	55,5	55,8	56,5	54,8	53,2	50,2	49,6
2	55,1	56,2	56,4	54,5	53,1	50,9	49,4
3	55,6	55,5	55,9	55,5	52,7	50,8	47,2
4	55,4	55,5	56,9	53,7	53,8	51,2	47,0
5	55,0	55,7	56,7	53,5	53,2	51,1	47,8
6	55,5	55,3	56,1	54,4	53,0	50,4	47,2
7	55,3	56,2	56,2	54,0	52,9	51,2	46,9
8	55,8	56,1	56,1	54,3	53,7	51,7	47,4
9	55,5	55,1	56,5	55,0	53,0	51,6	47,7
10	55,2	55,3	55,9	54,6	53,1	50,5	47,8
Rata-Rata	55,39	55,67	56,32	54,43	53,17	50,96	47,80
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

6. Jarak 24 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	52,0	52,7	53,5	55,8	53,6	53,3	51,7
2	51,6	52,5	53,9	56,6	53,3	52,5	51,9
3	51,5	52,4	53,4	56,7	53,5	53,2	51,3
4	52,4	52,2	52,6	55,3	53,6	53,1	51,2
5	51,4	53,3	52,7	55,6	53,5	51,9	50,3
6	50,7	52,1	53,8	55,9	53,2	52,2	50,4
7	50,9	51,3	53,7	55,4	53,0	51,9	50,1
8	51,2	51,2	53,6	55,2	53,2	52,1	50,2
9	51,7	52,8	53,9	55,1	53,0	53,0	51,8
10	51,3	51,4	53,3	54,7	54,1	52,0	50,1
Rata-Rata	51,47	52,19	53,44	55,63	53,40	52,52	50,90
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

C. *Peak* Frekuensi 5000 Hz

1. Jarak 4 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	59,8	65,3	72,5	74,2	67,2	61,1	52,7
2	59,9	65,2	72,4	74,0	67,0	61,2	53,1
3	60,3	65,9	72,5	74,9	67,3	61,0	53,2
4	60,1	65,8	71,4	74,7	67,4	60,8	53,6
5	60,3	65,0	72,6	73,3	67,8	60,9	53,5
6	59,6	66,4	72,3	73,4	67,2	60,8	53,3
7	59,9	66,5	72,7	74,3	66,9	60,6	53,7
8	60,3	66,4	72,6	74,1	66,6	60,0	53,2
9	59,7	66,2	72,3	73,9	66,3	59,9	53,5
10	59,9	65,9	72,0	73,8	66,9	61,0	53,0
Rata-Rata	59,98	65,86	72,33	74,06	67,06	60,73	53,28
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

2. Jarak 8 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	60,2	62,5	64,4	65,3	62,3	58,0	51,1
2	60,1	62,4	64,3	65,4	62,2	56,9	51,8
3	60,0	62,3	65,0	65,6	61,7	57,3	51,7
4	60,1	62,0	65,2	65,7	61,6	58,7	51,7
5	60,4	62,2	65,1	65,6	61,5	57,8	51,6
6	60,7	62,2	65,0	65,7	61,7	57,9	50,8
7	60,3	62,4	65,3	65,4	60,5	57,8	51,2
8	60,4	62,6	65,1	65,4	60,8	57,7	51,7
9	60,8	62,5	65,2	65,5	61,5	58,4	51,6
10	60,5	62,6	65,1	65,4	61,6	57,7	51,5
Rata-Rata	60,35	62,37	64,97	69,20	61,54	57,82	51,47
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

3. Jarak 12 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	58,5	62,9	61,0	61,4	60,3	56,8	52,1
2	59,1	62,2	60,9	60,1	59,0	57,5	51,5
3	58,0	62,1	61,8	61,8	59,2	57,4	51,1
4	58,1	62,0	60,2	60,7	59,3	56,4	51,6
5	58,3	62,1	61,9	60,9	59,0	57,5	52,6
6	58,1	62,2	61,4	61,2	59,4	57,9	52,4
7	58,9	62,3	60,7	61,1	59,2	57,8	52,5
8	59,2	62,7	61,6	61,4	59,5	57,6	51,9
9	59,1	62,6	60,8	61,3	59,1	57,3	51,2
10	59,0	61,8	61,7	61,8	59,2	57,2	51,1
Rata-Rata	58,63	62,29	61,20	61,17	59,32	57,34	51,80
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

4. Jarak 16 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	58,3	58,2	59,2	60,5	57,5	55,1	53,4
2	58,7	59,2	58,5	60,7	57,9	54,7	52,9
3	59,1	59,0	58,4	61,1	57,8	55,2	53,2
4	59,0	57,9	58,9	62,1	57,4	55,4	52,9
5	58,2	58,6	58,4	60,3	57,3	55,5	54,0
6	57,5	57,9	58,5	61,9	57,6	56,0	53,9
7	58,5	58,5	59,1	61,8	57,1	56,0	53,1
8	56,9	57,1	60,6	61,7	57,3	56,9	53,0
9	57,0	57,4	58,4	59,9	55,2	57,0	52,8
10	57,9	59,2	59,7	60,3	57,4	57,1	52,6
Rata-Rata	58,11	58,30	58,97	61,03	57,25	55,89	53,18
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

5. Jarak 20 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	53,7	56,2	57,0	56,4	54,5	53,7	48,1
2	52,8	55,6	56,2	56,3	54,4	52,5	47,9
3	53,0	55,7	57,1	56,4	54,2	52,6	48,0
4	53,8	54,9	56,0	56,5	53,5	52,7	47,5
5	53,0	55,0	55,7	55,7	53,4	53,4	48,7
6	52,1	54,9	55,7	55,3	53,4	53,5	48,8
7	53,2	54,8	55,8	55,4	52,8	53,4	49,0
8	52,6	55,1	56,9	54,9	52,7	53,3	48,8
9	53,6	55,3	56,7	54,8	53,3	53,6	48,0
10	53,0	54,6	56,6	55,3	53,2	53,7	47,9
Rata-Rata	53,08	55,21	56,37	55,70	53,54	53,24	48,27
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

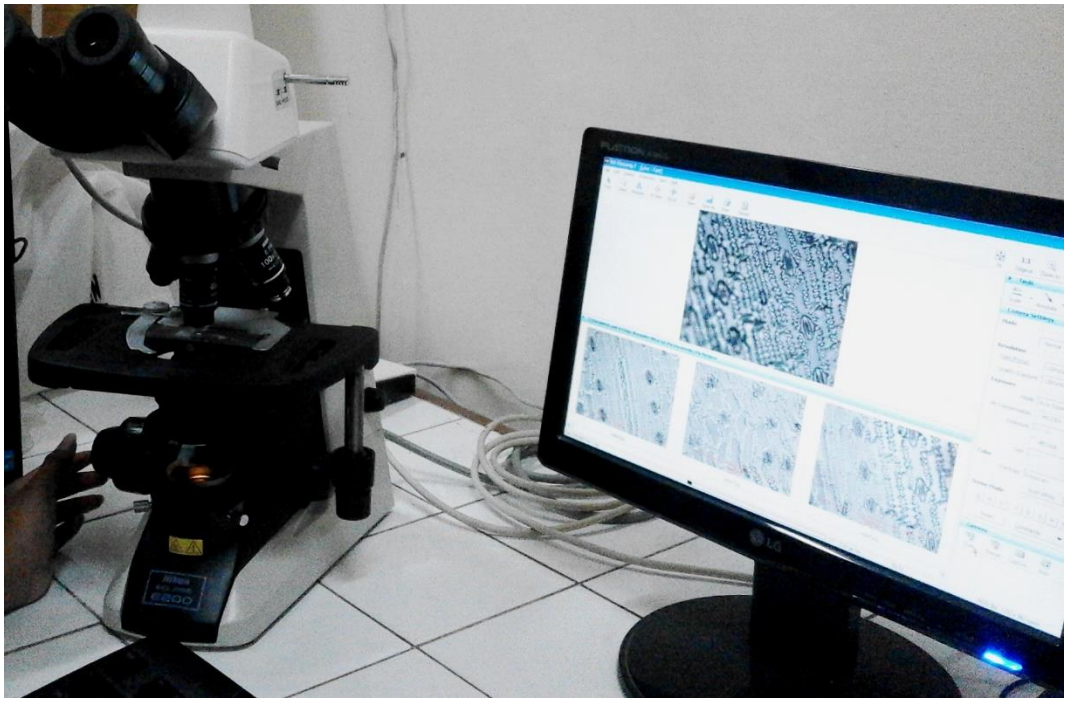
6. Jarak 24 m dari Sumber Bunyi

	Titik ke-						
Data ke-	1	2	3	4	5	6	7
1	50,0	52,6	49,2	52,9	51,6	48,9	45,9
2	52,2	52,0	48,4	53,0	51,9	48,8	46,7
3	52,1	52,1	49,9	53,4	51,7	49,0	45,4
4	52,0	52,9	49,1	52,8	51,7	49,5	45,2
5	52,2	52,2	50,0	53,7	51,9	49,6	45,3
6	52,1	52,2	49,7	53,9	51,9	48,5	46,3
7	51,8	52,3	48,6	52,6	51,8	48,1	46,4
8	52,0	52,2	49,6	52,1	51,3	49,7	46,2
9	52,2	52,8	49,5	52,0	51,4	48,7	46,7
10	50,6	52,6	49,6	52,9	51,9	48,9	45,9
Rata-Rata	51,72	52,39	49,36	52,93	51,71	48,97	45,92
Error	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Lampiran III

Foto Penelitian Tanaman Jagung

a) Lahan Penelitian Jagung dan Audio Bio Harmonic.



b) Proses Pengambilan Data Sampel Stomata Jagung dengan Mikroskop Cahaya.