

# Analisis Pengaruh Frekuensi Bunyi Terhadap System Buka Tutup Stomata Tanaman Padi Varietas Logawa

Kuni Nadliroh<sup>1)\*</sup>, Chomsin S. Widodo<sup>2)</sup>, Didik R. Santoso<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Magister Ilmu Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya

<sup>2)</sup> Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya

Diterima 29 Januari 2015, direvisi 28 April 2015

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari gelombang bunyi terhadap buka tutup stomata tanaman padi melalui teknologi *sonic bloom*, frekuensi yang tepat digunakan untuk tanaman padi, serta membantu intensifikasi pertanian. Penelitian ini dilakukan terhadap padi jenis logawa, dimana tanaman padi yang digunakan adalah tanaman padi siap tanam. Tanaman padi siap tanam diberi perlakuan tanpa gelombang, 10 Hz, 4 kHz, 7 kHz, 30 kHz. Parameter yang diamati adalah lebar stomata tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman padi mempunyai lebar stomata paling besar terjadi ketika tanaman diberikan gelombang bunyi dengan frekuensi 4 kHz, dengan pemberian gelombang pada jam 06.00 - 09.00.

**Kata kunci** : *sonic bloom*, lebar stomata, intensifikasi

## ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of sound waves to open the closed stomata rice plants in *sonic bloom* technology, the frequency used for rice crops, as well as help the intensification of agriculture. This study was conducted on rice types Logawa, where rice plants used are rice plants ready for planting. Ready for planting rice plants treated without wave, 10 Hz, 4 kHz, 7 kHz, 30kHz. Parameters measured were wide rice plant stomata. The results showed that the rice plants have stomata greatest width occurs when the plant is given 4 kHz frequency sound waves, the waves at 06.00 - 09.00.

**Keywords** : *sonic bloom*, width stomata, intensification

## PENDAHULUAN

Daun merupakan bagian dari tumbuhan yang sangat berperan dalam hal pengadaan makanan untuk seluruh bagian tumbuhan. Pada daun terdapat stomata yang merupakan tempat masuknya CO<sub>2</sub> sebagai bahan untuk fotosintesis. Terdapat salah satu teknologi yang bisa digunakan untuk membuka stomata lebih lebar dari ukuran stomata biasanya yaitu 10 µm – 20 µm sehingga CO<sub>2</sub> yang masuk ke daun sebagai bahan untuk fotosintesis lebih banyak. Nutrisi *sonic bloom* terbuat dari bahan dasar rumput laut, dan mengandung asam giberelat (*gibberelic acid*) yang mempercepat

pertumbuhan tanaman, serta asam amino dan berbagai trace mineral seperti Ca, K, Mg, dan Zn [3]. Gelombang bunyi pada frekuensi 3,5 kHz - 5 kHz mampu merangsang terbukanya stomata (mulut daun) sehingga meningkatkan laju fotosintesis yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman [1]. Teknik ini terbukti telah mampu meningkatkan pertumbuhan pada kentang, bawang merah di brebes Jawa Tengah, dengan frekuensi yang digunakan 3,5 kHz - 5 kHz, pemberian frekuensi diberikan dua kali pada pagi pukul 04.30 sampai pukul 09.00 sedangkan pada sore hari diberikan pada pukul 16.00-20.00, perlakuan tersebut memberikan dampak yang positif yaitu peningkatan hasil panen sebesar 23% (Yulianto, 2008) [7]. Sedangkan pada tanaman padi, *sonic bloom* mampu meningkatkan hasil panen sampai 19,9% [8].

\*Corresponding author:

E-mail: mbahcempu@yahoo.com

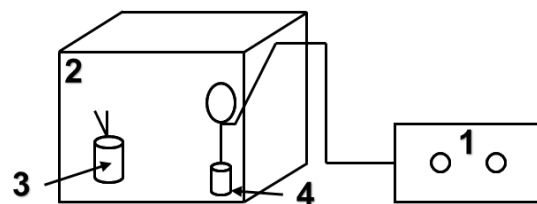
Teknologi *sonic bloom* ini juga mampu meningkatkan produksi cabai merah. Hasil cabai merah dengan perlakuan *sonic bloom* mencapai 11,92 ton tiap hektarnya, sedangkan pada umumnya tiap hektar cabai petani hanya bisa panen 8,36 ton, sehingga dari sini dapat dilihat bahwa peningkatan hasil panen cabai dengan *sonic bloom* mencapai 42,6% [7]. Mengingat akan pentingnya tanaman padi sebagai makanan pokok maka akan dilakukan penelitian mengenai respon buka tutup stomata jika tanaman padi tersebut ditambahkan gelombang bunyi. Menurut penelitian di atas gelombang bunyi yang pernah diteliti adalah gelombang bunyi audiosonik dan ultrasonik, pada penelitian ini akan ditambahkan frekuensi infrasonik, sehingga penelitian ini menggunakan frekuensi infrasonik, audiosonik dan ultrasonik pada range frekuensi tertentu, serta akan dilakukan uji kalium sehingga dapat dipastikan yang menyebabkan stomata membuka lebih lebar adalah mineral tambahan yang dilakukan dengan *sonic bloom*. Penelitian ini diambil dua masalah yaitu apakah pemberian frekuensi suara terhadap tanaman padi berpengaruh terhadap respon buka tutup stomata dan pada range frekuensi berapakah gelombang mampu membuka stomata tanaman padi lebih lebar. Penelitian ini dibatasi hanya dengan 5 frekuensi yaitu 0 kHz, 0,01 kHz, 4 kHz, 7 kHz, dan 30 kHz.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di BPTP MALANG Jawa Timur pada bulan Mei-Juni 2014. Peralatan dan bahan yang digunakan adalah sterofom ukuran 50 cm × 20 cm sebagai ruang hampa, generator, gunting, mikroskop, mika transparan, selotip, preparat, bibit padi, air, nutrisi *sonic bloom*, *polybag*, tanah sawah. Persiapan sampel dilakukan dengan persemaian padi pada tanah yang telah digemburkan, setelah tanaman padi berumur 21 hari maka tanaman padi siap digunakan sebagai sampel, Pada Gambar 1 merupakan sketsa alat yang dipergunakan dalam penelitian.

Pengamatan dilakukan terhadap lebar stomata dengan sistem selotip [2], dimana pengukuran lebar stomata diulang sebanyak empat kali pengulangan. Pengambilan data dilakukan setiap tiga jam. Misalnya untuk

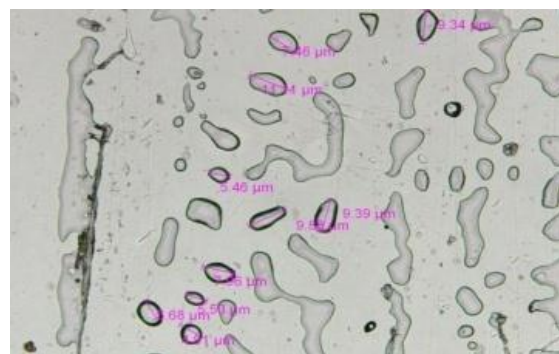
frekuensi 4 kHz, frekuensi diberikan mulai pukul 06.00 kemudian pada pukul 09.00 dilakukan pengambilan data lebar stomata sebagai data pertama, selanjutnya sampel tetap diberi perlakuan yang sama sampai pukul 12.00 dan data lebar stomata diambil kembali, demikian untuk tiga jam setelah setelah jam 12.00 yaitu pukul 15.00 dan pukul 18.00 juga dilakukan pengambilan data, sehingga terdapat empat data pada satu frekuensi dan pada hari yang sama. Lebar stomata yang di dapatkan di rata-rata dan di buat grafik perbandingan antara lebar stomata dengan frekuensi. Setelah data lebar stomata didapatkan maka daun tersebut diuji kandungan kaliumnya



**Gambar 1** Sketsa Alat Penelitian (Keterangan: 1= Generator, 2= Sterofoam, 3= Sampel, 4= Speaker)

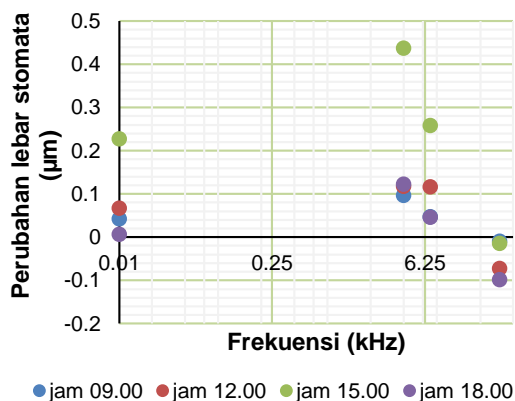
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 merupakan gambar stomata daun yang diambil pada frekuensi 4 kHz pada pukul 09.00, pada gambar tersebut terdapat beberapa stomata yang diukur, dari beberapa stomata tersebut dipilih lima stomata yang paling lebar. Lima stomata yang paling lebar tersebut dirata-rata yang kemudian akan digunakan untuk menganalisa perubahan stomata terhadap frekuensi yang diberikan kepada tanaman sampel

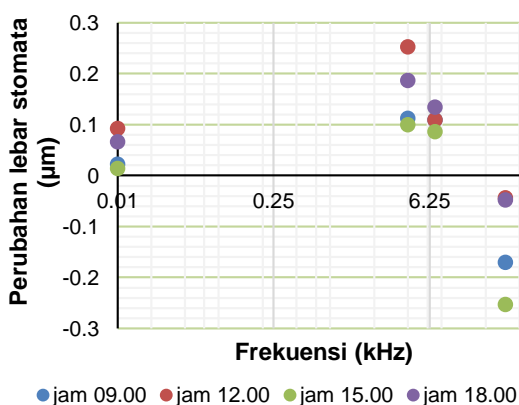


**Gambar 2** Stomata Frekuensi 4 kHz Hari ke-3 pada Jam 09.00

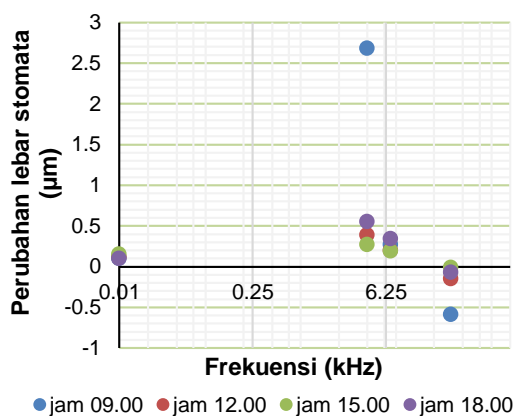
Perubahan lebar stomata pada hari pertama (Gambar 3) dapat dilihat bahwa perubahan lebar stomata paling lebar terjadi saat tanaman tersebut diberi perlakuan *sonic bloom* dengan frekuensi gelombang bunyi 4 kHz, sedangkan untuk lebar stomata paling sempit terjadi pada tanaman yang diberi perlakuan *sonic bloom* dengan frekuensi 30 kHz. Jika dilihat dari urutan lebar stomata didapatkan stomata yang paling lebar terjadi pada frekuensi 4 kHz, 7 kHz, 0,01 kHz, tanpa sonic bloom dan yang terakhir adalah *sonic bloom* dengan frekuensi 30 kHz. Kemudian Gambar 4 menunjukkan perubahan lebar stomata di hari kedua dan diperoleh hasil bahwa perubahan lebar stomata paling tinggi terjadi ketika tanaman diberi perlakuan *sonic bloom* frekuensi 4 kHz. Selanjutnya pada Gambar 5 yaitu perubahan lebar stomata yang terjadi pada hari ketiga. Ketika perlakuan sampai hari ketiga hasil yang diperoleh sama dengan hasil perubahan di hari kedua dengan perubahan lebar stomata paling tinggi terjadi pada frekuensi 4 kHz



Gambar 3 Perubahan Lebar Stomata Hari Pertama



Gambar 4 Perubahan Lebar Stomata Hari Kedua



Gambar 5 Perubahan Lebar Stomata Hari Ketiga

Lebar stomata pada pemberian *sonic bloom* dengan frekuensi 10 Hz, 4 kHz, 7 kHz, 30 kHz, dan tanaman padi tanpa perlakuan *sonic bloom* maka dapat dilihat bahwa pada frekuensi 4 kHz padi mengalami pelebaran stomata paling lebar, akan tetapi jika dilihat dari waktu yang tepat untuk pemberian *sonic bloom* yang memberikan efek pembukaan stomata paling lebar terjadi pada *sonic bloom* dengan 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.

Tanaman yang diberi *sonic bloom* dengan frekuensi 4 kHz mempunyai lebar stomata paling lebar diantara tanaman yang diberi perlakuan *sonic bloom* dengan frekuensi yang lain (pada umumnya padi mempunyai lebar stomata 10 µm - 20 µm dengan perbesaran 200 kali) [3]. Sehingga dapat dikatakan bahwa teknologi *sonic bloom* bisa memperlebar stomata tanaman padi dan teknologi ini bisa digunakan pada tanaman padi. Setelah frekuensi 4 kHz stomata yang lebih lebar adalah tanaman yang diberi perlakuan *sonic bloom* dengan frekuensi 7 kHz, selanjutnya 10 Hz, tanpa *sonic bloom* dan yang terakhir 30 kHz. Sehingga jika diurutkan data tersebut mulai yang mempunyai lebar stomata paling lebar adalah 4 kHz, 7 kHz, 10 kHz, tanpa *sonic bloom*, dan yang terakhir adalah 30 kHz.

Pemberian *sonic bloom* dengan frekuensi yang lebih rendah dari 4 kHz lebar stomata lebih sempit dari pada tanaman dengan perlakuan frekuensi 4 kHz, ada beberapa faktor yang menyebabkan hal tersebut, dimungkinkan karena terdapat *microbubble* (gelembung yang dibentuk di dalam sitoplasma akibat adanya

gelombang bunyi yang diberikan pada tanaman/daun) menghasilkan energi yang tidak cukup kuat sehingga energi untuk meningkatkan tekanan turgor sel akibatnya stomata membuka lebih sempit, sedangkan untuk frekuensi yang lebih besar dari 4 kHz mempunyai lebar stomata yang lebih sempit dimungkinkan hal ini dikarenakan energi dari *microbubble* yang terbentuk terlalu besar sehingga mengakibatkan tekanan turgor sel terlalu tinggi sehingga menyebabkan stomata dan komponen lain yang berada di dalam sel mengalami kerusakan. Mekanisme membuka menutupnya stomata merupakan peristiwa yang kompleks. Membuka dan menutupnya stoma terjadi karena perubahan atau pengaturan turgor sel penutup. Berikut merupakan mekanisme terbukanya stomata akibat adanya cahaya matahari: sel penjaga menyerap cahaya matahari dan membentuk ATP, ATP tersebut digunakan untuk memompa ion  $H^+$  sehingga keadaan di dalam sel akan lebih negatif, untuk menyeimbangkan konsentrasi maka ion kalium masuk ke dalam sel, air masuk ke daun melalui sel penjaga secara osmosis, sehingga terbentuk tekanan turgor, tekanan turgor ini menaikkan tekanan potensial sel sehingga sel mempunyai ketebalan yang tidak sama, sel penjaga lebih lebar sehingga mengembang keluar dan stomata membuka.

Banyak faktor mempengaruhi aktivitas buka-tutupnya stoma. Kondisi lingkungan tersebut antara lain seperti konsentrasi  $CO_2$ , suhu, kelembaban udara, intensitas pencahayaan, dan kecepatan angin. Pada umumnya stoma membuka pada siang hari, kecuali tumbuhan gurun. Membukanya stomata pada malam hari untuk tumbuhan gurun merupakan bentuk adaptasi fisiologis untuk mengurangi resiko hilangnya air berlebihan. Beberapa teori berusaha menjelaskan mekanisme buka-tutupnya stomata, diantaranya adalah teori "gerakan atau pompa ion  $K^+$ ". Masuknya ion terjadi secara difusi melalui pertukaranion dengan  $Cl^-$  dan  $H^+$ . Telah diketahui bahwa  $K^+$  terlibat dalam metabolisme karbohidrat, karena perannya mendukung aktivitas enzim fosforilase. Enzim ini berperan dalam konversi amilum menjadi glukosa. Bila ion  $K^+$  meningkat pada sel penutup, aktivitas pengubahan amilum menjadi glukosa juga meningkat. Dengan bertambahnya konsentrasi glukosa sel penutup maka akan meningkatkan

potensial osmotik selnya. Dengan demikian akan menggerakkan air sel-sel sekitarnya berosmosis menuju sel penutup. Akibatnya, tekanan turgor sel penutup meningkat dan stoma membuka. Terbentuknya celah mulut karena ada dua faktor struktural sel penutup yang mendukung, yaitu:

1. Kedua ujung dari dua sel penutup saling menempel/ berdekatan satu sama lain, sehingga pada saat turgor meningkat, sel penutupnya akan melengkung dan membentuk celah yang dibatasi oleh kedua dinding sel penutup.
2. Adanya benang-benang mikrofibril selulosa yang terorientasi secara radial (miselasi radial). Hal ini memungkinkan sel tumbuh memanjang dan bukan tumbuh membesar ke arah samping, dengan demikian bila turgor ke dua sel penutup meningkat, sementara bagian ujung-ujungnya saling bertautan di tempatnya, maka akan tumbuh melengkung dan membentuk celah mulut.

Uji kalium dilakukan dengan metode AAS, dimana metode AAS merupakan suatu metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan (absorpsi) radiasi oleh atom-atom bebas unsur tersebut. Dalam hal ini untuk membebaskan ato-atom yang akan diuji menggunakan  $HNO_3$ . Prinsip pengukuran dengan metode AAS adalah adanya absorpsi sinar UV oleh atom-atom logam dalam keadaan dasar. Sinar UV yang diabsorpsi berasal dari emisi cahaya logam yang terdapat pada sumber energi "hollow cathode". Sinar yang berasal dari "hollow cathode" diserap oleh atom-atom logam yang terdapat dalam nyala api, sehingga konfigurasi atom tersebut menjadi keadaan tereksitasi. Apabila electron kembali ke keadaan dasar "ground state" maka akan mengemisikan cahayanya. Besarnya intensitas cahaya yang diemisikan sebanding dengan konsentrasi sampel (berupa atom) yang terdapat pada nyala api.

Tabel 1 menyajikan kandungan daun tanaman padi yang diberikan perlakuan sonic bloom berbagai frekuensi. Dari uji kalium sesuai tabel 1 didapatkan hasil bahwa kandungan kalium tertinggi untuk *sonic bloom* frekuensi 4 kHz. Untuk kandungan kalium terendah saat tanaman tersebut diberi perlakuan *sonic bloom* dengan frekuensi 30 kHz.

**Tabel 1** Hasil Uji Kalium

No.	Frekuensi (kHz)	Kadar kalium (%)
1	4	13,46 ± 0,17
2	7	11,29 ± 0,00
3	0,01	10,51 ± 0,01
4	Tanpa <i>sonic bloom</i>	9,61 ± 0,05
5	30	8,34 ± 0,02

Kalium berperan penting dalam proses fisiologis, metabolisme karbohidrat, pembentukan, pemecahan dan translokasi pati. Kadar kalium yang cukup pada tanaman mengakibatkan normalnya pembentukan dan pembesaran ukuran sel pada bagian tanaman. Terjadinya respon yang nyata pada hasil karena meningkatnya laju proses fotosintesis dimana unsur kalium berperan dalam fotofosforilasi dalam proses fotosintesis. Tanaman yang mendapatkan  $K^+$  cukup akan tumbuh lebih cepat karena  $K^+$  dapat memelihara tekana turgor sel secara konstan, jika tekanan turgor sel yang tinggi tersebut terjaga maka stomata dapat lebih lebar dan lebih lama terbuka secara maksimal. Kalium yang diserap oleh daun padi tersebut bereaksi dengan sinar matahari untuk merangsang pembukaan stomata lebih lebar, sehingga tanpa adanya sinar matahari yang cukup maka teknologi *sonic bloom* tidak bisa bekerja secara maksimal. Kalium masuk ke dalam daun padi tersebut terjadi secara transport aktif. Disebut aktif karena karena membutuhkan energi dalam bentuk ATP. Karena transpor aktif membutuhkan energi berupa ATP maka prosesnya selalu bergandengan dengan pernafasan sel, karena itu transpor aktif zat dapat terganggu jika pernafasan sel juga terganggu. Dalam keadaan istirahat (normal) konsentrasi natrium diluar sel lebih besar dari pada didalam sel begitu pula dengan kalium yang memiliki kandungan lebih banyak didalam sel dari pada diluar sel, jadi muatan diluar sel lebih positif dari pada didalam sel. Sifat natrium cenderung berdifusi ke dalam sel dan kalium keluar sel, kalau ini berlangsung lama maka sel akan bengkak, sehingga sel akan rusak. Untuk menghindari kerusakan sel tersebut maka perlu diadakannya pompa kalium natrium. Molekul Na lebih kecil dari molekul  $K^+$ , sehingga untuk ukuran pori pori tertentu Na bisa lewat tetapi  $K^+$  tidak bisa lewat. Pori seperti ini disebut dengan saluran natrium. Molekul Na dan  $K^+$  ada yang berikatan dengan energi hidrasi

yaitu berikatan dengan air sehingga ukurannya menjadi lebih besar sehingga tidak bisa melewati pori. Untuk bisa melewati pori airnya harus dibuang. Ikatan Na dengan air lebih kuat dari pada ikatan  $K^+$  dengan air, sehingga air mudah dibuang dari ikatannya dengan  $K^+$  dan dapat melewati pori, pori seperti ini disebut saluran kalium. Saat potensial membran turun maka jalur Na terbuka sehingga ion Na masuk sehingga membran mengalami depolarisasi dan membran sebelah dalam terlalu positif dari pada di luar, tetapi ditempat lain dalam keadaan tetap yaitu membran dalam lebih negatif dari pada membran luar. Ketika ada rangsangan K masuk sehingga sebelah dalam lebih negatif [4].

Sistem buka tutup stomata dengan menggunakan teknologi *sonic bloom* ini jika dikaitkan antara pengaruh gelombang bunyi yang diberikan dengan nutrisi *sonic bloom* sebagai berikut gelombang bunyi yang diberikan kepada tanaman padi akan beresonansi yang akan meningkatkan gerakan sitoplasma sehingga menimbulkan *microbubble* yang akan mendorong sel penjaga keluar dan akan berakibat tekanan turgor sel meningkat sehingga stomata membuka. Sedangkan peran kalium dalam hal pembukaan stomata adalah menjaga agar stomata tersebut tetap terbuka dengan menjaga turgoditas sel penjaganya. kalium menjaga turgoditas sel penjaga dengan cara jika kandungan kalium tinggi maka kalium tersebut akan memacu enzim fosforilase, dimana enzim ini berperan dalam dalam konversi amilum menjadi glukosa, jika amilum naik maka akan meningkatkan gerakan air yang bergerak menuju stomata dengan cara osmosis akibatnya tekanan turgor meningkat dan stomata membuka. Semakin lebar stomata semakin tinggi kandungan kalium, hal ini dipengaruhi oleh pompa natrium kalium pada stomata tersebut, semakin lebar stomata maka kalium yang digunakan untuk menjaga tekanan turgor semakin tinggi sehingga mempunyai kandungan kalium yang lebih tinggi.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa *sonic bloom* bisa diterapkan pada tanaman padi. Frekuensi yang sesuai yang bisa diberikan kepada tanaman padi adalah 4 kHz. Sedangkan untuk pemberian *sonic bloom*

yang tepat pada tanaman padi adalah jam 6 sampai jam 9 pagi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carlson D., (2001). *Sonic Bloom, a 90-Minute Explanatory Video, Scientific Enterprises, Inc., Hazel Hills Farm, Wisconsin. USA*
- [2] Delsi, Y., Dewi, M., Sopa, G.A., Fauzi, A.R., Toyip, (2011). *Laporan Praktikum Fisiologi Tanaman Lanjut: Pengamatan Stomata. Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor*
- [3] Purwadaria, H.K., (1999). *Sonic Bloom – Teknologi Pemupukan bersama Gelombang Suara: Pilihan peningkatan produksi dan mutu hasil pertanian di Indonesia. Prosiding Presentasi Profil Teknologi Sonic Blom. PT. INTERFORM. Bogor.*
- [4] Salisbury, F.B., Ross, C.W., (1985). *Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company. California*
- [5] Ruskandi, Setiawan Odih., (2003). *Kadar Hara Makro Berbagai Jenis Limbah Tanaman Sela pada Pola Tanam Kelapa. Prosiding Temu Teknis Fungsional Non Peneliti. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Sukabumi*
- [6] Yulianto (2006). *Sonic Bloom Sebagai Alternatif Teknologi Terobosan Untuk Meningkatkan Produktivitas Padi, Agrosains 8(2): 87-90.*
- [7] Yulianto (2008). *Penerapan Teknologi Sonic Bloom Dan Pupuk Organik Untuk Peningkatan Produkso Bawang Merah. Agroland (15)3: 148-155.*