

**PROFIL PIGMEN FOTOSINTESIS DAN LAJU PERTUMBUHAN PADI GOGO (*Oryza sativa* L) Dengan PEMBERIAN *BIOCHAR* TEMPURUNG LONTAR (*Borassus flabellifer* L) YANG DIINDUKSI CEKAMAN KEKERINGAN**

**Refli, Alfred O.M. Dima, Rony S. Mauboy, M. L. Gaol, Djeffry Amalo, Kristina D. Bria**

*Program Studi Biologi FST Undana*

**ABSTRAK**

Kekurangan air pada tanaman memengaruhi proses fisiologis dan biokimia tanaman padi untuk itu diperlukan bahan organik agar dapat digunakan disaat kekeringan. *Biochar* merupakan bahan organik pembenah tanah dihasilkan dari proses *pyrolysis* dengan kandungan C-organik yang tinggi dan oksigen yang rendah, kehadiran *biochar* dapat menyuplai unsur hara serta meningkatkan dan mempertahankan ketersediaan air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian *biochar* tempurung lontar (*Borassus flabellifer* L) pada profil pigmen fotosintesis dan laju pertumbuhan padi gogo (*Oryza sativa* L) yang diinduksi cekaman kekeringan. Penelitian ini menggunakan RAL sederhana 4 level perlakuan dengan konsentrasi *biochar* (0%, 10%, 20%, 30%) dan 5 ulangan, data dianalisis menggunakan Anova dan uji Duncan 5%. Pemberian *biochar* tempurung lontar berpengaruh secara nyata pada kandungan pigmen fotosintesis dan laju pertumbuhan padi gogo, pemberian *biochar* akan diikuti peningkatan kandungan klorofil a, b, dan laju pertumbuhan namun menurunkan kandungan karotenoid.

**Kata kunci:** *Biochar*, kekeringan, padi gogo, pigmen, pertumbuhan

### *Hasil Penelitian*

Padi merupakan sumber karbohidrat yang dibudidayakan karena lebih dari 2/3 populasi penduduk dunia memanfaatkan padi sebagai makanan pokok (Nagadhara *et al.*, 2003). Padi termasuk tanaman yang peka pada cekaman kekeringan. Berdasarkan sistem budidaya, padi dibedakan dalam dua tipe, yaitu padi kering (gogo) dan padi sawah. Padi gogo adalah jenis padi yang dibudidayakan pada lahan kering sumber air seluruhnya tergantung pada curah hujan (Anonim, 1992), rendahnya curah hujan pada saat pertumbuhan tanaman menyebabkan produksi rendah dan tanaman akan mati. Kekeringan merupakan salah satu faktor yang utama memengaruhi produksi pangan dan pengembangan pertanian dunia (Bruce *et al.*, 2002).

Kekurangan air pada tanaman memengaruhi proses fisiologis dan biokimia tanaman (kandungan pigmen dan laju pertumbuhan) (Harjadi dan Yahya, 1988). Kandungan pigmen dapat dipakai sebagai indikator untuk mengevaluasi ketidakseimbangan metabolisme antara fotosintesis dan hasil produksi pada saat kekurangan air (Ai, 2012; Li *et al.*, 2006). Sesuai dengan kondisi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang memiliki lahan kering yang luas, rendahnya curah hujan, musim kering yang panjang serta tingginya suhu harian (Anonim, 2017) sehingga dibutuhkan strategi untuk mempertahankan dan meningkatkan produksi padi gogo pada daerah lahan kering di NTT.

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi padi dan meminimalisir kekeringan di NTT yaitu dengan rekayasa media tumbuh menggunakan bahan organik.

*Biochar* merupakan bahan organik pembenah tanah yang dihasilkan dari proses *pyrolysis* dengan kandungan C-organik yang tinggi dan oksigen yang rendah. *Biochar* dapat menyuplai unsur hara (N, P, Mg) meningkatkan dan memertahankan air tanah yang berguna untuk meningkatkan produktivitas tanah (Lehmann dan Joseph, 2009). Bahan utama untuk pembuatan *biochar* adalah limbah-limbah pertanian dan perkebunan serta kayu-kayu.

Penggunaan *biochar* dalam dunia pertanian telah banyak dipublikasikan diantaranya pemanfaatan *biochar* dapat memengaruhi faktor fisiologis seperti laju fotosintesis, meningkatkan kandungan C-organik tanah, meretensi dan menyuplai ketersediaan hara, meningkatkan KTK (kapasitas tukar kation tanah), mempertahankan ketersediaan air tanah, laju pertumbuhan dan produksi tanaman (Armita, 2016; Ahmed *et al.*, 2016; Pratama, 2017; Cheng-Yuan *et al.*, 2014; Nisa, 2010; Rondon *et al.*, 2004).

Sampai saat ini pemanfaatan *biochar* menggunakan kulit buah kakao, cangkang kelapa, serasah padi telah banyak dipublikasikan, tetapi penggunaan *biochar* tempurung lontar sebagai bahan parsial rekayasa media tumbuh belum dipublikasikan sementara ketersediannya di NTT khususnya di pulau Timor melimpah oleh karena itu perlu dilakukan kajian penelitian tentang pemanfaatan *biochar* asal tempurung lontar pada tanaman padi hubungannya dengan kandungan pigmen fotosintesis dan laju pertumbuhan tanaman di daerah kering.

Berdasarkan uraian terdahulu maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian *biochar*

## Hasil Penelitian

tempurung lontar (*Borassus flabellifer* L) pada profil pigmen fotosintesis dan laju pertumbuhan padi gogo (*Oryza sativa* L) yang diinduksi cekaman kekeringan.

### MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) (Hanafiah, 2004). Penelitian terdiri atas 4 level ( $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ) perlakuan dan ulangan sebanyak 5 kali, media tumbuh terdiri atas *biochar* dan campuran tanah-pupuk kandang (3:1), perlakuan penelitian berupa kombinasi *biochar* dengan media tumbuh. Berat kombinasi adalah 4000 g/polybag.

#### Penyiapan *Biochar* dan Media Tumbuh

Tempurung lontar kering yang sudah bersih di *pyrolysis* didalam drum *pyrolysis* hingga menghasilkan *biochar*, kemudian *biochar* dihaluskan dan disimpan dalam plastik kedap udara. Media tumbuh terdiri atas tiga bagian tanah dan satu bagian pupuk kandang dicampur secara homogen dan dicampurkan dengan *biochar*, proporsi penggunaan *biochar* disesuaikan dengan perlakuan.

#### Penanaman

Benih padi direndam dengan aquades selama 12 jam, disemaikan selama 1 minggu di dalam box penyemaian, kemudian dipindahkan kedalam polibag perlakuan, dilakukan penyiraman dua kali sehari selama 30 hari (untuk semua perlakuan) kemudian dilanjutkan dengan perlakuan cekaman kekeringan selama 7 hari (tanpa penyiraman).

#### Pengukuran Laju Pertumbuhan dan Absorban Pigmen Fotosintesis

Laju pertumbuhan tanaman diukur sebelum diinduksi cekaman kekeringan

(30 hari setelah dipindahkan ke polibag perlakuan) dan sesudah diinduksi cekaman kekeringan (hari ke 37) (Refli, 2015).

$$1. \text{LTT (mm/hari)} = \frac{\text{TTak} - \text{TTaw}}{\text{LTT}}$$
$$2. \text{LPD (mm/hari)} = \frac{\text{PDak} - \text{PDaw}}{\text{LPD}}$$

Ket:

LTT = Laju tinggi tanaman

TTak = Tinggi tanaman akhir (sesudah stres kekeringan)

TTaw = Tinggi tanaman awal (sebelum stress kekeringan)

LPD = Laju panjang daun

PDak = Panjang daun akhir (sesudah stres kekeringan)

PDaw = Panjang daun awal (sebelum stress kekeringan)

Pengukuran kandungan pigmen yaitu daun ketiga dari pucuk kemudian dimasukan kedalam plastik yang sudah di beri label setelah itu ditempatkan kedalam termos yang berisi es kemudian dianalisis masing-masing sampel.

100 mg daun padi digerus sampai halus dan dihomogenasi dengan 10 ml *acetone* dingin 80%. Homogenat disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm, selama 15 menit pada suhu kamar. Absorban pigmen dalam supernatan diukur dengan spektrofotometer pada  $\lambda 664$ ,  $\lambda 645$ ,  $\lambda 470$  nm (Larutan blanko menggunakan *acetone* 80%) (Refli, 2015). Kandungan klorofil a, klorofil b dan karotenoid dihitung mengikuti rumus Lichtenthaler dan Welburn (1983):

$$C_{\text{Klorofil a}} (\text{mg.ml}^{-1}) = 12.21 (A_{664}) - 2.81 (A_{645})$$

$$C_{\text{Klorofil b}} (\text{mg.ml}^{-1}) = 20.13 (A_{645}) - 5.03 (A_{664})$$

$$C_{\text{karotenoid}} (\text{mg.ml}^{-1}) = (1000A_{470} - 3.27 [\text{klo a}] - [\text{klo b}]/227)$$

### Hasil Penelitian

Kandungan pigmen ( $\text{mg.ml}^{-1}$ ) =  $C (\text{mg.ml}^{-1}) \times V (\text{ml}) / \text{BS} (\text{g})$   
= hasil perhitungan absorban; V = Volume larutan; BS = Berat segar sampel.

#### Variabel Pengukuran

Variabel pengukuran terdiri atas profil pigmen: kandungan klorofil a, klorofil b dan karotenoid. Laju pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan panjang daun).

#### Analisis Data

Analisis data menggunakan Minitab series 16 dan dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) serta dianalisis deskripsi kuantitatif disertai dengan pembuatan gambar dan tabel (Stell dan Toriie, 1994).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh Pemberian *Biochar* Tempurung Lontar Pada Kandungan Pigmen Fotosintesis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *biochar* berpengaruh pada penampakan morfologi (warna daun dan

tinggi tanaman) dan kesuburan padi gogo pada saat diinduksi cekaman kekeringan, dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. (a dan b) secara empiris menunjukkan penampakan morfologi padi gogo sebelum dan sesudah diinduksi cekaman kekeringan. Penampakan morfologi padi gogo sebelum diinduksi cekaman kekeringan pertumbuhannya relatif sama, baik pada warna daun yang hijau dan tinggi tanaman, namun setelah diinduksi cekaman kekeringan menunjukkan penampakan morfologi padi gogo yang sangat berbeda yang ditandai dengan perubahan warna daun menjadi kecoklatan dan tinggi tanaman yang mulai menyusut, tetapi setelah pemberian *biochar* pertumbuhannya lebih baik dibandingkan kontrol, yaitu warna daun lebih hijau dan tinggi tanaman yang tidak menyusut. Secara grafis, pengaruh pemberian *biochar* pada profil pigmen fotosintesis padi gogo yang diinduksi cekaman kekeringan dapat dilihat pada Gambar 2.

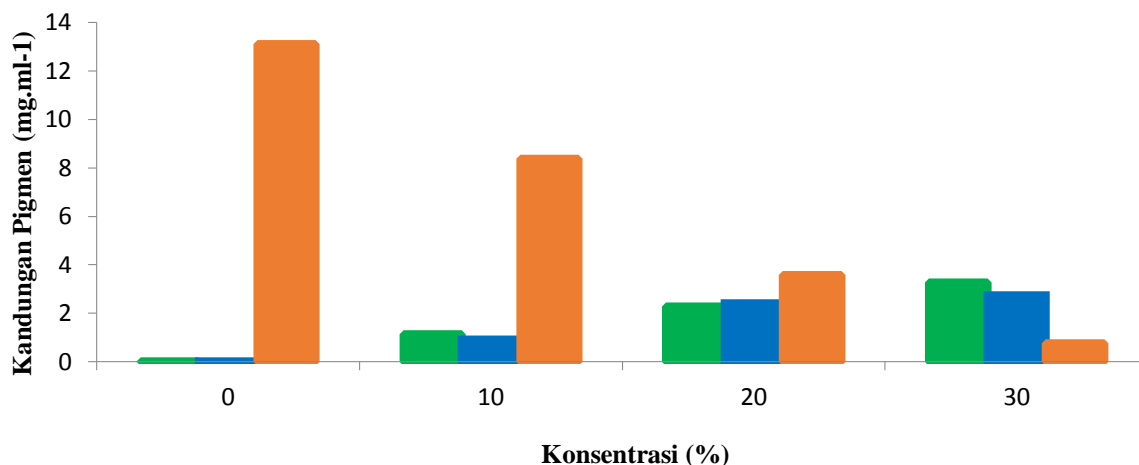


a



b

Gambar 1. Tanaman Padi Gogo (a) Sebelum Diinduksi Cekaman Kekeringan, (b) sesudah diinduksi cekaman kekeringan



Gambar 2. Pengaruh Pemberian *Biochar* pada Kandungan Klorofil a (warna hijau), b (warna biru tua) dan Karotenoid (warna orange) Padi Gogo yang Diinduksi Cekaman Kekeringan.

Berdasarkan profil kandungan pigmen fotosintesis padi gogo pada Gambar 2, terlihat bahwa pemberian *biochar* akan diikuti peningkatan kandungan klorofil a dan b namun menurunkan kandungan karotenoid padigogo, kandungan klorofil ameningkatdari 0,02 menjadi 3,27 mg.ml<sup>-1</sup>, kandungan klorofil b meningkat dari 0,02 menjadi 2,75 mg.ml<sup>-1</sup> dan kandungan

karotenoid menurun dari 13,09 menjadi 0,76 mg.ml<sup>-1</sup>. Pemberian *biochar* berbanding lurus dengan peningkatan kandungan klorofil a dan b namun berbanding terbalik dengan kandungan karotenoid.

Penampakan morfologi padi gogo didukung dengan data statistik tentang pengaruh pemberian *biochar* pada kandungan pigmen fotosintesis, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Pemberian *Biochar*Tempurung Lontar Pada Kandungan Pigmen Fotosintesis Padi Gogo yang Diinduksi Cekaman Kekeringan.

| Konsentrasi (%) | Rata – Rata Kandungan Pigmen (mg.ml <sup>-1</sup> ) |                          |                           |
|-----------------|---|--------------------------|---------------------------|
|                 | Klorofil a  | Klorofil b               | Karotenoid                |
| 0 %             | 0.02 ± 0.00 <sup>a</sup>                            | 0.02 ± 0.00 <sup>a</sup> | 13.09 ± 0.79 <sup>a</sup> |
| 10 %            | 1.15 ± 0.33 <sup>b</sup>                            | 0.92 ± 0.43 <sup>b</sup> | 8.37 ± 1.01 <sup>b</sup>  |
| 20 %            | 2.28 ± 0.47 <sup>c</sup>                            | 2.41 ± 0.63 <sup>c</sup> | 3.59 ± 1.11 <sup>c</sup>  |
| 30 %            | 3.27 ± 0.14 <sup>d</sup>                            | 2.75 ± 0.14 <sup>c</sup> | 0.76 ± 0.40 <sup>d</sup>  |

Keterangan: Superscript yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata ( $p < 0,05$ ).

### *Hasil Penelitian*

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa pemberian *biochar* berpengaruh secara nyata ( $p=0.000$ ) pada kandungan pigmen fotosintesis. Peningkatan konsentrasi *biochar* akan diikuti peningkatan kandungan klorofil a dan b. Pemberian *biochar* pada klorofil a dan karotenoid menunjukkan keempat perlakuan berbeda nyata, sedangkan pada klorofil b menunjukkan bahwa pemberian *biochar* 20% dan 30% tidak berbeda nyata. Hasil uji Duncan menunjukkan pemberian *biochar* 30% dan 20% secara berturut-turut *paling* efektif dalam meningkatkan kandungan klorofil a dan klorofil b, tapi, berdasarkan uji lanjut Duncan tidak terdapat perbedaan nyata antara pemberian 20% dan 30% pada kandungan klorofil b. Namun secara teknis, lebih efisien menggunakan 20% *biochar* per satuan luasan lahan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Pratama, 2017; Proklamasiningsih *et al.*, 2012; Nio, 2011; Adejumo *et al.*, 2016; Ahmed *et al.*, 2016 yang menyatakan *biochar* mampu meningkatkan kandungan klorofil dan laju fotosintesis tanaman Hasil uji Duncan kandungan karotenoid menunjukkan bahwa tanpa pemberian *biochar* kandungan karotenoid padi gogo lebih baik dibandingkan dengan menggunakan *biochar* pada saat diinduksi cekaman kekeringan. Pemberian *biochar* tidak meningkatkan kandungan karotenoid akan tetapi mampu menjaga agar padi gogo mampu bertahan hidup pada saat cekaman kekeringan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa cekaman kekeringan menjaga ketersediaan kandungan karotenoid dalam tanaman (Armita, 2016; Ahmed *et al.*, 2016; Cheng-Yuan *et al.*, 2014).

Kekurangan air dapat menyebabkan stomata menutup akibatnya menghambat penyerapan karbondioksida sehingga mengurangi laju fotosintesis dan terjadi peningkatan fotorespirasi (Lakitan, 1995). Penutupan stomata pada tanaman akan mengurangi laju penyerapan CO<sub>2</sub> pada waktu yang sama pada akhirnya akan mengurangi laju fotosintesis (Goldsworthy dan Fisher, 1991). Pada saat kandungan klorofil menurun laju fotosintesis akan menurun, ketika terjadi cekaman kekeringan penyerapan unsur hara dari lingkungan menurun, dengan aplikasi *biochar* dapat meningkatkan penyerapan unsur hara (N, Mg, P, dll) didalam tanah (Nisa, 2010; Asai *et al.*, 2009; Rondon *et al.*, 2004). Ketersediaan *biochar* didalam tanah pada saat terjadi cekaman kekeringan mampu membantu proses pembentukan bagian vegetatif pada tanaman seperti daun, semakin lebar luas daun yang terbentuk sehingga semakin banyak klorofil yang dihasilkan oleh tanaman. Konsentrasi nitrogen (N) yang tinggi menghasilkan daun yang lebih besar dan banyak dan meningkatkan penyerapan CO<sub>2</sub>, ketersediaan magnesium (Mg) menghasilkan jumlah daun lebih banyak, hal ini dikarenakan unsur hara Mg merupakan penyusunan pigmen klorofil pada tanaman yang berperan mengambil dan mengubah energi cahaya menjadi bentuk yang dapat digunakan dalam proses fotosintesis. Ketersediaan unsur-unsur tersebut akan meningkatkan proses fotosintesis yang mampu meningkatkan produksi tanaman (Adejumo *et al.*, 2016; Lehmann and Joseph, 2009; Cheng-Yuan *et al.*, 2014).

Pada saat kandungan klorofil a dan b meningkat kandungan karotenoid menurun

*Hasil Penelitian*

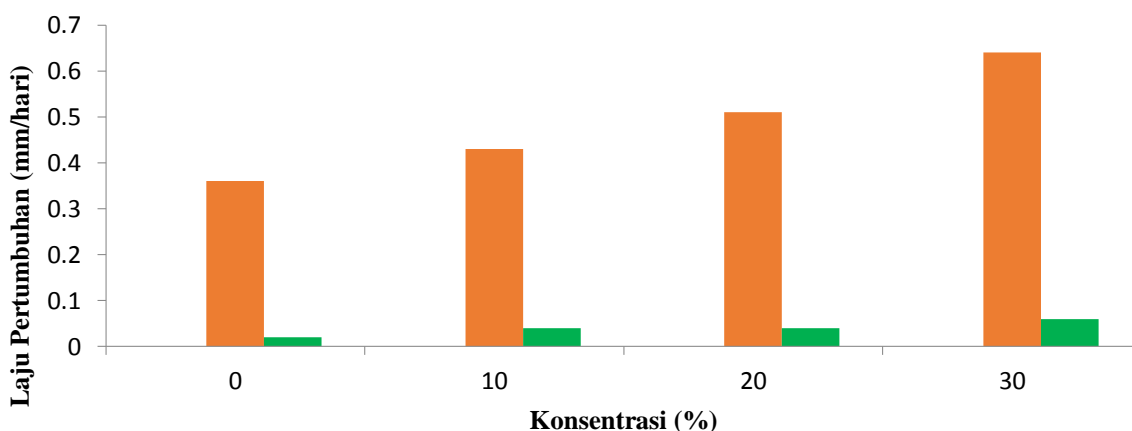
hal ini di sebabkan karena klorofil lebih banyak terdapat pada tanaman yang berwarna hijau dan karotenoid lebih banyak terdapat pada tanaman yang berwarna kuning atau tanaman yang akan memasuki masa penuaan dan terjadi perubahan warna daun, sehingga pada saat terjadi cekaman kekeringan tanaman yang tidak diberikan *biochar* kandungan karotenoidnya lebih banyak di bandingkan tanaman yang diberikan *biochar*, hal ini disebabkan karena tanaman yang tidak diberikan *biochar* mengalami perubahan akibat cekaman menyebabkan perubahan warna menjadi kekuning kuning hingga kecoklatan dan terjadinya penuaan dini (Kusmita dan Limantara, 2009; Dwidjoseputro, 1994; Armita, 2016; Lichtenthaler *et al.* , 1983).

**Pengaruh Pemberian *Biochar* Tempurung Lontar Pada Laju Pertumbuhan Padi Gogo**

Pengaruh pemberian *biochar* tempurung lontar pada laju pertumbuhan padi gogo dapat dilihat pada Gambar 3.

Pemberian *biochar* akan diikuti peningkatan laju pertumbuhan padi gogo. Peningkatan laju pertumbuhan padi gogo terdapat dua yaitu tinggi tanaman dan panjang daun. Peningkatan tinggi padi gogo dari 0,36 menjadi 0,64 mm/hari dan peningkatan panjang daun dari 0,02 menjadi 0,06 mm/hari. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian *biochar* berbanding lurus dengan peningkatan laju pertumbuhan padi gogo yang diinduksi cekaman kekeringan.

Hasil analisis ragam menunjukkan pemberian *biochar* tempurung lontar berpengaruh ( $p = 0.000$ ) pada peningkatan laju pertumbuhan padi gogo baik pada tinggi tanaman dan panjang daun yang diinduksi cekaman kekeringan. Artinya peningkatan konsentrasi *biochar* akan diikuti peningkatan laju pertumbuhan padi. Secara visual, perlakuan mana yang menunjukkan pengaruh yang terbaik dapat dilihat seperti pada Tabel 2.



Gambar 3. Pengaruh Pemberian *Biochar* pada Tinggi Tanaman (warna orange) dan Ppanjang Daun (warna hijau) Padi Gogo yang Diinduksi CekamanKekeringan.

*Hasil Penelitian*

Tabel 2. Pengaruh Pemberian *Biochar* Tempurung Lontar Pada Laju Pertumbuhan Padi Gogo Yang Diinduksi Cekaman Kekeringan

| Konsentrasi (%) | Rata – Rata Laju Pertumbuhan Tanaman (mm/hari) |                           |
|-----------------|--|---------------------------|
|                 | Tinggi Tanaman                                 | Panjang Daun              |
| 0 %             | 0.36 ± 0.07 <sup>a</sup>                       | 0.02 ± 0.00 <sup>a</sup>  |
| 10 %            | 0.43 ± 0.01 <sup>a</sup>                       | 0.04 ± 0.00 <sup>b</sup>  |
| 20 %            | 0.51 ± 0.05 <sup>b</sup>                       | 0.04 ± 0.00 <sup>b</sup>  |
| 30 %            | 0.64 ± 0.06 <sup>c</sup>                       | 0.06 ± 0.007 <sup>c</sup> |

*Keterangan: Superscript yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata (p < 0,05).*

Hasil uji lanjutan Duncan menunjukkan perlakuan yang paling efektif untuk tinggi tanaman dan panjang daun dengan pemberian biochar 30%. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan *biochar* mampu meningkatkan laju pertumbuhan dan produksi tanaman (Dariah dan Nurida, 2012; Milne *et al.*, 2007; Fadhlina *et al.*, 2017; Gani, 2010). Kekurangan air akan mengganggu aktivitas fisiologis maupun morfologis tanaman, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan dan pada gilirannya tanaman akan mati, Cekaman air memengaruhi membran sel dimana akan menyebabkan tekanan turgor menurun dan selanjutnya menahan laju pembesaran sel. Tanaman yang tercekam air berkepanjangan mengakibatkan laju pertumbuhan terhambat sehingga ukuran dan produksi lebih rendah dibandingkan dengan yang normal (Kramer, 1983). Kekurangan air juga akan memengaruhi daya hantar stomata, yaitu kemampuan stomata melewati gas terutama uap air dan CO<sub>2</sub>, pada saat tanaman kekurangan

air proses penyerapan unsur hara didalam tanaman akan terganggu, dengan penggunaan *biochar* dapat mempertahankan kondisi tanah yang lembab, menahan ketersediaan air tanah, dan meningkatkan serapan unsur hara (N, P, Mg, Ca, dll) sehingga dapat digunakan tanaman pada saat fase vegetatif (pertumbuhan) dan generatif tanaman (Sukartono, 2011 dan Dariah dan Nurida, 2012). Ketersediaan air dalam tanah akan mempertahankan tekanan turgor tanaman dan unsure hara nitrogen yang berfungsi untuk merangsang pertumbuhan vegetatif, seperti pertumbuhan batang, percabangan dan daun-daun. Nitrogen berperan merangsang pertumbuhan tanaman khususnya batang, cabang dan daun. Tanaman yang kekurangan nitrogen memiliki warna daun yang kuning, daun mengering, tanaman kurus dan kerdil akibatnya umbi yang dihasilkan kecil-kecil, selain itu adanya kandungan unsur hara Mg dapat lebih meningkatkan jumlah daun (Santi dan Goenadi, 2010; Glaser *et al.*, 2002; Burhanuddin, 2010).



## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa Pemberian *biochar* tempurung lontar (*Borassus flabellifer* L) berpengaruh pada profil pigmen fotosintesis dan laju pertumbuhan padi gogo (*Oryza sativa* L) yang diinduksi cekaman kekeringan.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diberikan saran sebagai berikut: Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian *biochar* tempurung lontar pada fase generatif tanaman (produksi), enzim, tekanan osmoregulatori, kandungan asam absisat dan mikoriza. Perlu dilakukan penelitian kombinasi pemberian *biochar* dan waktu induksi cekaman kekeringan pada padi gogo.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adejumo., Owolabi., and Odesola. 2016. *Agro-Physiologic Effects Of Compost And Biochar Produced At Different Temperatures On Growth, Photosynthetic Pigment And Micronutrients Uptake Of Maize Crop*. African Journal Of Agricultural Vol. 11 (8), Pp. 661-673. Nigeria.
- Ahmed, F., Arthur, E., Plauborg, F., Andersen and M, N, Aarhus. 2016. *Biochar Effects On Maize Physiology And Water Capacity Of Sandy Subsoil. Scientific Proceedings I International Scientific Conference "Conserving Soils And Water*. ISSN 1310-3946. University, Tjele, Denmark.
- Ai. Dariah dan Neneng L, Nurida. 2012. *Pemanfaatan Biochar Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Kering Beriklim Kering*. Buana sains Vol 12 No 1: 33-38. Bogor.
- Ai, N. S, dan Y. Banyo. 2012. *Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman*. Ilmiah Sains, 11(2): 166-173.
- Anonim. 1992. *Budidaya Tanaman Padi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Anonim. 2017. Propinsi Nusa Tenggara Timur dalam Angka. [http://badan\\_pusat\\_statistik NTT.go.id/inov\\_asi/k11106-ek77.pdf](http://badan_pusat_statistik NTT.go.id/inov_asi/k11106-ek77.pdf) diakses pada 2 Maret 2019.
- Armita, Devi. 2016. *Tingkat Toleransi Tiga Genotip Cabai Rawit (Capsicum frutescens L) Terhadap Stress Kekeringan Pada Fase Vegetative Berdasarkan Respon Morfologis Dan Fisiologis*. Magister Thesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Asai, H., B.K. Samson, Haefele, M. Stephan, Khamdok Songyikhangsuthor, Koki Homma, Yoshiyuki Kiyono, Yoshio Inoue, Tatsuhiko Shiraiwa, and Takeshi Horie. 2009. *Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos*: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. Field Crops Res. 111(1-2): 81-84
- Bruce, W.B., G.O. Edmeades & T.C. Barker. 2002. *Molecular and Physiological Approache to Maize Improvement for Drought Tolerance*. Journal of Experimental Botany-Vol. 53 No.366, pp 13-15.

*Hasil Penelitian*

- Burhanuddin dan Nurmansyah. 2010. *Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Kapur Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Nilam Pada Tanah Podsolik Merah Kuning*. Balai Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat, Kebun Percobaan Laing Solok. Balai Penelitian Tanaman Obat Dan Aromatic. Bul Litro Vol, 21 No,2.
- Cheng-Yuan Xu & Shahla Hosseini-Bai & Yanbin Hao & Rao C. N. Rachaputi & Hailong Wang & Zhihong Xu & Helen Wallace. 2014. *Pengaruh pemberian biochar pada hasil dan fotosintesis kacang tanah pada dua jenis tanah*. Environ Sci Pollut Res (2015) 22:6112–6125.
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Pigmen Klorofil*. Erlangga. Jakarta.
- Fadhlina., Jamidi dan Usnawiyah. 2017. *Aplikasi Biochar dengan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (Arachis hypogaea L)*. Jurnal Agrium Unimal 14(1), 26-35/ Vol 1.
- Gani, A. 2010. *Potensi arang hayati biochar sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian*. Iptek tanaman Pangan (4).1 : 33-48.
- Glaser B, J Lehmann & W Zech. 2002. *Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal*. A review. Biol & Fertility of Soils 35, 219–230.
- Goldsworthy, P.R. dan N.M. Fisher. 1992. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. Diterjemahkan oleh :Tohari. UGM.Yogyakarta.
- Harjadi, S. S dan S. Yahya.1988. *Fisiologi Stress Lingkungan*.PAU Bioteknologi Institit Pertanian Bogor: Bogor.
- Lakitan, B. 1995. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*.Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lehmann, J. and S. Joseph. 2009. *Biochar for environmental management: an introduction. science and technology*. In: *Lehmann and Joseph (Eds.)*.First published by Earthscan in the UK and USA in 2009.
- Kramer, P.J. 1983. *Water Relations of Plants*. Academic Press Inc, Orlando, Florida.
- Lichtenthaler, K. Dan Welburn, A. R. 1983. *Determination Of Total Carotenoids And Chlorophylls A And B Of Leaf Extracts In Different Solvents*. Biochemical Society Transactions, 11, pp. 591-592.
- Li, R., P. Guo, M. Baum, S. Grando, S.Ceccarelli. 2006. *Evaluation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters as Indicators of Drought Tolerance in Barley*. Agricultural Sciences in China 5 (10): 751-757.
- Lia Kusmita dan Leenawaty Limantara.2009. *Pengaruh Asam Kuat dan Asam Lemah Terhadap Agregasi dan Feofitinisasi Klorofil a dan b*. Thesis.Univ. Ma Chung, Malang.
- Milne, E., D. S. Polwson, and C. E. Cerri. 2007. *Soil carbon stocks at regional scales (preface)*. Jurnal Agriculture, Ecosystem and Environmental 122: 1-2.
- Nagadhara, D. 2003. *Trasgenic Indica Resistance to Sap-Sucking in Insect*. Plant Biotech J.1:231-240.

*Hasil Penelitian*

- Nisa, K. 2010. *Pengaruh Pemupukan NPK Dan Biochar Terhadap Sifat Kimia Tanah, Serapan Hara, Dan Hasil Tanaman Padi Sawah*. Thesis. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Nio, S. A. 2011. *Biomasa dan Kandungan Klorofil Total Daun Jahe (Zingiber officinale L) yang Mengalami Cekaman Kekeringan*. Jurnal Ilmiah SAINS 11: 190-195
- Pratama, Yofa. 2017. *Pemanfaatan Azolla Dan Biochar Terhadap Kadar Klorofil Dan Antosianin Pada Padi Hitam*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Proklamasiningsih, E., I. D. Prijambada, D. Rachmawati, dan R. P. Sacayaningsih. 2012. *Laju Fotosintesis dan Kandungan Klorofil Kedelai pada Media Tanam Masam dengan Pemberian Garam Aluminium*. Agrotrop, 2(1): 17-24.
- Refli. 2015. *Kajian Pertahanan Oksidatif Daun Padi (Oryza sativa L) Terhadap Stres Kekeringan Selama Fase Pengisian Biji*. Disertasi. UGM. Yogyakarta.
- Rondon, M., J. Lehmann, J. Ramirez, and M.P. Hurtado. 2004. *Biological Nitrogen Fixation By Common Beans (Phaseolus vulgaris) Increases With Charcoal Additions To Soils*. In Integrated Soil Fertility Management in the Tropics (pp. 58-60) Annual Report of the TSBF Institute, CIAT, Cali, Colombia.
- Santi, L.P. dan D.H. Goenadi. 2010. *Pemanfaatan Biochar sebagai Pembawa Mikroba untuk Pemantapan Agregat Tanah Ultisol dari TamanBogoLampung*. Menara Perkebunan 2010. Vol2:52-60.
- Steel, R.D dan S. H. Torrie. 1994. *Prinsip Dan Prosedur Statitika Suatu Pendekatan Bometrik*. Edisi kedua. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantari.PT. Gramedia. Jakarta.
- Sukartono, W. H. Utomo, Z. Kusuma, and W. H. Nugroho. 2011. *Soil fertility status and maize (Zea mays) yield after biochar application on sandy soils of North Lombok, Indonesia*. J. of Tropycal Agriculture. 49: 47-53