

Karakterisasi Morfofisiologi dan Hasil Minyak 10 Genotip Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.)

(*Morphophysiology and Oil Yield Characterization of 10 Patchouli Genotypes [Pogostemon cablin Benth.]*)

Retno Wulansari¹⁾, M. Tahir^{2)*}, Wiwik Indrawati²⁾, Dewi Riniarti²⁾

¹⁾ Program Studi Produksi dan Manajemen Industri Perkebunan Politeknik Negeri Lampung dan

²⁾ Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri Lampung Jl. Soekarno-Hatta No.10 Rajabasa, Bandar Lampung, 35144, Telp.: (0721) 703995, Fax.: (0721) 787309

E-mail: tahir@polinela.ac.id

ABSTRACT

Characterization of morphophysiology and oil yield of 10 patchouli genotypes (*Pogostemon cablin* Benth.) aims to test the morphology and physiology character of nine genotypes Aceh patchouli and one comparative clone (Lhokseumawe), obtain high yield oil clones (weight plant and essential oil content), and obtain genetic and phenotypic variabilities that can be used as a new genotype selection indicators. The research was conducted at Experimental Field and Plant Laboratory of the State Polytechnic of Lampung in April until November 2016. This research used Randomized Block Design (RBD) with 10 treatment levels and 3 replications. The LSI test results on the physiological character of the nine genotypes and one comparative clone showed that NPL 9 genotypes superior to the variables of the angle of petiole, chlorophyll content, leaf area, specific leaf area, and leaf area index. The NPL 9 genotypes resulted higher yield and rendement yields than other genotypes tested and one comparator, that was 2,36%. The character of stem production and rendement has a genetic variant value greater than the environmental variant. For genetic variability and phenotypic variability in the variables observed relatively uniform so that can not be used as an indicator of selection.

Keywords: Aceh patchouli, leaf character, selection indicator, variability of genotype, variability of phenotype

DOI: <http://dx.doi.org/10.25181/jaip.v6i1.657>

Diterima: 3 Januari 2018 / Disetujui: 21 Mei 2018 / Diterbitkan: 28 Mei 2018

PENDAHULUAN

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.), merupakan tanaman penghasil minyak atsiri. Minyak atsiri dari tanaman ini didapat melalui destilasi daun dan batang. Fungsi utama minyak nilam sebagai bahan baku pengikat (fiksatif) dan sebagai bahan pengendali penerbang (eteris) untuk wewangian (parfum) agar aroma keharumannya bertahan lebih lama. Rendahnya produktivitas akibat keragaman genetik yang rendah merupakan salah satu masalah dalam pengembangan tanaman nilam. Tanaman nilam mempunyai variasi genetik yang sempit karena diperbanyak secara vegetatif dan tidak berbunga (Nuryani *et al.*, 2007). Sifat dari tanaman nilam Aceh yang tidak berbunga menjadi kendala dalam ketersediaan variabilitas genotip. Hal tersebut menyebabkan sempitnya keragaman genetik dan sulitnya pembentukan klon baru.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dilakukan pada sembilan genotip nilam Aceh dan satu pembanding (Lhokseumawe) dengan menguji karakter fisiologi tanaman yang diharapkan akan berpengaruh pada produksi tanaman nilam. Selain itu juga dilakukan pengujian variabilitas genetik dan fenotip yang digunakan sebagai indikator keberhasilan suatu proses seleksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai November 2016 di Kebun Praktik dan Laboratorium Tanaman Politeknik Negeri Lampung. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 9 klon nilam (NPL 1, NPL 2, NPL 3, NPL 4, NPL 5, NPL 6, NPL 7, NPL 8, dan NPL 9), bibit nilam kultivar Lhokseumawe, fungisida, polibeg, akuades, tisu, kertas, dan kantong plastik. Alat yang digunakan adalah oven, timbangan, *beaker glass*, busur, gembor, gunting, labu destilasi, kondensor, ketel suling, kompor, tabung gas, busur derajat, pisau, *chlorophyll meter* SPAD 502, dan alat tulis. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 3 kali ulangan. Perlakuan berupa 10 klon/kultivar nilam sehingga penelitian ini memiliki 30 satuan percobaan.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan model acak dengan model linear dan analisis varians untuk model linier mengikuti Baihaki (1982). Apabila pada $\alpha_{0,05}$ terdapat perbedaan nyata, maka pengujian dilanjutkan dengan uji *Least Significant Increase* (LSI) untuk menentukan genotip yang berpenampilan lebih baik dari pembanding (Thamrin, 2016). Untuk mengetahui variabilitas genetik dan fenotip digunakan rumus dari Singh dan Chaudhary (1979). Selanjutnya penggolongan tingkat variabilitas genetik dan variabilitas fenotip dilakukan berdasarkan pengolongan menurut Qosim (1999).

Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman nilam di tiap perlakuan, yaitu saat tanaman nilam akan dipanen (berumur 3,5 bulan setelah tanam). Variabel yang diamati sebagai berikut: sudut tangkai daun, kandungan klorofil, turgiditas sel daun, luas daun, luas daun spesifik, indeks luas daun, produksi brangkasan, dan rendemen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sudut Tangkai Daun

Sudut tangkai daun tertinggi dengan nilai $63,89^\circ$ pada genotip NPL 9 dan secara nyata lebih tinggi dari pembanding (Tabel 1). Sudut tangkai daun genotip NPL 9 yang menunjukkan nilai rata-rata kebanyakan daun hampir vertikal ($>60^\circ$ dari horizontal). Pada daun dengan sudut vertikal, terjadi pengurangan fotosintesis daun sebelah atas karena inklinasi daun yang vertikal memungkinkan jauh lebih banyak cahaya matahari menembus daun-daun sebelah bawah. Pola dengan daun-daun sebelah atas vertikal akan memungkinkan daun-daun sebelah bawah menerima radiasi matahari lebih banyak. Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi proses fotosintesis.

Serapan cahaya matahari oleh tajuk tanaman merupakan faktor penting yang menentukan fotosintesis untuk menghasilkan asimilat bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Alnopri, 2004). Struktur genetik tajuk tanaman nilam yang berbeda pada genotip yang diuji dalam pemanfaatan radiasi sinar matahari yang diterima oleh daun yang nantinya akan berpengaruh pada hasil tanaman nilam.

Kandungan Klorofil

Kandungan klorofil daun tertinggi dengan nilai 54,10 pada genotip NPL 9 dan diikuti genotip NPL 7 sebesar 51,77. Hasil yang diperoleh secara nyata lebih tinggi daripada pembanding yang ditunjukkan pada Tabel 1. Fotosintesis dipengaruhi oleh kandungan klorofil, kandungan klorofil yang lebih tinggi diduga akan menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan. Klorofil merupakan katalisator fotosintesis dalam jaringan tumbuhan dan kandungan klorofil relatif berkorelasi positif dengan laju fotosintesis (Li *et al.*, 2006).

Kandungan klorofil dalam daun memiliki peran yang sangat penting, yaitu penyerap cahaya dalam fotosintesis. Besarnya kandungan klorofil pada tanaman nilam berpengaruh terhadap fotosintesis dan meningkatkan produksi fotosintat yang akan berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan organ vegetatif tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Soeparjono & Syamsunihar (2012) yang melaporkan bahwa semakin tinggi jumlah klorofil maka semakin tinggi proses fotosintesis yang berlangsung. Hasil dari fotosintesis inilah yang kemudian digunakan untuk pertumbuhan khususnya daun.

Turgiditas Sel Daun

Turgiditas sel daun pada analisis varians menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pada genotip yang diuji sehingga tidak dilanjutkan uji LSI. Pengamatan turgiditas dilakukan pada tanggal 29 Agustus 2016. Data iklim yang didapatkan dari Stasiun Meteorologi Politeknik Negeri Lampung tercatat pada tanggal 28 Agustus 2016 suhu udara rata-rata adalah 28°C. Pengambilan sampel daun dilakukan pada pagi hari dengan suhu udara pada pukul 07.30 sebesar 24,5°C, dengan rata-rata curah hujan 5,4 mm.hari⁻¹ dan hari hujan sebanyak 9 hari pada Agustus 2016. Kondisi suhu udara yang tinggi akan menyebabkan laju transpirasi tinggi karena stomata membuka (Wahyudi *et al.*, 2017). Laju transpirasi yang tinggi akan menyebabkan tanaman menjadi layu apabila kehilangan air tidak segera digantikan oleh air yang berasal dari serapan akar.

Transpirasi dibutuhkan tanaman untuk keberlangsungan hidupnya, berguna mempercepat laju pengangkutan unsur hara melalui pembuluh xilem, menjaga turgiditas sel tumbuhan agar tetap pada kondisi optimal, dan salah satu cara untuk menjaga stabilitas suhu daun. Turgiditas sel daun yang tidak berbeda nyata diduga akibat pengaruh suhu udara pada siang hari yang cukup tinggi dimana sebagian radiasi diserap tumbuhan terutama daun. Penyerapan energi matahari yang tidak diimbangi dengan usaha membebaskan energi tersebut, sehingga suhu tumbuhan akan meningkat

yang mengakibatkan terganggunya metabolisme tumbuhan. Tekanan internal sel (turgor) daun berfungsi optimal pada tingkat turgiditas tertentu, jika turgiditasnya lebih tinggi atau lebih rendah maka fungsi sel tersebut akan menurun (Nurmasari, 2017).

Luas Daun

Luas daun tertinggi dengan nilai 27,84 cm² pada genotip NPL 9 dan diikuti genotip NPL 7 sebesar 25,04 cm². Hasil yang diperoleh secara nyata lebih tinggi dengan pembandingan yang ditunjukkan pada Tabel 1. Luas daun yang tinggi diantara 10 genotip yang diuji memungkinkan genotip NPL 9 untuk memaksimalkan penyerapan radiasi matahari agar lebih efisien. Daun nilam merupakan organ utama untuk menyerap cahaya dan untuk melakukan fotosintesis. Dengan perkembangan luas daun, meningkat pula penyerapan cahaya oleh daun (Wahyuni *et al.*, 2018).

Respons tanaman tentunya akan berbeda terhadap intensitas radiasi tinggi bergantung pada sifat adaptif dari tanaman. Tanaman nilam tergolong dalam tanaman C3. Tanaman C3 dalam kondisi penyinaran tinggi dan suhu panas memiliki kemampuan fotosintesis lebih lambat dan lebih sedikit menghasilkan biomassa daripada tanaman C4 (Mukti *et al.*, 2015). Perbedaan luas daun yang lebih tinggi diharapkan dapat menyerap radiasi matahari lebih efisien untuk memaksimalkan fotosintesis sebagai organ tanaman yang utama. Selain dari daun, minyak atsiri juga dihasilkan dari akar dan batang, tetapi bagian yang paling banyak mengandung minyak adalah daun karena lebih banyak mengandung kelenjar minyak. Luas daun yang lebih luas memungkinkan daun mengandung minyak lebih tinggi akibat penyerapan radiasi matahari yang optimal.

Luas Daun Spesifik

Luas daun spesifik tertinggi dengan nilai 19,02 cm².g⁻¹ pada genotip NPL 9. Hasil yang diperoleh secara nyata lebih tinggi dari pembandingan yang ditunjukkan pada Tabel 1. Semakin besar nilai luas daun spesifik mengindikasikan daun semakin tipis. Daun yang lebar dan tipis memungkinkan daun menangkap cahaya lebih banyak dan diteruskan pada daun yang lebih bawah sehingga fotosintesis akan berlangsung optimal.

Daun-daun yang tipis pada radiasi cahaya matahari rendah menyebabkan kloroplas lebih terorientasi pada bidang permukaan sehingga efisiensi penggunaan cahaya meningkat (Insani, 2013). Meningkatnya efisiensi penggunaan cahaya diharapkan dapat mengefisienkan penggunaan metabolit yang akan berpengaruh pada produk akhir. Gusmayanti & Sholahuddin (2015) melaporkan bahwa luas daun spesifik dipengaruhi oleh fase pertumbuhan, dengan kecenderungan luas daun spesifik semakin berkurang dengan bertambahnya umur tanaman. Pada daun yang semakin tua ketebalannya semakin meningkat seiring dengan jumlah akumulasi yang diintersepsi daun (Insani, 2013).

Tabel 1. Hasil analisis uji *Least Significant Increase* (LSI) pada variabel yang diamati

| No. | Genotip | Sudut tangkai daun (°) | Kandungan klorofil | Turgiditas sel daun (%) | Luas daun (cm ²) | Luas daun spesifik (cm ² .g ⁻¹) | Indeks luas daun | Bobot brangkasan (g.tan ⁻¹) | Rendemen (%) |
|----------------|------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|--|------------------|---|--------------|
| 1 | NPL 1 | 48,89 c | 45,33 c | 85,03 a | 20,05 c | 148,28 g | 1,94 c | 214,88 c | 0,84 h |
| 2 | NPL 2 | 52,22 c | 49,20 c | 81,97 a | 22,40 c | 148,43 f | 2,17 c | 330,00 c | 1,24 d |
| 3 | NPL 3 | 47,78 c | 43,73 c | 85,15 a | 15,74 c | 149,08 e | 1,52 c | 191,67 c | 1,27 c |
| 4 | NPL 4 | 52,22 c | 45,20 c | 85,40 a | 20,40 c | 140,65 h | 1,98 c | 242,56 c | 0,85 g |
| 5 | NPL 5 | 48,33 c | 44,93 c | 84,34 a | 19,90 c | 155,78 d | 1,93 c | 318,06 c | 0,92 f |
| 6 | NPL 6 | 40,55 c | 45,30 c | 85,54 a | 19,84 c | 145,45 h | 1,92 c | 200,00 c | 0,83i |
| 7 | NPL 7 | 57,22 b | 51,77 b | 80,90 a | 25,04 b | 171,94 b | 2,43 b | 503,33 b | 2,18 b |
| 8 | NPL 8 | 42,78 c | 46,33 c | 85,05 a | 21,14 c | 153,22 c | 2,05 c | 231,94 c | 0,98 e |
| 9 | NPL 9 | 63,89 a | 54,10 a | 82,95 a | 27,84 a | 191,02 a | 2,70 a | 630,00 a | 2,36 a |
| 10 | LKL (Pembanding) | 47,78 c | 45,23 c | 84,12 a | 18,48 c | 128,04 h | 1,79 c | 394,05 c | 0,62 j |
| LSI+PEMBANDING | | 56,21 | 48,69 | – | 23,40 | 145,45 | 2,27 | 495,20 | 0,77 |

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSI 5%

Indeks Luas Daun

Indeks luas daun tertinggi dengan nilai 2.7 pada genotip NPL 9. Hasil yang diperoleh secara nyata lebih tinggi dari pembandingan yang ditunjukkan pada Tabel 1. Produktivitas meningkat dengan meningkatnya *leaf area index* (LAI) karena lebih banyak cahaya yang dapat ditangkap, tetapi nilai LAI yang tinggi tidak dapat meningkatkan produktivitas, karena sebagian daun ternaung tidak melakukan fotosintesis secara optimal, malah kadang lebih rendah dari laju respirasinya (Permanasari & Kastono, 2012). Nilai LAI yang semakin tinggi pada tanaman nilam mengindikasikan cahaya yang ditangkap oleh klorofil akan semakin besar pada laju fotosintesis tanaman.

Soeparjono & Syamsunihar (2012) melaporkan bahwa pertumbuhan vegetatif tanaman nilam, dengan bertambahnya jumlah daun yang semakin banyak akan meningkatkan nilai LAI tanaman. Nilai LAI yang tinggi pada genotip NPL 9 menunjukkan tanaman nilam mampu mengoptimalkan penyerapan cahaya dengan kandungan klorofil lebih tinggi daripada genotip lain yang diuji dan pembandingan. Genotip NPL 9 dapat memaksimalkan penyerapan radiasi matahari yang diterimanya dengan permukaan daun yang luas yang akan berpengaruh pada produktivitas.

Produksi Brangkasan

Produksi brangkasan tertinggi dengan nilai 630 g.tanaman⁻¹ pada genotip NPL 9. Hasil yang diperoleh secara nyata lebih tinggi dari pembandingan (Tabel 1). Besarnya nilai bobot segar tanaman pada genotip NPL 9 diduga penyerapan unsur hara pada tanaman nilam terutama air dan karbohidrat. Bobot brangkasan tanaman dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran tajuk, bobot segar juga dipengaruhi oleh pengambilan air oleh tanaman (Indrawan *et al.*, 2015). Substrat yang digunakan untuk membentuk bahan baru tanaman yang sebagian besar adalah karbohidrat, diperoleh dari proses fotosintesis pada daun. Kemampuan daun untuk menghasilkan fotosintat ditentukan oleh produktivitas per satuan luas daun dan total luas daun.

Meningkatnya kandungan klorofil pada genotip NPL 9 berpengaruh pada jumlah daun nilam yang berkorelasi positif terhadap bobot segar tanaman. Pertumbuhan dan produksi tanaman ditentukan oleh proses fisiologis tumbuhan yang berlangsung, seperti penyerapan radiasi matahari yang diterima oleh daun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2011) bahwa tingginya pertumbuhan organ vegetatif penghasil asimilat akan meningkatkan pertumbuhan organ pemakai yang akhirnya akan memproduksi hasil yang semakin baik.

Rendemen

Rendemen tertinggi dengan nilai 2,36% dihasilkan oleh genotip NPL 9. Hasil yang diperoleh secara nyata lebih tinggi dari pembandingan yang ditunjukkan pada Tabel 1. Kandungan minyak pada tanaman nilam dapat diperoleh dari akar, batang, dan daun, namun kandungan minyak yang paling tinggi terdapat pada daun. Tingginya kandungan minyak pada semua tanaman nilam

yang duji (termasuk pembanding) diduga dipengaruhi oleh kandungan klorofil yang besar, sehingga dapat meningkatkan fotosintat yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan organ vegetatif tanaman. Luas daun yang besar akan memberikan pengaruh terhadap produksi asimilat yang akan dimanfaatkan tanaman. Nilai LAI tanaman nilam yang semakin besar menandakan tanaman nilam dapat mengoptimalkan penyerapan cahaya untuk melakukan fotosintesis. Djukri (2005) menginformasikan bahwa pemanfaatan energi radiasi matahari untuk menghasilkan fotosintat mampu diakumulasikan di dalam tubuh tanaman. Rendemen ditentukan oleh performa pertumbuhan tanaman, karena komponen panen tanaman nilam berasal dari bagian vegetatif tanaman yaitu, daun, dan batang.

Variabilitas Genotip dan Fenotip

Berdasarkan Tabel 2, karakter sudut tangkai daun, luas daun, dan indeks luas daun mempunyai nilai koefisien varians genetik (KVG) agak sempit, karakter kandungan klorofil, turgiditas sel daun, dan luas daun spesifik mempunyai nilai KVG sempit, sedangkan arakter bobot brangkasan dan rendemen mempunyai nilai KVG luas. Seleksi akan lebih efektif dilakukan apabila variabilitas genetik suatu karakter luas. Begitu juga sebaliknya, seleksi akan kurang efektif apabila karakter tersebut memiliki variabilitas genetik sempit. Pada penelitian ini, karakter yang memiliki nilai KVG yang tinggi (kriteria luas) dan nilai koefisien varians fenotip (KVF) yang tinggi (kriteria agak sempit) adalah karakter-karakter yang sulit dideteksi berdasarkan fenotipik, yaitu karakter bobot brangkasan dan rendemen. Pada karakter rendemen dan brangkasan menggambarkan bahwa penampilankarakter tersebut lebih ditentukan oleh faktor genetik. Seleksi akan lebih mudah dilakukan pada beberapa karakter fisiologi nilam yang memiliki KVG agak luas dan luas yang diikuti oleh nilai KVF agak luas dan luas pula, sehingga peluang untuk memperoleh karakter yang diinginkan dapat semakin besar.

Tabel 2. Nilai koefisien varians genetik, koefisien varians fenotip, dan koefisien keragaman (KK) pada variabel yang diamati

| No | Karakter | Koefisien varians genetik (%) | Kriteria | Koefisien varians fenotip (%) | Kriteria | KK (%) |
|----|---|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|--------|
| 1 | Sudut tangkai daun (°) | 11,57 | Agak sempit | 16,59 | Sempit | 11,89 |
| 2 | Kandungan klorofil | 6,61 | Sempit | 8,40 | Sempit | 5,19 |
| 3 | Turgiditas sel daun (%) | 1,04 | Sempit | 3,43 | Sempit | 3,27 |
| 4 | Luas daun (cm ²) | 12,90 | Agak sempit | 20,95 | Sempit | 16,51 |
| 5 | Luas daun spesifik (cm ² g ⁻¹) | 10,31 | Sempit | 13,08 | Sempit | 8,05 |
| 6 | Indeks luas daun (gm ⁻²) | 12,90 | Agak sempit | 20,95 | Sempit | 16,51 |
| 7 | Bobot brangkasan (g tan ⁻¹) | 42,85 | Luas | 48,17 | Agak sempit | 21,99 |
| 8 | Rendemen (%) | 48,86 | Luas | 49,62 | Agak sempit | 8,63 |

Koefisien Keragaman (KK) pada setiap variabel yang diamati berkisar antara 3,27%–21,99% (Tabel 2). Jika nilai KK semakin kecil maka ketelitian dalam pengukuran dan pengambilan data akan semakin tinggi, demikian pula dengan validitas kesimpulan yang diperoleh dianggap semakin tinggi. Nilai KK terendah sebesar 3,27% terdapat pada karakter turgiditas sel daun, sedangkan KK tertinggi sebesar 21,99% terdapat pada karakter brangkasan.

Nilai KK yang rendah pada turgiditas sel daun diikuti dengan uji analisis varians yang tidak berbeda nyata diduga akibat stomata sel daun nilam yang membuka pada suhu tinggi yang tidak diimbangi dengan kemampuan daun untuk melepaskan energi yang diterimanya yang menyebabkan nilai F-hitung tidak berpengaruh secara nyata dengan nilai koefisien keragaman yang semakin kecil. Sedangkan pada bobot brangkasan menunjukkan pengaruh yang nyata dengan nilai koefisien keragaman yang semakin besar. Hal tersebut diduga akibat pengaruh lingkungan yang menyebabkan besarnya nilai KK dan heterogenitas bahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Hasil uji LSI pada karakter morfofisiologi dari sembilan genotip dan satu pembanding memberikan penampilan yang berbeda pada variabel sudut tangkai daun, kandungan klorofil, luas daun, luas daun spesifik, dan indeks luas daun. Genotip NPL 9 menghasilkan produksi brangkasan dan rendemen lebih tinggi dari 9 genotip yang diuji dan satu pembanding, yaitu sebesar 2,36%. Karakter produksi brangkasan dan rendemen mempunyai nilai varian genetik lebih besar dari varian lingkungan. Variabilitas genetik dan variabilitas fenotip pada variabel yang diamati relatif seragam sehingga belum dapat dijadikan indikator seleksi.

SARAN

Agar pada penelitian berikutnya dapat melakukan uji karakter morfofisiologi pada berbagai lingkungan untuk membandingkan keragaman genetik antar klon yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Alnopri, A. (2004). Variabilitas genetik dan heritabilitas sifat-sifat pertumbuhan bibit tujuh genotipe kopi robusta-arabika. *JUPI*, 6(2), 91-96.
- Baihaki, A. (1982). Pengertian “*Nested dan Cross Classified*” Variabel serta Mencari Cara Penulisan Komponen Varians dalam Rancangan Percobaan untuk Estimasi Varians Genetik Total. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Djukri. (2005). Pengaruh perbedaan jarak tanam terhadap pertumbuhan tiga varietas tanaman kedelai (Baluran, Bromo, dan Galunggung). *Jurnal Biota*, 10(3), 176 – 182.
- Effendi, B. J. (2011). Pengaruh konsentrasi pupuk daun dan aplikasi bakteri *Synechococcus* sp terhadap laju fotosintesis dan produksi biomas tanaman nilam. Skripsi. Universitas Jember.

- Gusmayanti, E. & Sholahuddin. 2015. Luas daun spesifik dan indeks luas daun tanaman sagu di Desa Sungai Ambangah Kalimantan Barat. *In: Prosiding Semirata Bidang Teknologi Informasi dan Multidisiplin*, pp.: 184-192.
- Indrawan, I., Kusumastuti, A., & Utoyo, B. (2015). Pengaruh pemberian kompos kiambang dan pupuk majemuk pada pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 3(1), 47-58.
- Insani, C. R. (2013). Karakteristik intersepsi radiasi matahari dan produksi tanaman jagung manis pada arah baris dan kerapatan berbeda. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Li, R. H., Guo, P. G., Michael, B., Stefania, G., & Salvatore, C. (2006). Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agricultural Sciences in China*, 5(10), 751-757.
- Mukti, D. T., Widaryanto, E., & Wicaksono, K. P. (2015). Simulasi peningkatan suhu malam dan pemberian pyraclostrobin pada tanaman padi (*Oryza Sativa* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(2), 98-106.
- Nurnasari, E. (2017). Pengaruh kondisi ketinggian tempat terhadap produksi dan mutu tembakau Temanggung. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 2(2), 45-59.
- Nuryani, Y., Emmyzar, & Wahyudi, A.. (2007). Nilam Perbenihan dan Budidaya Pendukung Varietas Unggul. Pusat Penelitian Tanaman Perkebunan, Badan Litbang Pertanian.
- Permanasari, I., & Kastono, D. (2012). Pertumbuhan tumpangsari jagung dan kedelai pada perbedaan waktu tanam dan pemangkasan jagung. *Jurnal Agroteknologi*, 3(1), 13-21.
- Qosim, W. A. (1999). Variabilitas genetik karakter morfologi tanaman krisan pada generasi MV₂ dan MV₃ akibat iradiasi sinar gamma. Tesis. Universitas Padjajaran.
- Singh, R. K. & Chaudhary, B.D. (1979). Biometrical Method for Quantitative Genetic Analysis. New Delhi: Kalyani Publishers.
- Soeparjono, S. & Syamsunihar, A. (2012). Respon aplikasi pupuk daun dan bakteri *Synechococcus* sp terhadap pertumbuhan dan produksi minyak nilam. *Agrotrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 13(2), 180-184.
- Thamrin, M. (2016). Penampilan Genotipe Jagung Berumur Genjah pada Pemupukan N Dosis Tinggi dan Rendah di Lahan Sawah setelah Padi di Sulawesi Selatan. *Buletin Plasma Nutfah*, 19(2), 81-88.
- Wahyudi, N. I. S., Sitawati, S., & Wicaksono, K. P. (2017). Perbandingan kemampuan serapan co₂ dan penurunan suhu udara dari hutan kota dan taman kota Balikpapan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(8), 1265-1274.
- Wahyuni, P., Barunawati, N., & Islami, T. (2017). Respon pertumbuhan dan hasil jagung manis (*Zea mays* L. *saccharata*) dalam sistem tumpangsari dengan kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(8), 1308-1315.