

ANALISIS KINERJA MUTU PROTOTIPE *GREENING MATERIAL* LUMUT BERDASARKAN PERUBAHAN SKALA WARNA $L^*a^*b^*$ DAN RGB

Quality Performance Analysis for Prototype Greening Material of Moss Based on $L^*a^*b^*$ Color Scale and RGB Index Change

Prita Nurindahsari, Mirwan Ushada, Mohammad Affan Fajar Falah

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada,
Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281
Email: mirwan@tip-ugm.org

ABSTRAK

Kualitas performansi *greening material* lumut diyakinkan berdasarkan skala warna $L^*a^*b^*$ dan indeks RGB. Tujuan penelitian yaitu untuk pengujian performansi mutu tumbuhan lumut dalam *prototipe greening material* berdasarkan parameter suhu. Kemudian menentukan titik optimum suhu *greening material* lumut dalam sistem lingkungan terkendali dengan parameter perubahan warna. Penelitian ini dilakukan dengan menguji prototipe *greening material* lumut (*sphagnum sp*) pada *confined space*, dengan tiga perlakuan suhu yaitu suhu rata-rata $28 \pm 2^\circ\text{C}$, suhu tinggi $33 \pm 2^\circ\text{C}$ dan suhu ekstrim $38 \pm 2^\circ\text{C}$ dengan penyiraman air 500ml selama 2160 menit dan tanpa penyiraman selama 1440 menit. Indikasi performansi mutu dilihat dari perubahan warna Lab dan RGB yang didukung dengan laju fotosintesis tumbuhan lumut. Hasil performansi paling optimum yaitu pada perlakuan suhu ekstrim dengan penyiraman dengan indeks G 34.71%. Kesimpulan dari eksperimen ini bahwa kualitas yang paling memuaskan dari kinerja mutu prototipe *greening material* lumut pada perlakuan suhu maksimal.

Kata kunci: *Greening material*, indeks RGB, Parameter $L^*a^*b^*$, performansi mutu

ABSTRACT

Quality performance greening material of moss was pursued based $L^*a^*b^*$ color scale and RGB index. The research objective is to test the quality of performance greening material of moss based on temperature parameters. Then determine the optimum point temperature greening material of moss in a controlled environment by color change parameters. The research was pursued by testing a prototype greening material of moss (*sphagnum sp*) in confined space, three treatment temperature are average temperature $28 \pm 2^\circ\text{C}$, high temperature $33 \pm 2^\circ\text{C}$ and $38 \pm 2^\circ\text{C}$ as the extreme temperature, with 500 ml water stream for 2160 minutes and without watering for 1440 minutes. Indications of quality performance can be seen by $L^*a^*b^*$ and RGB color change. The results were confirmed by using photosynthesis rate. The best performance is in the extreme temperature treatment by flushing, with 34.71% of G index. The research concluded has satisfied quality performance greening material of moss in maximum.

Keywords: Greening material, $L^*a^*b^*$ parameters, Quality performance, RGB index

PENDAHULUAN

Suhu di daerah perkotaan semakin meningkat diakibatkan oleh aktivitas transportasi, pembangunan, industry, serta aktivitas rumah tangga. Hal ini menjadi penyebab berkurangnya lahan terbuka hijau yang dapat mengakibatkan *Urban Heat Island*. Sridjono dkk. (2001)

menyebutkan, peningkatan pembangunan fisik kota yang disertai pertumbuhan penduduk dan berbagai aktivitas industri menyebabkan berkurangnya Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan menurunnya mutu lingkungan hidup yang mengakibatkan terjadinya perubahan ekosistem alami.

Cara mengatasi *Urban Heat Island* sangat beragam. Salah satunya dengan *greening material*. Secara definisi,

greening material adalah suatu produk menggunakan tumbuhan dengan media non tanah sebagai pelapis area yang tidak termanfaatkan, seperti tembok, atap dan lain sebagainya (Ushada dkk., 2011). Teknik kendali kadar air merupakan parameter kritis dari *greening material* (Ushada dan Murase, 2007). Telah ada penelitian *greening material* lumut yang akan diimplementasikan di Kawasan Rawan Bencana (KRB) Merapi. Lokasi ini dipilih sebagai pilot proyek awal penerapan *greening material* lumut sebelum dikembangkan di kota Yogyakarta. Tingkat penerimaan masyarakat terhadap konsep penghijauan di wilayah Pakem dan Hargobinangun ini mencapai 71.70% yaitu setuju dengan adanya *greening material* ini (Ushada dkk., 2012).

Penelitian yang mengacu pada penelitian payung, bertajuk pengembangan tumbuhan lumut sebagai *greening material* (Ushada dkk., 2012) mengarah pada konsep atap bangunan (*green roofing*) menggunakan tumbuhan lumut. Penelitian yang sedang dikembangkan oleh Ushada dkk., (2012) dilakukan dengan 4 tahapan. Tahapan tersebut yaitu perancangan produk, identifikasi kebutuhan, pengujian kebutuhan teknis dan penentuan desain konsep serta uji kelayakan konsep. Pada tahapan pengujian konsep prototipe ini dilakukan pengujian performansi mutu tumbuhan lumut. Penelitian ini terfokus pada analisis performansi mutu, sedangkan faktor mutu lainnya seperti keandalan, mudah penggunaannya, estetika menjadi aspek yang diabaikan.

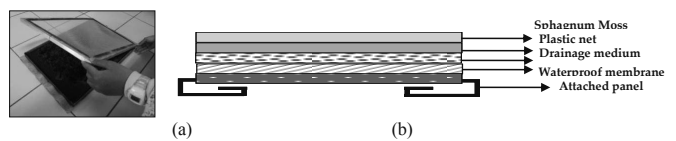
Percobaan ini bertujuan sebagai pengujian performansi mutu tumbuhan lumut dalam *prototipe greening material* berdasarkan parameter suhu. Kemudian menentukan titik optimum suhu terhadap kualitas *greening material* lumut dalam sistem lingkungan terkendali dengan parameter perubahan warna. Menguji validitas alat kamera digital sebagai alat bantu analisis kualitas *greening material* lumut dengan Kromameter Minolta sebagai pembanding.

Pada proses aplikasi prototipe ini sangat dipengaruhi oleh iklim di KRB Merapi, salah satunya suhu. Oleh karena itu pengujian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan suhu ekstrim pada tumbuhan lumut, mengingat kondisi iklim di wilayah Yogyakarta mencapai suhu tertinggi hingga 35.2°C. Sedangkan menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Geofisika Klas I Yogyakarta data suhu di kecamatan Pakem mencapai 33.1°C lebih rendah dari suhu udara di Yogyakarta secara keseluruhan. Perubahan warna dan hasil fotosintesis merupakan salah satu faktor untuk mengindikasikan mutu *greening material* lumut. Notasi warna yang digunakan adalah $L^*a^*b^*$ dalam sistem notasi Hunter (Andarwulan dkk., 2011) yang diukur dengan Kromameter Minolta CR 400 dan hasil konversi RGB ke $L^*a^*b^*$ dengan bantuan software matlab. Keduanya kemudian dilakukan validasi. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan analisis tentang performansi mutu tumbuhan lumut. Kemudian

dapat memberikan informasi dan pertimbangan penerapan serta komersialisasi *greening material* lumut

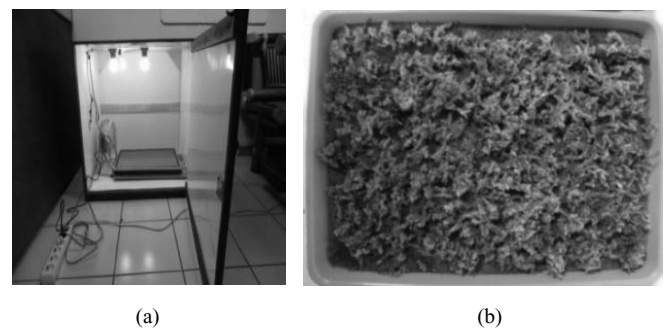
METODE PENELITIAN

Objek yang diamati dalam penelitian adalah prototipe *greening material* menggunakan tumbuhan lumut (*Sphagnum sp*) hasil penelitian Ushada dkk (2011). Tumbuhan lumut (*Sphagnum sp*) didapatkan dari supplier di Jl. Bantul Yogyakarta. Kemudian dilakukan proses poliferasi (2 minggu) dan kultivasi (± 1 bulan) digunakan sebagai *greening material* (Ushada dkk., 2012). Prototipe *greening material* lumut ini berukuran 50 cm x 35 cm dengan kepadatan 0.23 gr/cm².



Gambar 1a. Prototipe *green roof* media pertumbuhan lumut (Ushada dkk., 2013), dan Gambar 1b. Lapisan *green roof*

Pengujian dilakukan di dalam *confined space* yaitu interior ruang yang didesain untuk mensimulasikan sistem lingkungan lokal (Takahashi dkk, 2002). *Confined space* dilengkapi dengan kipas angin. *Confined space* memiliki dimensi 75 cm x 60 cm x 75 cm dengan 3 lampu di dalamnya, pada bagian samping terdapat dimmer pengatur intensitas cahaya lampu. Alat *record* Suhu dan kelembapan *Extech Instruments* RH 520 (produksi Extech Instruments Corporation). Berikut merupakan gambar *confined space* sebagai tempat simulasi percobaan:



Gambar 2a. *Confined Space* simulasi percobaan (Ushada dkk., 2013) dan Gambar 2b. Lumut sebagai bahan percobaan

Interval perlakuan suhu yang digunakan dalam perlakuan dengan penyiraman (36 jam) dan tanpa penyiraman (24 jam) yaitu:

- I. Suhu kontrol merupakan suhu ruangan, *greening material* diletakan dalam suhu ruangan tanpa diberikan perlakuan dalam *confined space*.

- II. Suhu rata-rata $28^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$
Intensitas lampu *Cold day Light* 40 watt 488.3 ± 4.2 lux, jarak lensa ke obyek 65 cm.
- III. Suhu tinggi $33^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$
Intensitas 2 lampu Philips Softone 60 watt 522 ± 93.11 lux, jarak lensa ke obyek 65 cm.
- IV. Suhu ekstrim $38^{\circ} \pm 2^{\circ}$
Intensitas 2 lampu Philips Softone 60 watt 1127 ± 84.5 lux, jarak lensa ke obyek 65 cm.

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu dengan kromameter Minolta CR 400 dihasilkan format warna $L^*a^*b^*$ dan menggunakan citra digital kamera digital Olympus 12 MP pengambilan data dilakukan setiap 6 jam. Hasil citra dilakukan pembacaan nilai RGB dan dikonversi menjadi $L^*a^*b^*$ dengan *Software Matrik Laboratory (Matlab) 7.8 2009a*. Langkah ini dilakukan sebagai perbandingan pengambilan data dengan bantuan citra digital kemudian diuji dengan kromameter yang lebih valid. Langkah pertama dilakukan pembacaan indeks RGB sebagai berikut.

Tiga format utama dalam RGB adalah merah, hijau, dan biru (Hendrawan and Murase, 2009).

$$\text{Average Red Indexs} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Average Green Indexs} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Average Blue Indexs} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots (3)$$

Konversi RGB ke $L^*a^*b^*$

Konversi RGB ke *Lab* dilakukan dalam 2 tahap yaitu indeks RGB ke XYZ kemudian XYZ ke *Lab* dengan bantuan software Matlab 7.8 2009a produksi the MathWork. Inc. U.S. Software Matlab (Matrix Laboratory) digunakan sebagai alat bantu perhitungan konversi RGB ke *Lab*. Matlab dapat menangani bilangan kompleks, akar dan pangkat, logaritma, sinus dan cosinus. Seperti kalkulator yang dapat diprogram, Matlab dapat digunakan untuk menyimpan dan memanggil data. Rumus dan matrix berikut sebagai dasar pembuatan program Matlab konversi RGB ke *Lab*.

Matrix yang digunakan yaitu matrix M dan D65 sebagai berikut:

$$M = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (4)$$

$$D65 = [95.0429 \ 100 \ 108.89] \dots\dots\dots (5)$$

- 1. Konversi RGB ke XYZ (Syarif, 2008).
 - a. Tahap pertama

$$r = \frac{R}{255}; g = \frac{G}{255}; b = \frac{B}{255} \dots\dots\dots (6)$$

Langkah diatas digunakan untuk melakukan normalisasi karena nilai rentang 0-1.
 - b. Tahap kedua

Tabel 1. Tahap kedua konversi RGB ke XYZ

Nilai warna	Rumus
R	(1) $\frac{r}{12,92}; r \leq 0.04045$
	(2) $R = (\frac{r+0.055}{1.055})^{2.44}; r > 0.04045$
G	(3) $\frac{g}{12,92}; g \leq 0.04045$
	(4) $G = (\frac{g+0.055}{1.055})^{2.44}; g > 0.04045$
B	(5) $\frac{b}{12,92}; b \leq 0.04045$
	(6) $B = (\frac{b+0.055}{1.055})^{2.44}; b > 0.04045$

- c. Tahap ketiga

$$r = R*100; g = G*100; b = B*100 \dots\dots\dots(7)$$
- d. Tahap keempat

$$X = r*M; Y = g*M; Z = b*M \dots\dots\dots (8)$$
- 2. Konversi RGB ke *Lab* (Syarief, 2010)
 - a. Tahap pertama

$$x = \frac{X}{255}; y = \frac{Y}{255}; z = \frac{Z}{255} \dots\dots\dots (9)$$
 - c. Tahap kedua

$$x = \begin{cases} x = x \frac{1}{3}; x > 0.008856 \\ x = ((7.787 * x) + \frac{16}{116}); x \leq 0.008856 \dots\dots(10) \end{cases}$$

$$y = \begin{cases} y = y \frac{1}{3}; y > 0.008856 \\ y = ((7.787 * y) + \frac{16}{116}); y \leq 0.008856 \dots\dots(11) \end{cases}$$

$$z = \begin{cases} z = z \frac{1}{3}; z > 0.008856 \\ ((7.787 * z) + \frac{16}{116}); z \leq 0.008856 \dots\dots\dots(12) \end{cases}$$
 - c. Tahap ketiga

$$L = (y*116)-16; a = 500*(x-y); b = 200*(y-z) \dots (13)$$

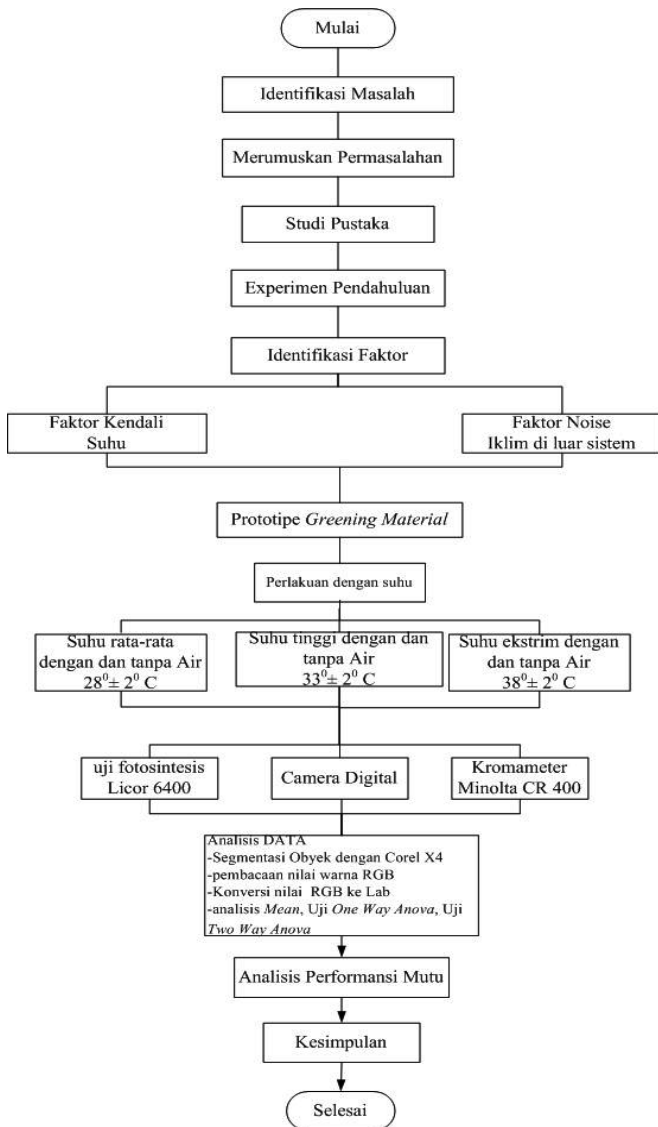
Validasi dengan Hasil $L^*a^*b^*$ Kromameter Minolta CR 400

Hasil pembacaan nilai warna $L^*a^*b^*$ dengan menggunakan *software Matlab7.8 2009a* ini kemudian divalidasi dengan pembacaan nilai $L^*a^*b^*$ dengan alat Kromameter Minolta CR 400 menggunakan uji F-Two way Anova.

Uji Fotosintesis

Pengujian fotosintesis ini dilakukan dengan alat pengukur laju fotosintesis LICOR6400 (R Biosciences, Inc. Nebraska U.S. dan Canada) di Laboratorium Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Diagram Alir Percobaan



Gambar 3. Diagram alir percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil uji F *One Way Anova* perbedaan nilai $L^*a^*b^*$ dengan Kromameter, nilai RGB, dan nilai $L^*a^*b^*$ dengan *Software Matlab 7.8 2009a*.

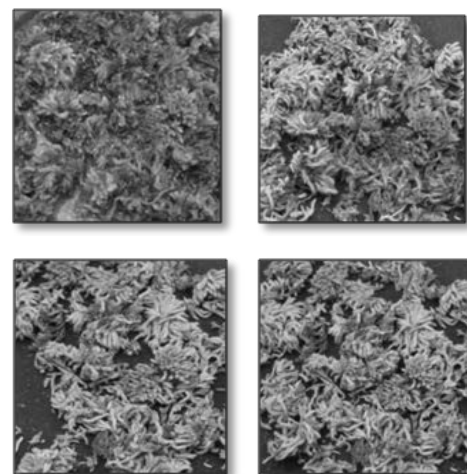
Tabel 2. Uji F *One Way Anova* perbedaan nilai $L^*a^*b^*$ dengan Kromameter, nilai RGB, dan nilai $L^*a^*b^*$ dengan *Software Matlab 7.8 2009a*

Pengolahan	Komponen warna	F hitung	F tabel
Kromameter	Lightness(L^*)	0.237	3.480
	Redness (a^*)	2.705	3.480
	Yellowness (b^*)	0.401	3.480
<i>Matlab 7.8 2009a</i>	Red (R)	8.916	2.458
	Green (G)	1.365	2.458
	Blue (B)	7.305	2.458
<i>Matlab 7.8 2009a</i>	Lighness (L^*)	4.483	2.458
	Redness (a^*)	14.615	2.458
	Yellowness (b^*)	7.349	2.458

Sumber: Data olahan peneliti 2012

Hasil Uji Warna dengan Kromameter Minolta CR 400

Perbedaan perlakuan suhu mengakibatkan perbedaan pola warna yang dihasilkan, semakin ekstrim suhu yang diberikan komponen warna L^* yang merupakan indikasi dari kecerahan semakin menunjukkan nilai yang tinggi. Berikut merupakan gambar lumut *Sphagnum sp* yang telah diberikan perlakuan suhu vs waktu.

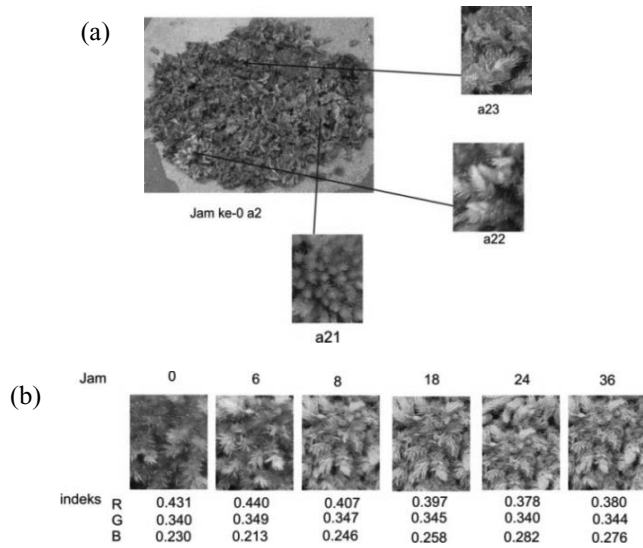


Gambar 4. Perubahan warna akibat perlakuan suhu

Perubahan warna dianalisis dengan alat Kromameter Minolta CR 400 pada setiap suhu yang berbeda yaitu suhu rata-rata, suhu tinggi dan suhu ekstrim (dengan dan tanpa penyiraman). Pembacaan nilai $L^*a^*b^*$ pada awal dan akhir percobaan. Hasil pembacaan nilai warna $L^*a^*b^*$ keenam perlakuan suhu membuktikan bahwa tidak ada perbedaan signifikan, hal ini dapat dilihat pada tabel 2 bahwa F hitung lebih kecil dari pada F tabel.

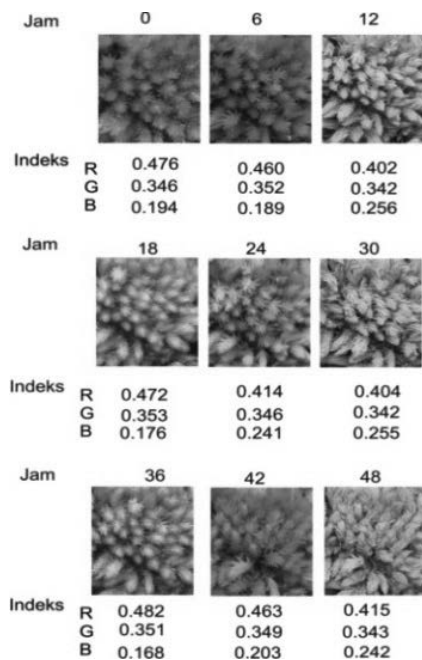
Hasil Pengolah Citra dengan Menggunakan Matlab 7.8 2009a

Pengolahan citra ini dilakukan dengan segmentasi atau *cropping* pada 3 bagian untuk setiap citra. Pengambilan citra dilakukan 3 kali ulangan (setiap 6 jam) kemudian dirata-rata.



Gambar 5a) Segmentasi obyek dan b) Degradasi warna suhu ekstrim tanpa penyiraman

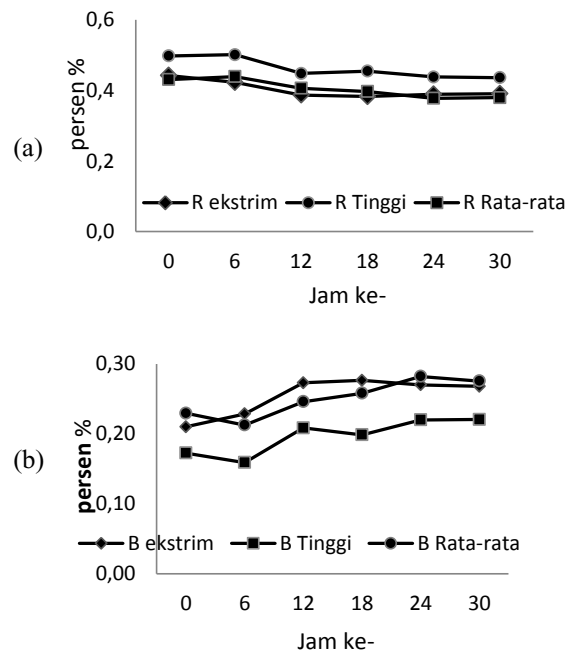
Pada awal percobaan *greening material* lumut memiliki indeks nilai *red* tinggi kemudian mengalami penurunan pada setiap 6 jam, hal ini berbanding terbalik dengan nilai *blue* yang semakin naik. Proses ini berkaitan dengan fotosintesis



Gambar 6. Degradasi warna suhu ekstrim dengan penyiraman

greening material lumut yang cenderung menyerap warna merah. Cahaya tampak mejadi efektif dalam menentukan presentase penyerapan CO₂ menggunakan rasio warna hijau dan merah (Graham dkk., 2006). Selama fotosintesis, tanaman menyerap panjang gelombang merah yang membuat panjang gelombang merah berkurang daripada panjang gelombang hijau (memantulkan warna hijau). Sehingga semakin menyerap panjang gelombang merah, panjang gelombang hijau semakin tinggi. Selain menyerap panjang gelombang merah fotosintesis juga dipengaruhi oleh keberadaan air, kelebihan atau kekurangan air menjadikan lumut tidak optimum dalam proses fotosintesis (Hendrawan dan Murase, 2009).

Indeks perubahan Pada perlakuan dengan penyiraman air terjadi perubahan warna yang menunjukkan tren turun naik pada indeks warna *red*. Hal ini tentunya dikarenakan pengaruh penyiraman air yang cenderung mempertahankan warna, sangat berbeda dengan perlakuan tanpa penyiraman. Perbedaan mutu selanjutnya dapat diverifikasi dengan mengukur laju fotosintesis. Berikut merupakan grafik penyerapan nilai warna R.



Gambar 7a) Indeks warna R; b) Indeks warna B

Pada grafik diatas indeks warna merah berbanding terbalik dengan indeks warna biru, berbeda dengan pernyataan Hendrawan dan Murase (2009) yang menyatakan bahwa indeks warna merah berbanding terbalik dengan warna hijau. Hal ini dikarenakan warna *greening material* lumut cenderung kuning kehijauan tidak murni warna hijau. Pada tabel 2. uji *one way anova* yang membuktikan bahwa indeks warna merah dan biru mempunyai perbedaan yang signifikan sedangkan indeks warna hijau tidak berbeda secara signifikan pada perlakuan perbedaan suhu.

Indeks warna merah mengalami penurunan yang paling rendah pada saat suhu ekstrim, yang membuktikan bahwa perlakuan suhu ekstrim menunjukkan proses fotosintesis yang paling optimum dari keenam perlakuan. Hasil indeks G yang tertinggi pada perlakuan suhu ekstrim dengan penyiraman sebesar 34.71% dan mampu melakukan proses fotosintesis dengan laju tertinggi. Hal ini dikonfirmasi dengan pengujian fotosintesis menggunakan alat LICOR 6400 ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil uji fotosintesis setelah perlakuan

Perlakuan	Laju Fotosintesis ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	Konduktansi Stomata ($\text{mol}/\text{m}^2/\text{detik}$)
Setelah produksi	256.330±2.900	6.003
Kontrol	59.700±10.800	-
Suhu ekstrim air	426.000±322.250	-0.256
Suhu tinggi air	362.330±19.300	-0.345
Suhu rata-rata air	386.000±31.900	0.417

Sumber: Data olahan Peneliti 2012

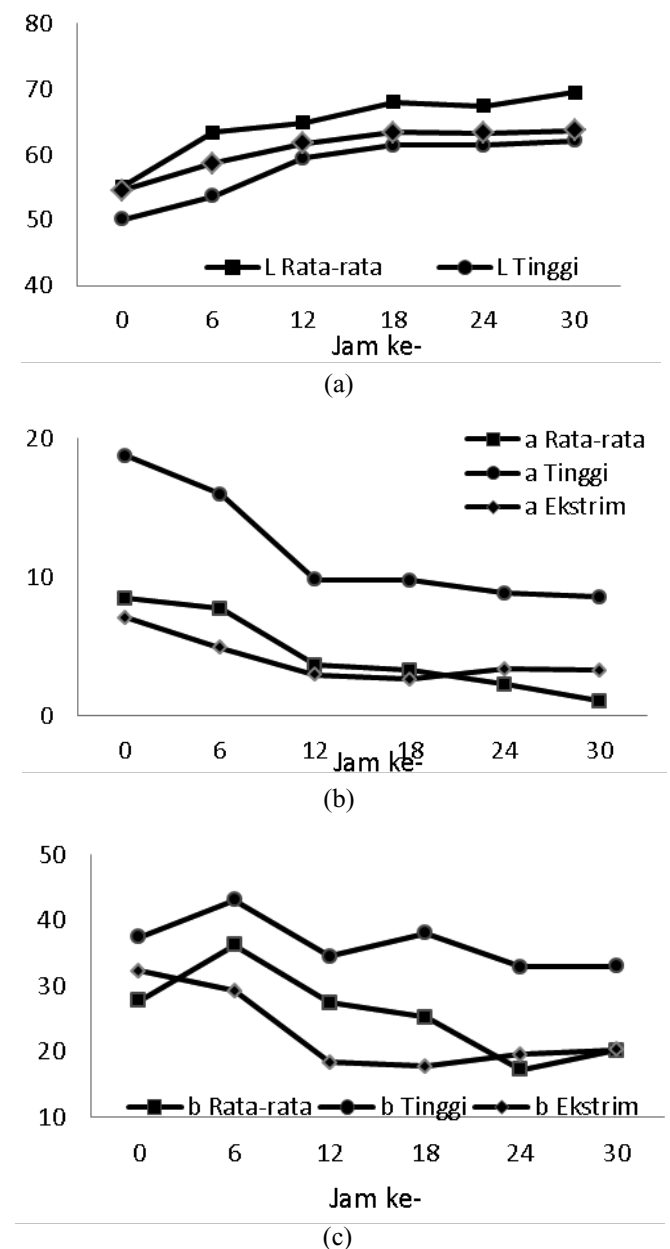
Setelah diberikan 3 perlakuan suhu menunjukkan hasil laju fotosintesis pada saat suhu ekstrim dengan penyiraman sebesar $426.000 \pm 322.250 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Namun hasil yang didapatkan masih terdapat eror yang tinggi hal ini dapat disebabkan karena dalam pengulangan terdapat perbedaan nilai laju fotosintesis yang cukup tinggi. Nilai tertinggi pada ulangan ketiga yaitu sebesar $688 \text{ mol}/\text{m}^2/\text{s}$ karena oleh laju serapan CO_2 yang paling tinggi yaitu sebesar $4.88 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Konduktansi stomata mempunyai nilai yang minus atau nol yang artinya tidak ada konduktansi stomata. Hal ini menunjukkan *greening material* Lumut mengalami dormansi setelah diberikan perlakuan. Lakitan (2008) menyebutkan pada kondisi kekeringan (dan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan lainnya, seperti tergenang atau suhu tinggi). Kandungan asam abisat ABA pada daun akan meningkat terlebih dahulu sebelum stomata mulai menutup. Sedangkan pada saat suhu rata-rata penyiraman lumut masih aktif dalam melakukan pembukaan dan penutupan stomata walaupun nilainya kecil.

Konversi RGB ke $L^*a^*b^*$ Menggunakan Software Matlab 7.8 2009a

Pengujian dengan statistik *F-test One Way Anova* berbeda secara signifikan terhadap hasil rata-rata nilai warna $L^*a^*b^*$. Hasil ini berbeda dengan pembacaan nilai $L^*a^*b^*$ dengan kromameter dikarenakan nilai $L^*a^*b^*$ dari konversi RGB memiliki data yang lebih banyak, yaitu setiap 6 jam sedangkan pembacaan dengan kromameter hanya di awal dan diakhir. Nilai rata-rata L^* atau kecerahan berbedaan nyata pada

perlakuan suhu rata-rata dengan penyiraman dan suhu ekstrim, suhu rata-rata. Perlakuan dengan suhu ekstrim mempunyai nilai kecerahan yang tinggi, berbanding terbalik dengan perlakuan dengan suhu rata-rata air dengan penyiraman. Hal ini membuktikan bahwa pengaruh penyiraman air dapat mempertahankan nilai warna dari *greening material* lumut tetap pada kondisi sebelum perlakuan suhu.

Pada Gambar 8. terlihat kenaikan nilai L^* setiap 6 jam dan menunjukkan pola yang signifikan pada 12 jam awal, kemudian setelah itu cenderung mengalami kenaikan lebih lambat. Komponen nilai a^* dan b^* mengalami penurunan dengan pola yang sama pada yaitu signifikan pada jam ke



Gambar 8a) Perubahan nilai L^* ; b) Perubahan nilai a^* ; c) Perubahan nilai b^* versus waktu

12. Parameter suhu ekstrim mempunyai perubahan warna yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan parameter suhu tinggi dan suhu rata-rata. Hal ini dikonfirmasi bahwa perlakuan parameter suhu tinggi/ekstrim memenuhi atribut parameter “Eye Catching” dan parameter suhu rendah memenuhi atribut parameter “Comfortable”. Kedua atribut tersebut merupakan titik kritis dari desain *greening material* lumut (Ushada dkk., 2012).

Pada grafik komponen warna b^* dan a^* pada perlakuan suhu ekstrim mengalami penurunan yang paling tinggi dan mengalami kenaikan pada kecerahan L^* . Hal ini dikonfirmasi dalam Ushada dkk., (2007) dan Ushada and Murase (2009) bahwa pada kondisi ekstrim, *greening material* lumut merefleksikan warna yang lebih cerah. Lumut mampu menyerap air, 1 kilogram (2.2 pound) lumut kering akan mengambil 25 kilogram (55 pound) air (Stern, 2003). Saat lumut menyerap banyak air warna akan berubah semakin gelap dan saat kondisi cuaca ekstrim dan kehilangan banyak air lumut berubah warna menjadi cerah.

Validasi dengan Kromameter

Tabel 4. Uji *F Two Way Anova* nilai $L^*a^*b^*$ dari hasil pembacaan dengan *Software Matlab 7.8 2009a* dan alat Kromameter Minolta CR 400

Komponen warna	<i>F</i> hitung	<i>F</i> tabel
<i>Lightness</i> (L)	0.495	3.106
<i>Redness</i> (a)	0.975	3.106
<i>Yellowness</i> (b)	0.991	3.106

Sumber: Data olahan peneliti 2012

Hasil perhitungan Uji *F Two Way Anova* secara keseluruhan yaitu pada komponen $L^*a^*b^*$ mempunyai nilai *F* hitung < *F* tabel pada tingkat kepercayaan 95% hal ini berarti tidak terdapat perbedaan signifikan nilai rata-rata komponen warna $L^*a^*b^*$ dari hasil pembacaan dengan *software Matlab 7.8 2009a* dan alat Kromameter Minolta CR 400. Pembacaan nilai RGB dan pengkonversian nilai RGB menjadi $L^*a^*b^*$ dengan Matlab ini menggunakan rumus Lindbloom dan Syarif, sedangkan indeks RGB diperoleh dari rumus Hendrawan dan Murase (2009). Penggunaan *software Matlab 7.8 2009a* ini sangat efektif dan membantu untuk pembacaan nilai RGB dan $L^*a^*b^*$ terlebih untuk *image* atau citra yang jumlahnya banyak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengujian mutu *greening material* lumut dengan perlakuan perbedaan suhu mempunyai nilai laju fotosintesis

paling optimal pada perlakuan suhu ekstrim dengan penyiraman. Secara keseluruhan *greening material* lumut mampu bertahan diaplikasikan pada ketiga perlakuan suhu. Pembacaan nilai RGB dan konversi RGB ke $L^*a^*b^*$ tidak berbeda nyata dengan pembacaan nilai $L^*a^*b^*$ menggunakan alat Kromameter, penggunaan kamera digital dan *software Matlab 7.8 2009a* dapat dijadikan alat bantu analisis mutu warna *greening material* lumut.

Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan antara perubahan warna dengan kadar air sehingga menemukan korelasinya dan mampu menemukan standar mutu *greening material* lumut dari segi warna dan kadar air sebagai titik kritis. Pada aplikasi lapangan disarankan menggunakan panel penutup diatas *greening material* lumut terkait perbedaan intensitas cahaya didalam *confined space* dan di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada program RECAT (*Research Collaboration in Agroindustrial Technology*) yaitu Kerjasama Penelitian antara Laboratorium Sistem Produksi Teknologi Industri Pertanian Universitas Gadjah Mada dan *Laboratory of Bioproduction Engineering, Department of Mechanical Engineering, Osaka Prefecture University, Japan*. Penelitian ini mendapat dukungan dana dari Hibah Bersaing DIKTI-DIPA UGM untuk program tahun 2011-2013 dan *Hitachi Scholarship Graduate Support Program 2012-2013*. Terimakasih kepada Esti Rumaningsih rekan satu tim penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N., Kusnandar, F. dan Herawati, D. (2011). *Analisis Pangan*. Dian Rakyat, Jakarta.
- Graham, E.A., Hamilton, M.P., Mishler, B.D., Rundel, P.W. dan Hansen, M.H. (2006). Use of a network digital camera to estimate net CO₂ uptake of a desiccation-tolerant moss. *International Journal of Plant Science* **167**(4): 751-758.
- Hendrawan, Y. dan Murase, H. (2009). Precision irrigation for sunagoke moss production using intelligent image analysis. *Environmental Control in Biology* **47**(1): 21-36.
- Lakitan, B. (2008). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Sridjono, Hendy, H.H., Tandjung, S.D. dan Pudjoarinto, A. (2001). Pengaruh ruang terbuka hijau kota (RTHK) terhadap iklim mikro dan indeks ketidaknyamanan. *Teknosains* **14**(3): 457-468.

- Stern, K.R. (2003). *Introductory Plant Biology*. McGraw Hill Companies Inc.
- Syarif, M. (2010). *Teknik Pengolahan Citra untuk Identifikasi Dimensi dan Bentuk Wortel (Daucus Corota)*. Skripsi. Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Tidak Diterbitkan).
- Takahashi, N., Murase, H. dan Murakimi, K. (2002). Local temperature control within confined space by using a neural network model. *Jurnal of Society of High Tecnology in Agriculture* **14**(3): 131-135.
- Ushada, M. dan Murase, H. (2007). Non-destructive sensing and its inverse model for canopy parameters using texture analysis and artificial neural network. *Computers and Electronics in Agriculture* **57**(2): 149-165.
- Ushada, M. dan Murase, H. (2009). An intelligent watchdog model for quality control of an affective bio-greening material. *Environment Control in Biology* **47**(3): 145-156.
- Ushada, M. dan Murase, H. (2011). Modeling consumer preference for greening material using bayesian belief network and particle swarm optimization. *CIGR Journal* **13**(1): 1-13.
- Ushada, M., Wicaksono, A. dan Murase, H. (2012). Design of moss greening material for merapi disaster prone area using Kansei engineering. *Engineering in Agriculture, Environment, and Food* **5**(4): 140-145.
- Ushada, M., Suryandono, A., Falah, M.A.F., Khuryati, N., Wicaksono, A. dan Murase, H. (2013). Performance evaluation of moss rooftop greening prototype in a confined space. *Engineering in Agriculture, Environment, and Food*, In Press.