

---

**UJI PERFORMANSI PILOT PLANT PANEL  
GREENING MATERIAL LUMUT (*Sphagnum* sp.) SEBAGAI  
PELAPIS ATAP BANGUNAN**

**PILOT PLANT PERFORMANCE TEST OF PANEL ASSEMBLY  
FOR MOSS ROOFTOP GREENING MATERIAL (*Sphagnum* sp.)**

Lathifa Indraningtyas<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas  
Lampung

\*email: [thifa.180991@gmail.com](mailto:thifa.180991@gmail.com)

**Abstract.** The application of green technology is able to be done by developing greening materials. Previous research developed a greening material using moss (*Sphagnum* sp.) which was applied as a rooftop greening material on a laboratory scale and towards a commercial industrial scale through a scale up process. Geometric design by using a pilot plant with a scale up of panel length of 100 cm and a scale down of panel length with a size of 25 cm will be compared with a laboratory scale (panel length of 50 cm). This research aims to test a pilot plant performance of scale up panel for moss rooftop greening material (*Sphagnum* sp.). The research carried out by preparing of materials, assembling panels of greening moss material (*Sphagnum* sp.) on the rooftop, performance test of moss rooftop greening material including photosynthesis rate, and analysing data by using independent sample t-test. Result of research shows that the pilot plant performance test was different from the laboratory (control) due to photosynthesis rate with a difference of 25.333 mol/m<sup>2</sup>/s (scale up) and 6.33333 mol/m<sup>2</sup>/s (scale down). Furthermore, study of kinematic and dynamic similarity due to panel assembly is supposed to be done.

**Keywords:** Greening material, *Sphagnum* sp., pilot plant, scale up, scale down

**Abstrak.** Penerapan *green technology* dapat dilakukan dengan mengembangkan *greening material*. Penelitian sebelumnya telah melakukan pengembangan *greening material* menggunakan tumbuhan lumut (*Sphagnum* sp.) yang diaplikasikan sebagai pelapis atap bangunan (*rooftop greening material*) pada skala laboratorium dan menuju skala industri komersial melalui proses peningkatan skala (*scale up*). Perancangan geometris dilakukan dengan membuat *pilot plant* dengan ukuran *scale up* panjang panel ukuran 100 cm dan *scale down* panjang panel ukuran 25 cm untuk dibandingkan dengan skala laboratorium (panjang panel 50 cm). Tujuan penelitian ini yaitu melakukan uji performansi pilot plant hasil *scale up* panel *greening material* lumut (*Sphagnum* sp.) sebagai pelapis atap bangunan. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu persiapan alat dan bahan, perakitan panel *greening material* lumut (*Sphagnum* sp.) sebagai pelapis atap, uji performansi *greening material* lumut (*Sphagnum* sp.) dengan melakukan uji laju fotosintesis lumut, dan analisis data menggunakan *independent sample t-test*. Uji performansi *pilot plant* hasil *scale*

up panel greening material lumut (*Sphagnum* sp.) sebagai pelapis atap bangunan menggunakan *independent sample t test* menghasilkan rata-rata laju fotosintesis perlakuan *pilot plant* berbeda dengan laboratorium (kontrol) dengan rata-rata perbedaan 25,333  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (*scale up*) dan 6,33333  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (*scale down*). Studi lebih lanjut mengenai penggunaan prinsip kesamaan kinematis dan dinamis dalam *scale up* perakitan panel perlu dilakukan.

**Kata kunci:** *Greening material, Sphagnum* sp., *pilot plant, scale up, scale down*

## PENDAHULUAN

Pengembangan *green technology* merupakan langkah tepat yang mampu meminimalisir dampak negatif pemanasan global. Menurut [Saffuana et al.\(2012\)](#), *green technology* merupakan pengembangan serta penerapan produk, peralatan, dan sistem yang mempertimbangkan aspek pemeliharaan dan kelestarian lingkungan. Salah satu penerapan *green technology* adalah dengan mengembangkan *greening material*. *Greening material* merupakan tanaman yang ditumbuhkan pada sebuah media tanah atau non tanah pada area terbatas yang tidak termanfaatkan (*death space*), seperti tembok, atap dan lain sebagainya ([Ushada et al., 2011](#)). *Greening material* tidak hanya berfungsi sebagai bahan penghijauan, tetapi juga mampu menyerap air dan memperlancar aliran keluar masuk udara dalam suatu sistem dengan menggunakan prinsip evapo-transpirasi. Selain itu, kemampuan *greening material* dalam melakukan fotosintesis yaitu menyerap  $\text{CO}_2$  dari lingkungan dan menghasilkan  $\text{O}_2$  ke lingkungan menjadikan fungsinya tidak hanya mampu mengurangi efek gas rumah kaca, tetapi berperan sebagai *air freshener* dalam aliran udara di lingkungan. Aplikasi *greening material* juga dapat menurunkan suhu ruang dan apabila diaplikasikan di atap bangunan akan menjadi daya tarik tersendiri karena hingga saat ini atap bangunan merupakan area tidak termanfaatkan ([Ushada et al.\(2007\)](#); [Ushada dan Murase \(2009\)](#); [Ushada et al. \(2012\)](#), [Ushada et al. \(2013\)](#)).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya ([Indraningtyas et al, 2015](#)), pengembangan *greening material* menggunakan tumbuhan lumut (*Sphagnum* sp.) yang diaplikasikan sebagai pelapis atap bangunan (*rooftop greening material*) telah dilaksanakan pada skala laboratorium dan menuju skala industri komersial melalui proses peningkatan skala (*scale up*). Analog model *scale up* proses perakitan panel yang disusun berdasarkan kesamaan geometris menghasilkan identifikasi pada variabel kritis yaitu kecepatan alir udara ( $v$ ), massa lumut kering ( $m$ ), lebar panel ( $l$ ), dan tebal panel ( $t$ ) dan fotosintesis lumut ( $y$ ). Perancangan geometris *scale up* yang dibuat yaitu *pilot plant* dengan ukuran *scale up* panjang panel dengan ukuran 100 cm dan *scale down* panjang panel dengan ukuran 25 cm untuk dibandingkan dengan skala laboratorium yaitu 50 cm. Dua ukuran ini digunakan mengingat tujuan dari pembuatan *pilot plant* dalam suatu peningkatan skala adalah untuk menghindari pemborosan biaya dan harus mempertimbangkan apakah memungkinkan atau tidak untuk dilakukan. Menurut [Gino et al., \(2007\)](#), *scale up* merupakan

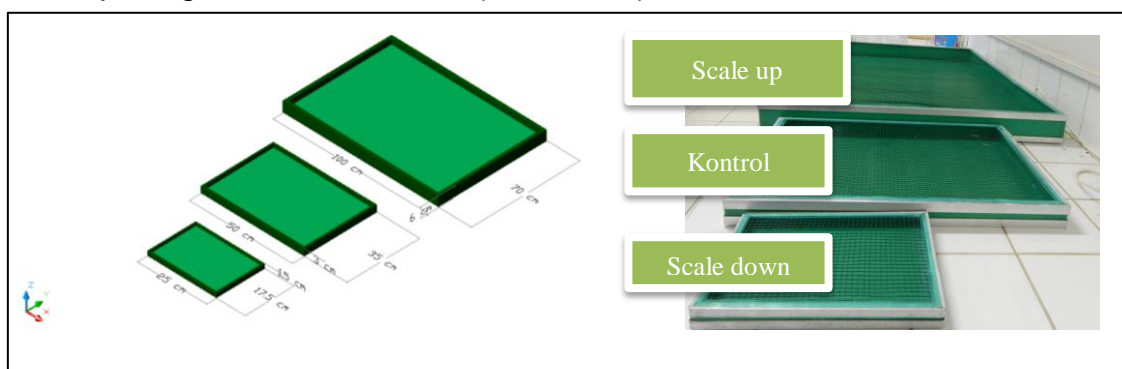
peningkatan skala dari skala laboratorium ke skala industri komersial dengan tetap mempertahankan mutu antara skala laboratorium dan skala komersial. *Scale up* dilakukan dengan merancang *pilot plant* yaitu model eksperimen sebagai peralihan dari skala laboratorium sebelum menuju skala industri. *Pilot plant* yang dibuat dapat berupa reaktor yang lebih besar maupun reaktor yang lebih kecil dari ukuran skala laboratoriumnya. Gerontas *et al.*, (2010) menambahkan bahwa dalam mempersiapkan skala industri dapat dilakukan dengan membuat model eksperimen (*pilot plant*) lebih kecil sebagai pendekatan yang berfungsi untuk mengurangi jumlah percobaan, mempersingkat waktu, dan meminimalisir biaya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Indraningtyas *et al.*, 2015), rancangan *pilot plant scale up* tahap perakitan panel merupakan panel yang memiliki kesamaan geometris dibandingkan dengan skala laboratorium. Pada skala *pilot plant scale up*, panel yang dirancang memiliki nilai dimensi panjang (L) yang terdiri dari panjang (p), lebar (l), dan tebal (t) 2 kali lebih besar dibandingkan skala laboratorium. Pada skala *pilot plant scale down*, panel yang dirancang memiliki nilai dimensi panjang (L) yang terdiri dari panjang (p), lebar (l), dan tebal (t) yaitu 2 kali lebih kecil atau setengah kali dari ukuran skala laboratorium. Hasil perhitungan rancangan pilot plant berdasarkan prinsip kesamaan geometris yang telah dilakukan disajikan pada tabel berikut (Tabel 1.)

**Tabel 1.** Perhitungan rancangan *pilot plant scale up* tahap perakitan panel

Parameter	Skala Laboratorium (Kontrol)	Skala Pilot Plant (I) (Scale up)	Skala Pilot Plant (II) (Scale down)
Panjang panel (p)	50 cm	100 cm	25 cm
Lebar panel (l)	35 cm	70 cm	17,5 cm
Tebal panel (t)	3 cm	6 cm	1,5 cm
Massa lumut kering (m)	67,5 gram	540 gram	8,4 gram

Sketsa dan hasil perancangan *pilot plant scale up* tahap perakitan panel dapat dilihat pada gambar di bawah ini (Gambar 1.).



**Gambar 1.** Sketsa dan hasil perancangan *pilot plant scale up* tahap perakitan panel

Berdasarkan penelitian sebelumnya, diperlukan adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui uji performansi hasil *scale up* panel *greening material* lumut

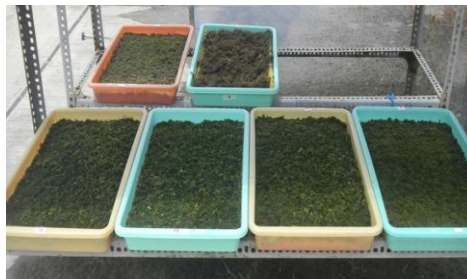
(*Sphagnum sp.*). sebagai pelapis atap bangunan dibandingkan dengan panel skala laboratorium. Uji performansi yang akan dilakukan yaitu uji fotosintesis setelah 14 hari instalasi panel di atap bangunan. Tujuan penelitian ini yaitu melakukan uji performansi pilot plant hasil *scale up* panel *greening material* lumut (*Sphagnum sp.*) sebagai pelapis atap bangunan.

## METODE PENELITIAN

Objek penelitian yang diamati yaitu model analog *scale up* tahap perakitan panel di atas atap bangunan berupa *pilot plant* ukuran *scale up* dan *scale down* yang dibandingkan dengan skala laboratorium (kontrol). Lokasi penelitian yaitu di Laboratorium Sistem Produksi, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Universitas Gadjah Mada, dan kemudian dilanjutkan di *Rooftop* Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada lantai 4 untuk melakukan uji *pilot plant* panel *greening material* lumut.

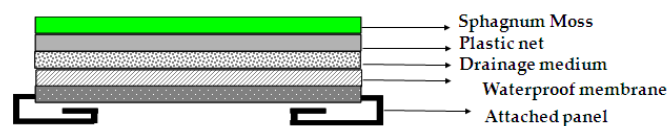
Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Lumut (*Sphagnum sp.*) yang telah diproliferasi dan kultivasi (Gambar 2.);
2. Panel *greening material* lumut dengan ukuran skala laboratorium, *scale up*, dan *scale down*;
3. Atap berbahan asbes dan ondulin dengan kemiringan 20°;
4. Alat uji fotosintesis dan serapan CO<sub>2</sub> LI-COR 6400 (Produksi R. Bioscience Inc.).



**Gambar 2.** Bahan baku lumut (*Sphagnum sp.*) yang telah diproliferasi dan kultivasi

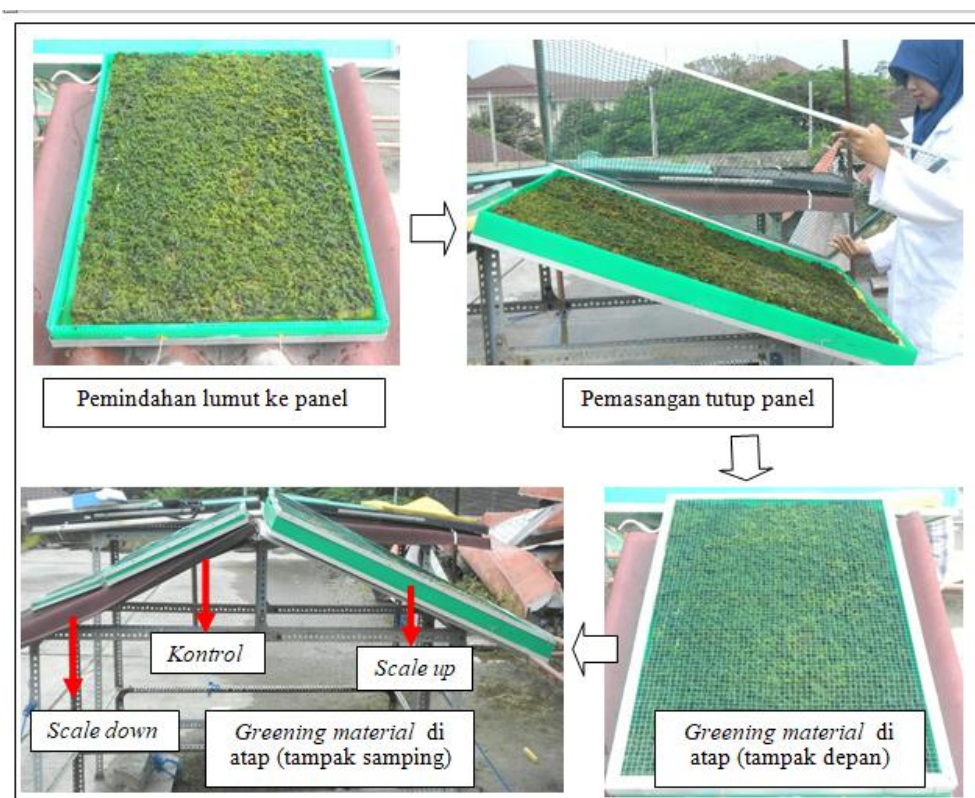
Komponen penyusun panel yang digunakan mengacu pada hasil penelitian sebelumnya yang terdiri dari kotak panel berbahan *impraboard* sebagai *waterproof membrane*, media tumbuh lumut berbahan busa sebagai *drainage medium*, penutup panel berbahan kawat plastik sebagai *plastic net*, lumut (*Sphagnum sp.*) sebagai *greening material*, dan pengait panel ke atap sebagai *attached panel* (Gambar 3.)



**Gambar 3.** Komponen penyusun panel  
(Sumber: Ushada *et al.*, 2012)

Perakitan panel *greening material* lumut (*Sphagnum* sp.) yang telah dirancang pada penelitian sebelumnya dengan lumut hasil kultivasi (Gambar 4.) adalah sebagai berikut:

1. Pemindahan lumut ke dalam panel dengan 3 jenis ukuran masing-masing berjumlah 1 buah yaitu kontrol (50x35x3) cm<sup>3</sup>, *scale up* (100x70x6) cm<sup>3</sup>, dan *scale down* (25x17,5x1,5) cm<sup>3</sup>. Panel sebelumnya telah dikaitkan menggunakan kawat di atas atap bangunan dengan kemiringan 20°.
2. Pemasangan tutup panel berbahan kawat plastik bertujuan agar lumut tetap terjaga pada posisinya.
3. Panel *greening material* lumut di atas atap bangunan siap diaplikasikan.



**Gambar 4.** Tahap perakitan panel *greening material* lumut (*Sphagnum* sp.) di atas atap bangunan.

Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Perakitan panel *greening material* lumut (*Sphagnum* sp.) ukuran skala laboratorium, *scale up* dan *scale down* di atap bangunan dengan kemiringan 20° selama 14 hari.
3. Uji performansi *greening material* lumut (*Sphagnum* sp.) yaitu uji laju fotosintesis
4. Analisis data menggunakan uji beda *independent sample t-test* dengan software SPSS 16.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

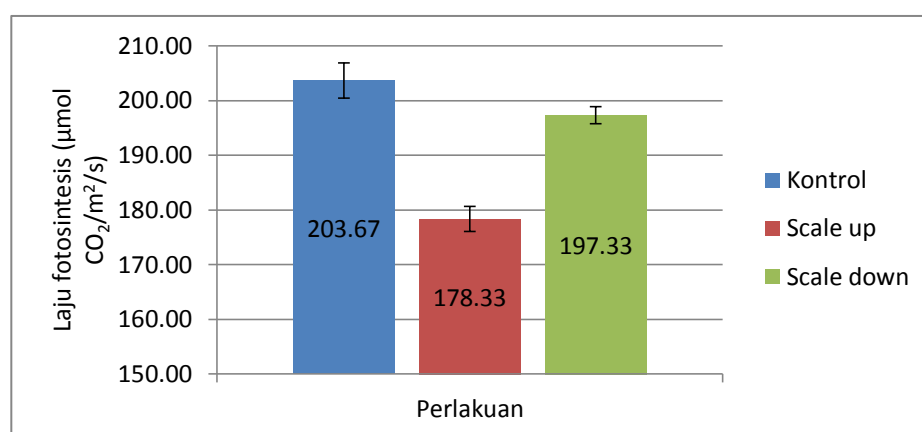
### Uji Laju Fotosintesis Lumut

Uji laju fotosintesis lumut merupakan uji untuk melihat kemampuan lumut melakukan fotosintesis setelah diaplikasikan di atas atap bangunan dengan kondisi lingkungan yang tidak dapat dikendalikan. Pengujian dilakukan dua kali yaitu pada sampel lumut sebelum dan sesudah aplikasi di atas atap bangunan selama 14 hari. Lama waktu 14 hari berdasarkan pertimbangan bahwa selama 14 hari lumut telah memperoleh cahaya matahari dan air hujan yang dianggap telah mewakili kondisi riil di lapangan. Berikut ini merupakan rata-rata hasil pengujian laju fotosintesis lumut sebelum dan sesudah diaplikasikan selama 14 hari di atap bangunan (Tabel 2.).

**Tabel 2.** Rata-rata uji laju fotosintesis lumut sebelum dan sesudah diaplikasikan di atap bangunan

Variabel	Sebelum		Sesudah	
		Kontrol	Scale up	Scale down
Laju fotosintesis ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ )	$181,67 \pm 1,53$	$203,67 \pm 3,21$	$178,33 \pm 2,31$	$197,33 \pm 1,53$

Grafik perbandingan nilai rata-rata hasil uji laju fotosintesis menggunakan alat LI-COR 6400 setelah diaplikasikan di atap bangunan selama 14 hari pada perlakuan kontrol, *scale up*, dan *scale down* dapat dilihat pada gambar berikut (Gambar 5.).

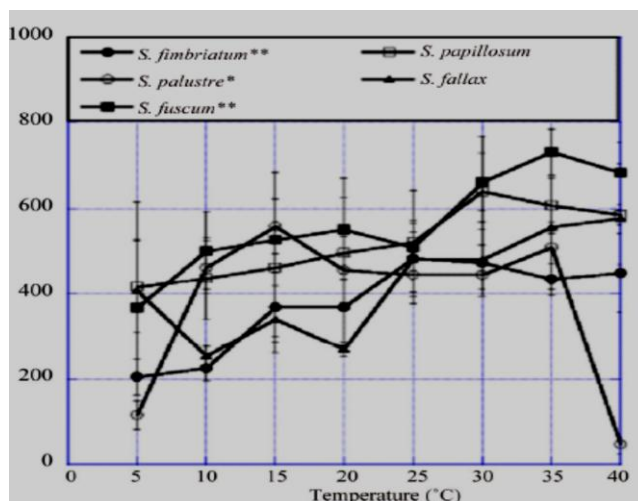


**Gambar 5.** Rata-rata laju fotosintesis lumut setelah aplikasi selama 14 hari

Laju fotosintesis perlakuan kontrol memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan *scale up* dan *scale down*. Hal tersebut terjadi karena kondisi proses dan parameter yang digunakan dalam perlakuan kontrol berasal dari penelitian terdahulu yang terbukti menghasilkan fotosintesis lumut terbaik. Selain itu, perubahan geometris panel pada perlakuan *scale up* dan *scale down*

(dalam hal ini ketebalan media busa yang disesuaikan dengan ketebalan panel) juga mempengaruhi fotosintesis. Jika media busa terlalu tipis, maka jumlah air yang dapat disimpan pada media busa sedikit. Jika media busa terlalu tebal, maka air yang terserap dan turun ke bagian bawah busa akan sulit diserap oleh lumut. Lumut merupakan tumbuhan yang tidak memiliki akar, sehingga jika busa yang digunakan memiliki ketebalan yang melampaui batas kemampuan lumut dalam menyerap air, maka air yang dibutuhkan lumut untuk melakukan fotosintesis tidak tercukupi.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang diperoleh Haraguchi dan Yamada (2011) di wilayah Jepang, maka nilai laju fotosintesis yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan laju fotosintesis maksimum yang dapat diperoleh dari 5 spesies *Sphagnum* berikut ini yaitu *Sphagnum fimbriatum* mencapai laju fotosintesis maksimum pada kondisi suhu 25 °C sebesar 450  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  dan minimum pada suhu 5 °C sebesar 200  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ; *Sphagnum palustre* pada suhu 30 °C sebesar 660  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  dan minimum pada suhu 40 °C sebesar 80  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ; *Sphagnum fuscum* pada suhu 35 °C sebesar 720  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  dan minimum pada suhu 5 °C sebesar 390  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ; *Sphagnum papillosum* pada suhu 35 °C sebesar 605  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  dan minimum pada suhu 5 °C sebesar 405  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ; serta *Sphagnum fallax* pada suhu 25 °C sebesar 500  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  dan minimum pada suhu 10 °C sebesar 220  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  (Gambar 6.)



**Gambar 6.** Rata-rata laju fotosintesis maksimum 5 spesies *Sphagnum*.  
pada beberapa kondisi suhu  
(Sumber : Haraguchi dan Yamada, 2011)

Berdasarkan dua keadaan aplikasi *greening material* lumut *Sphagnum* sp. di Indonesia (wilayah Yogyakarta) pada kondisi lingkungan yang berbeda (musim kemarau dan musim hujan), menunjukkan lumut masih bisa beradaptasi dan melakukan fotosintesis. Nilai laju fotosintesis yang diperoleh juga masih di atas nilai minimum fotosintesis *Sphagnum* sp. yang telah diaplikasikan di Jepang. Hal tersebut menunjukkan bahwa lumut *Sphagnum* sp.

cocok diaplikasikan di Indonesia sebagai *greening material* yang dapat mengurangi dampak gas rumah kaca CO<sub>2</sub> melalui proses fotosintesisnya.

### Analisis data menggunakan uji independent sample t-test

Pada penelitian ini, uji *independent sample t-test* dilakukan untuk melihat ada tidaknya perbedaan pada nilai laju fotosintesis pada panel pilot plant (*scale up* dan *scale down*) dengan panel skala laboratorium (kontrol). Uji *independent sample t-test* dilakukan 2 kali yaitu untuk skala laboratorium dan skala *pilot plant* I (kontrol dan *scale up*), dilanjutkan untuk skala laboratorium dan skala *pilot plant* II (kontrol dan *scale down*). Berikut ini merupakan tabel hasil uji *independent sample t-test* laju fotosintesis kontrol dan *scale up* (Tabel 3a.) dan laju fotosintesis kontrol dan *scale down* (Tabel 3b.)

**Tabel 3a.** Hasil uji *independent sample t-test* laju fotosintesis (kontrol dan *scale up*)

		Group Statistics				
	Skala	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Fotosintesis	Skala Lab	3	2.0367E2	3.21455	1.85592	
	Skala Pilot	3	1.7833E2	2.30940	1.33333	

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Fotosintesis	Equal variances assumed	.679	.456	11.086	4	.000	25.33333	2.28522	18.98855	31.67812
	Equal variances not assumed			11.086	3.630	.001	25.33333	2.28522	18.72537	31.94130



**Tabel 3b.** Hasil uji *independent sample t-test* laju fotosintesis (kontrol dan *scale down*)

Group Statistics									
	Skala	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Hasil	skalaLab	3	2.0367E2	3.21455	1.85592				
	SkalaPil	3	1.9733E2	1.52753	.88192				

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Hasil	Equal variances assumed	2.880	.165	3.082	4	.037	6.33333	2.05480	.62828	12.03839
	Equal variances not assumed			3.082	2.859	.058	6.33333	2.05480	-.39169	13.05835

Tabel 3a. menunjukkan bahwa hasil signifikansi t-hitung adalah  $0,000 < 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata laju fotosintesis lumut perlakuan kontrol dan *scale up* berbeda dengan rata-rata perbedaan sebesar  $25,333 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Tabel 3b. menunjukkan bahwa hasil signifikansi t-hitung adalah  $0,037 < 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata hasil uji fotosintesis lumut perlakuan kontrol dan *scale down* berbeda dengan rata-rata perbedaan sebesar  $6,33333 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Berdasarkan perbedaan yang diperoleh, dapat dilihat bahwa perlakuan kontrol (skala laboratorium) menghasilkan performansi yang lebih baik dibandingkan perlakuan kedua *pilot plant*. Namun perbedaan dari masing-masing perlakuan hanya sedikit sehingga *pilot plant* dianggap memiliki mutu yang mendekati skala laboratorium. Hal ini terjadi karena kondisi proses dan parameter yang digunakan dalam perlakuan kontrol berasal dari penelitian terdahulu yang memiliki kondisi proses dan menghasilkan fotosintesis lumut terbaik. Kondisi proses pada perlakuan *pilot plant* masih harus diidentifikasi lebih lanjut khususnya menggunakan prinsip kesamaan kinematis dan dinamis. Menurut Scott (2007), proses skala besar tidak akan menghasilkan produk yang identik dengan produk aslinya, akan tetapi menghasilkan produk yang menyerupai produk aslinya.

### SIMPULAN

Uji performansi *pilot plant* hasil *scale up* panel greening material lumut (*Sphagnum* sp.) sebagai pelapis atap bangunan menggunakan *independent sample t test* menghasilkan rata-rata laju fotosintesis perlakuan *pilot plant* berbeda dengan laboratorium (kontrol) dengan rata-rata perbedaan  $25,333 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (*scale up*) dan  $6,33333 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (*scale down*). Studi lebih lanjut mengenai penggunaan prinsip kesamaan kinematis dan dinamis dalam *scale up* perakitan panel perlu dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Gerontas, S., Asplund, M., Hjorth, R., dan Bracewell, D.G. (2010). Integration of Scale-down Experimentation and General Rate Modelling to Predict Manufacturing Scale Chromatographic Separations. *Journal of Chromatography A* 1217 (44), 6917-6926.
- Gino, J. E. B., de Jong, G., Marvin, P., van't Riet, K., Leo, A., van der Pol, E. C., Beuvery, J. T., dan Dirk, E. M. (2007). Scale-up for Bulk Production of Vaccine Against Meningococcal Disease. *Journal Elsevier: Vaccine* 25, 6399–6408.
- Indrangingtyas, L., Ushada, M., dan Suryandono, A. (2015). Scale up of Panel Assembly for Moss Rooftop Greening Material (*Sphagnum* sp.) Using Dimensional Analysis. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 3, 114-120.
- Saffuana, R., J. Ariffina., Z. Amin. (2012). Planning Park for Liveable Cities: Green Technology Design: Practice for Tasik Biru Kundang, Kuang, Selangor, Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 35, 705–712.
- Scott, D.D., Bowser, T.J., dan McGlynn, W.G. (2007). *Scaling Up Your Food Process*. FACT Oklahoma State University. Oklahoma.
- Ushada, M., Murase, H., dan Fukuda, H. (2007). Non-destructive Sensing and Its Inverse Model for Canopy Parameters using Texture Analysis and Artificial Neural Network. *Computers and Electronics in Agriculture* (Impact Factor: 1.273) 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., Falah, M. A. F., Wicaksono, A., dan Murase, H. (2011). Development of Moss Greening Material for Merapi Disaster Prone Area. *CIGR International Symposium on "Sustainable Bioproduction, Water, Energy, and Food"*, September 19-23, 2011, Tokyo Japan.
- 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., Bachtiar, W. F., Wicaksono, A., dan Murase, H. (2013). Scale-up of Production System Prior to Commercial Moss (*Sphagnum* sp) Rooftop Greening Material. *Proceeding of ISABE 2013*, Paper #D17.
- Yamada, N., dan Haraguchi, A. (2011). Temperature Dependency of Photosynthesis of *Sphagnum* sp. Distributed in the Warm-Temperate and the Cool-Temperate Mires of Japan. *American Journal of Plant Sciences* 2, 716-725.