

PENGARUH FREKUENSI PENAMBAHAN *BIOSLURRY* CAIR TERHADAP PRODUKSI *DUCKWEED* (*Lemna sp.*) PADA KOLAM TERPAL

Irma Hafidar Hasibuan, Meidi Syaflan, Ngatirah

Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi penambahan bioslurry cair terhadap produktivitas panen dan komposisi duckweed (*Lemna sp.*) pada kolam terpal dan menentukan jumlah atau periode penambahan bioslurry cair yang terbaik yang mampu meningkatkan produktivitas panen dan komposisi duckweed (*Lemna sp.*) pada kolam terpal. Percobaan ini dirancang menggunakan Rancangan Blok Lengkap (RBL) satu faktor yaitu frekuensi penambahan bioslurry cair terhadap produksi duckweed (*Lemna sp.*) pada kolam terpal. Pengamatan dilakukan terhadap peningkatan berat basah duckweed setiap panen. Dilakukan pula analisis proksimat kadar protein, lemak, serat kasar, air, dan abu yang terkandung didalam duckweed (*Lemna sp.*) pada panen terakhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi penambahan bioslurry cair yang mengalami peningkatan berat basah tertinggi adalah pada frekuensi 12 hari sekali yakni 0,1254 Kg. Frekuensi penambahan bioslurry cair berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein duckweed yang dihasilkan. Diketahui kadar protein tertinggi adalah frekuensi 12 hari sekali (B) yaitu dengan rata-rata sebesar 20,2611%. Sedangkan frekuensi penambahan bioslurry cair tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar lemak, kadar serat, dan kadar abu.

Kata kunci: Duckweed(Lemna minor), Bioslurry, Frekuensi.

LATAR BELAKANG

Tingginya produktivitas *duckweed* dapat dijadikan sebagai salah satu pakan alternatif dan suplemen pakan untuk memenuhi ketersediaan pakan setiap tahunnya. Selain itu, *duckweed* juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan bernutrisi bagi manusia. *Bioslurry* mengandung nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, yakni nutrisi makro yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak serta nutrisi mikro yang hanya diperlukan dalam jumlah sedikit.

Pada penelitian sebelumnya, pemanfaatan *bioslurry* ini dijadikan

sebagai pupuk dasar yang menjadi sumber nutrisi pokok pada budidaya *duckweed*. Akan tetapi pengamatan yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya hanya selama 1 kali panen saja, padahal *duckweed* dapat dipanen setiap hari jika didalam media tersedia nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan *duckweed*. Untuk mencapai kecukupan nutrisi maka, perlu dilakukan penambahan *bioslurry* cair secara periodik setiap 6 atau 12 hari sekali, Sehingga dengan frekuensi penambahan nutrisi secara berkala maka dapat memaksimalkan produktivitas *duckweed* dan juga untuk meningkatkan kandungan

mineral, protein dan zat lainnya diperlukan penambahan nutrisi pada proses budidaya *duckweed*. Namun hal yang menjadi titik utama adalah mengenai berapa periode penambahan nutrisi yang baik untuk memperoleh hasil panen yang stabil dan berkelanjutan (*sustainable*).

DASAR TEORI

Lemna sp. juga memiliki banyak manfaat antara lain : sebagai *biofertilizer* untuk meningkatkan pertumbuhan plankton (Astrid *et al.* 2013), pakan ternak dan pakan ikan (Culley *et al.* 1981). Tanaman *Lemna sp.* memiliki toleransi hidup pada kisaran pH 5-9 dan akan tumbuh baik pada pH 7. Hasil penelitian Rovita *et al.* (2012) menyebutkan bahwa rataan suhu air untuk tanaman air yang optimum berada pada kisaran 26,69-28,34°C. Sedangkan *duckweed* dapat tumbuh baik pada suhu 6-33°C (Leng *et al.* 1994).

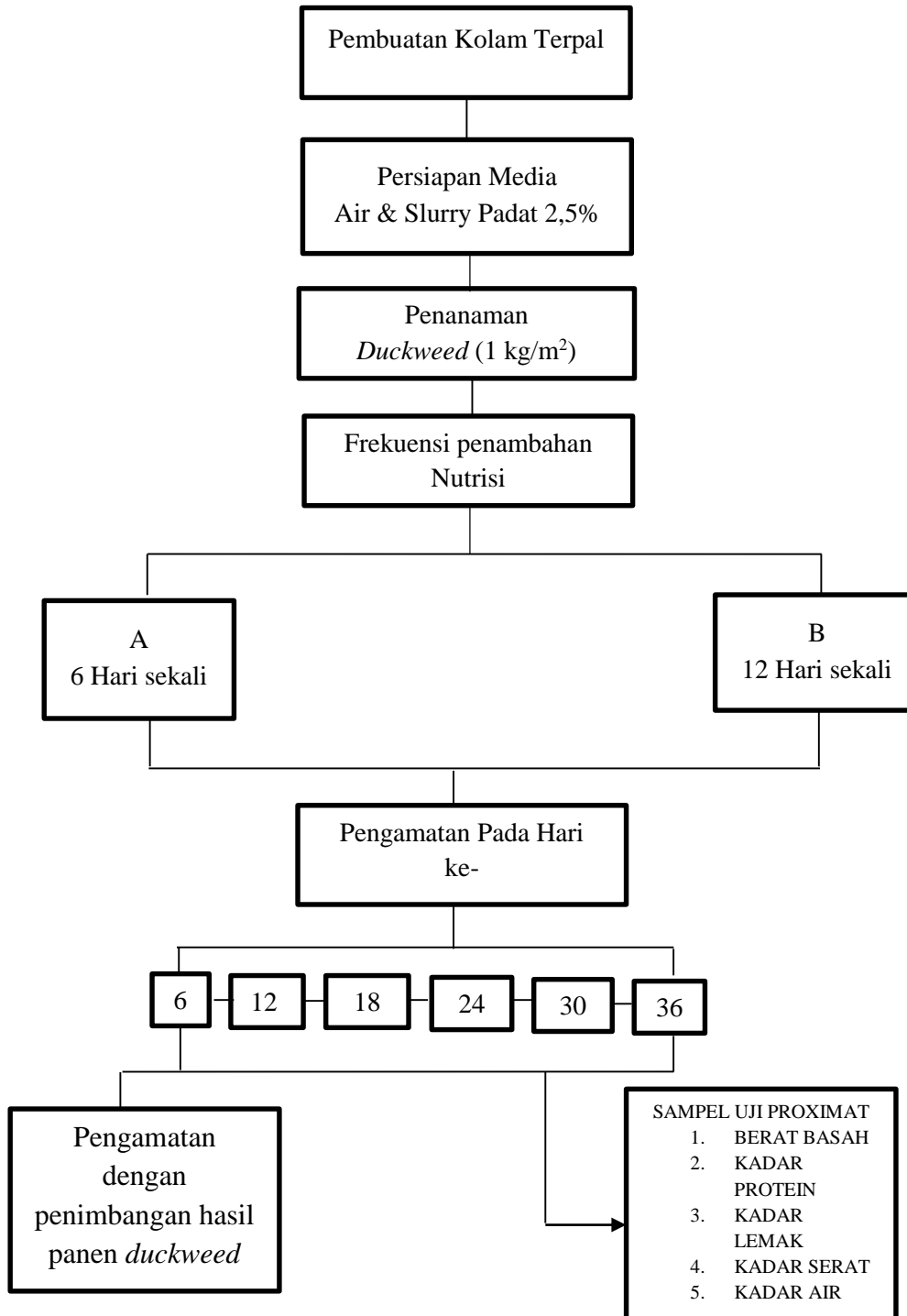
Bioslurry atau ampas biogas merupakan produk dari hasil pengolahan biogas berbahan campuran kotoran ternak dan air melalui proses tanpa oksigen (anaerobik) di dalam ruang tertutup. *Bioslurry* berwujud semi solid (padat), berwarna coklat terang atau hijau dan cenderung gelap, sedikit atau tidak mengeluarkan gelembung gas, tidak berbau dan tidak mengundang serangga. *Bioslurry* cair maupun padat dikelompokkan sebagai

pupuk organik karena seluruh bahan penyusunnya berasal dari bahan organik yaitu kotoran ternak dan telah terfermentasi. Pupuk *bioslurry* mengandung mikroba probiotik yang bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan dan kesehatan lahan pertanian. Sehingga berdampak dengan peningkatan kualitas dan kuantitas panen. *Bioslurry* sebagai pupuk organik mempunyai kandungan bahan organik yang cukup tinggi, yang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah. Tanah yang diberi *bioslurry* menjadi lebih remah, mudah mengikat nutrisi dan air serta meningkatkan populasi dan aktifitas mikroorganisme tanah. Kandungan rata-rata nitrogen *bioslurry* dalam bentuk cair lebih tinggi dibandingkan dalam bentuk padat. *Bioslurry* cair memiliki kandungan C-organik sebesar 47,99%, N-total sebanyak 2,92%, C/N sebanyak 15,77%, P₂O₅ sebanyak 0,21%, dan memiliki K₂O sebanyak 0,26% (Anonim, 2007).

Bioslurry mengandung nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, yakni nutrisi makro yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak seperti Nitrogen (N), Phosphor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S), serta nutrisi mikro yang hanya diperlukan dalam jumlah sedikit seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn). Sebagai pupuk organik

berkualitas, *bioslurry* aman digunakan untuk pemupukan aneka tanaman pangan, sayuran, bunga, buah dan tanaman perkebunan.

METODE PENELITIAN



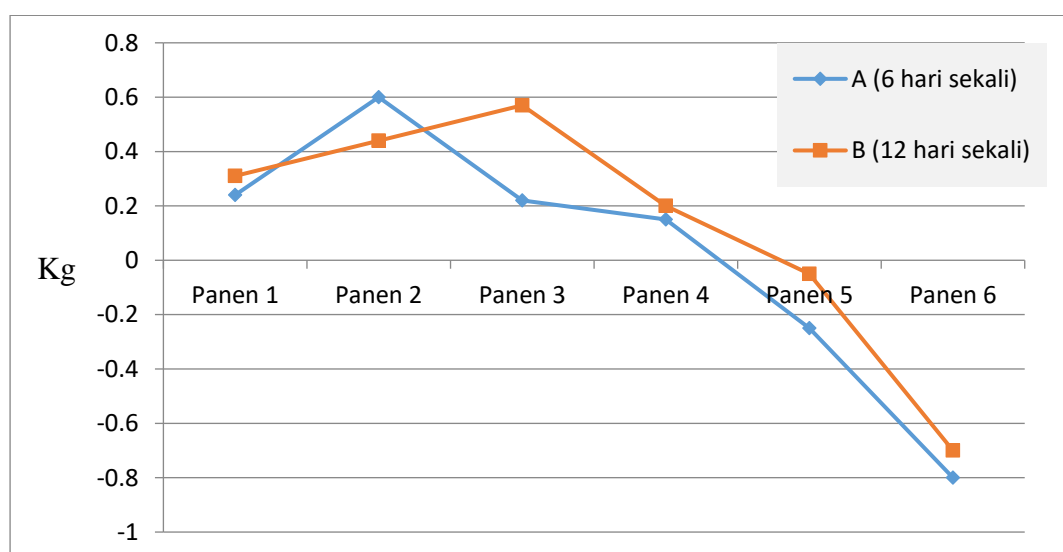
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan satu faktor, yaitu frekuensi penambahan nutrisi berupa *bioslurry cair* dengan 2 taraf faktor yang diulang sebanyak 4 kali. Pengulangan dilakukan sebanyak 4 kali sebagai blok, sehingga diperoleh $1 \times 2 \times 4 = 8$ satuan eksperimental. Setelah data dihasilkan selanjutnya dikomputasi untuk mendapatkan analisis keragaman (ANAKA), apabila terdapat pengaruh perlakuan maka selanjutnya dilakukan uji banding menggunakan uji jarak berganda *Duncan* jenjang 5%.

HASIL PENELITIAN

Untuk mengetahui pengaruh frekuensi penambahan nutrisi terhadap pertumbuhan *duckweed* yang dihasilkan dilakukan analisis meliputi rerata peningkatan berat basah, kadar air, kadar abu, kadar serat, kadar protein, kadar lemak.

Peningkatan berat basah *duckweed* diukur dengan dilihat berat basah *duckweed* pada hari ke 6 dikurangi berat bibit pada hari ke 1. Bibit yang digunakan pada awal penanaman adalah sebanyak 1,5 Kg.



Gambar 2. Grafik Hasil Panen *Duckweed*

Dari grafik diatas maka, dapat diketahui bahwa peningkatan berat basah pada *duckweed* terjadi mulai dari panen pertama hingga panen keempat. Sementara pada panen kelima dan keenam produksi

duckweed mulai menurun bahkan kurang dari jumlah *duckweed* yang ditanam.

Dari data primer dan hasil rerata peningkatan berat basah *duckweed* diatas, kemudian dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap

pertumbuhan yang dihasilkan. Analisis keragaman rerata peningkatan berat basah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Primer Rerata Peningkatan Berat Basah Selama 6 Kali Panen (Kg)

Perlakuan	Blok				Jumlah (T)
	I	II	III	IV	
A	0,0250	0,0167	0,0583	0,0167	0,1167
B	0,1350	0,0583	0,0583	0,2500	0,5016
Jumlah (R)	0,1600	0,0750	0,1166	0,2667	
Total					0,6183

Tabel 2. Hasil Analisis Keragaman Rerata Peningkatan Berat Basah

Sumber Keragaman	Db	JK	RK	F. Hit	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	1	0,0185	0,0185	3,5577 ^m	10,13	34,12
Blok	3	0,0102	0,0034	0,6538 ^m	9,28	29,46
Eror	3	0,0156	0,0052			
Total	7	0,0443	0,0063			

Ket: ^m) tidak berpengaruh nyata; *) berpengaruh nyata; **) berpengaruh sangat nyata.

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa frekuensi penambahan nutrisi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *duckweed*. Rerata peningkatan berat basah *duckweed* diantara kedua perlakuan memiliki selisih angka yang cukup jauh. Pada sampel A peningkatan berkisar antara 0,01 – 0,05 Kg sedangkan pada sampel B peningkatan berat basah berkisar antara 0,05 – 0,2 Kg.

Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Data primer kadar air pada sampel *duckweed* yang diambil pada minggu ke 6 dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari data primer dan hasil rerata analisis kadar air dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar air *duckweed* yang

dihasilkan. Analisis keragaman dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Data Primer Kadar Air (%)

Perlakuan	Blok				Jumlah (T)
	I	II	III	IV	
A	96,4171	96,5182	96,4639	97,1316	386,5308
B	96,7150	96,4270	96,3683	95,5154	385,0257
Jumlah (R)	193,1321	192,9452	192,8322	192,6470	
Total					771,5565

Tabel 4. Hasil Analisis Keragaman Kadar Air

Sumber Keragaman	Db	JK	RK	F. Hit	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	1	0,2833	0,2833	0,7900 ^{mn}	10,13	34,12
Blok	3	0,0621	0,0207	0,0577 ^{mn}	9,28	29,46
Eror	3	1,0758	0,3586			
Total	7	1,4212	0,2030			

Ket: ^{mn}) tidak berpengaruh nyata; ^{*}) berpengaruh nyata; ^{**}) berpengaruh sangat nyata.

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa frekuensi penambahan *bioslurry cair* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air *duckweed*. Dari Tabel 6 dapat juga diketahui bahwa frekuensi penambahan nutrisi 6 hari sekali memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan frekuensi penambahan nutrisi 12 hari sekali, namun tidak signifikan karena kadar air yang lebih tinggi bisa disebabkan oleh kandungan air pada media tanam yang tinggi yaitu sebanyak 97,5 %. Lebih dari 80 % berat

basah sel dan jaringan tumbuhan terdiri atas air (Prawiranata, 1989).

Kandungan unsur makro dan mikro serta bakteri yang ada pada media dapat meningkatkan kandungan air bebas dalam *duckweed*. Air bebas yang terkandung dalam bahan merupakan air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan, yaitu membran, kapiler dan serat yang memiliki sifat sebagai air bebas dan mudah diuapkan (Winarto, 2008).

Kadar Protein

Protein merupakan salah satu senyawa yang berupa makromolekul, yang terdapat didalam setiap organisme, dengan

karakteristik yang berbeda – beda. Berikut merupakan kadar protein pada sampel yang diambil pada minggu ke-6 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Primer Kadar Protein (% bb)

Perlakuan	Blok				Jumlah (T)
	I	II	III	IV	
A	16,1699	16,3145	18,5415	18,4731	69,4990
B	20,5801	20,5681	20,0896	19,8066	81,0444
Jumlah (R)	36,7500	36,8826	38,6311	38,2797	
Total					150,5434

Tabel 6. Hasil Analisis Keragaman Kadar Protein

Sumber Keragaman	Db	JK	RK	F. Hit	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	1	16,6620	16,6620	11,9099*	10,13	34,12
Blok	3	1,3786	0,4595	0,3284 ^{tn}	9,28	29,46
Eror	3	4,1969	1,3990			
Total	7	22,2375	3,1768			

Ket: ^{tn}) tidak berpengaruh nyata; *) berpengaruh nyata; **) berpengaruh sangat nyata.

Dari data primer dan hasil rerata analisis kadar protein dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar protein duckweed yang dihasilkan. Analisis keragaman dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa frekuensi penambahan nutrisi berpengaruh nyata terhadap kadar protein *duckweed*. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan uji jarak

berganda Duncan pada jenjang nyata 5% pada Tabel 7.

Dari Tabel 7 dapat diketahui bahwa perlakuan yang diberikan terhadap sampel memberikan pengaruh terhadap kandungan protein didalam sampel tersebut. Dimana dengan perlakuan frekuensi penambahan nutrisi 12 hari sekali menunjukkan kadar protein yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan frekuensi penambahan nutrisi 6 hari sekali.

Kemungkinan, terjadinya hal tersebut disebabkan oleh energi pada *duckweed* dengan perlakuan 6 hari sekali yang diperlukan untuk melakukan sintesa protein kurang maksimal karena energi tersebut digunakan untuk mengangkut air dan sumber nutrisi dalam jumlah yang lebih

banyak. Sehingga energi dalam proses sintesa protein hanya mampu digunakan untuk melakukan pembentukan protein dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan pada perlakuan 12 hari sekali.

Tabel 7. Hasil Uji Jarak Berganda Duncan 5% kadar protein *duckweed*.

Sumber Keragaman	Rerata
A	17,3748 ^b
B	20,2611 ^a

Keterangan : Rerata perlakuan yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Jarak Berganda Duncan pada jenjang 5%.

Kadar Serat Kasar

Serat kasar adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat dan natrium hidroksida. Tabel 8 merupakan data primer kadar serat kasar dari sampel yang di ambil pada minggu ke 6.

Dari data primer dan hasil rerata analisis kadar serat dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar serat *duckweed* yang dihasilkan. Analisis keragaman dapat dilihat pada Tabel 9.

Berdasarkan hasil analisis keragaman kadar serat pada Tabel 11 dapat diketahui bahwa frekuensi penambahan nutrisi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar serat *duckweed*. Kedua perlakuan yang diberikan terhadap *duckweed* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada kadar serat yang diperoleh. Hal ini dikarenakan *duckweed* memiliki daya serap terhadap unsur hara makro N sebesar 2,75-5% (Anonim, 2015). Penyerapan unsur N yang rendah mengakibatkan protoplasma tinggi, sehingga terjadi penebalan dinding sel pada tanaman, sehingga tanaman lebih banyak mengandung serat dan keras (Wibowo, 2004).

Tabel 8. Data Primer Kadar Serat Kasar (%)

Perlakuan	Blok				Jumlah (T)
	I	II	III	IV	
A	27,9608	28,0964	23,5880	25,4512	105,0964
B	28,8043	27,2889	31,3375	23,1294	110,5601
Jumlah (R)	56,7651	55,3853	54,9255	48,5806	
Total					215,6565

Tabel 9. Hasil Analisis Keragaman Kadar Serat Kasar

Sumber Keragaman	Db	JK	RK	F. Hit	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	1	3,7315	3,7315	0,3773 ^{ln}	10,13	34,12
Blok	3	19,8809	6,6270	0,6700 ^{ln}	9,28	29,46
Eror	3	29,6731	9,8910			
Total	7	53,2855	7,6122			

Ket: ^{ln}) tidak berpengaruh nyata; *) berpengaruh nyata; **) berpengaruh sangat nyata.

Kadar Lemak

Lemak terdapat hampir pada semua bahan pangan dengan kandungan yang berbeda – beda. Asam lemak pada tumbuhan terdapat dalam bentuk senyawa-senyawa lipid. Senyawa yang termasuk

lipid adalah lemak dan minyak, fosfolipid dan glikolipid, lilin dan berbagai komponen kutin dan suberin. Berikut merupakan data primer kadar lemak *duckweed* dari seluruh sampel yang diambil pada minggu ke 6 dari masing-masing perlakuan:

Tabel 10. Data Primer Kadar Lemak

Perlakuan	Blok				Jumlah (T)
	I	II	III	IV	
A	20,6247	18,3840	19,3016	17,9361	76,2464
B	18,5687	19,5605	23,6097	20,6219	82,3608
Jumlah (R)	39,1934	37,9445	42,9113	38,5580	
Total					158,6072
Jumlah					

Dari data primer dan hasil rerata analisis kadar lemak, selanjutnya dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan frekuensi penambahan

nutrisi terhadap kadar lemak *duckweed* yang dihasilkan. Analisis keragaman kadar lemak *duckweed* dapat dilihat pada Tabel 11 berikut ini.

Tabel 11. Hasil Analisis Keragaman Kadar Lemak

Sumber Keragaman	Db	JK	RK	F. Hit	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	1	4,6732	4,6732	1,2723 ^{tn}	10,13	34,12
Blok	3	7,4729	2,4910	0,6782 ^{tn}	9,28	29,46
Eror	3	11,0190	3,6730			
Total	7	23,1651	3,3093			

Ket: ^{tn}) tidak berpengaruh nyata; *) berpengaruh nyata; **) berpengaruh sangat nyata.

Dari Tabel 13 dapat diketahui bahwa frekuensi penambahan nutrisi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lemak *duckweed*. Pada dasarnya kandungan lemak *duckweed* memang tidak begitu tinggi, *duckweed* memiliki kandungan lemak sebesar 2,5 – 3,4 % (db). Begitu pula menurut Leng *et al.* (1994) bahwa kadar lemak *duckweed* hanya berkisar 4,0-4,4 % (db) berdasarkan habitat kolam alami dan kolam budidaya. Sedangkan kandungan asam lemak rantai pendeknya cukup tinggi yaitu 16,6% (Negesse *et al.*, 2009).

Pada data yang diperoleh, kadar lemak *duckweed* melebihi dari beberapa pendapat diatas, yakni berkisar antara 17-23%. Kemungkinan adanya penumpukan kandungan karbohidrat hasil fotosintesis

pada *duckweed*, sehingga kelebihan tersebut disimpan sebagai cadangan energi yang berbentuk lemak. Mokogonta (*et al.*, 2005) menyatakan bahwa kelebihan energi karbohidrat dikonversi menjadi lemak tubuh dan bukan disimpan dalam bentuk karbohidrat, yaitu glikogen tubuh.

Kadar Abu

Tabel 12 merupakan data primer kadar abu sampel *duckweed* pada minggu ke 6.

Dari data primer dan hasil rerata analisis kadar lemak dilakukan uji keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar abu *duckweed* yang dihasilkan. Analisis keragaman dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 12. Data Primer Kadar Abu

Perlakuan	Blok				Jumlah (T)
	I	II	III	IV	
A	11,4863	11,2453	11,3038	14,1879	48,2233
B	11,8456	13,0834	12,4044	13,7046	51,0380
Jumlah (R)	23,3319	24,3287	23,7082	27,8925	
Total					99,2613

Tabel 13. Hasil Analisis Keragaman Kadar Abu

Sumber Keragaman	Db	JK	RK	F. Hit	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	1	0,9903	0,9903	1,9994 ^{tn}	10,13	34,12
Blok	3	6,5660	2,1886	4,4187 ^{tn}	9,28	29,46
Eror	3	1,4860	0,4953			
Total	7	9,0423	1,2917			

Ket: ^{tn}) tidak berpengaruh nyata; ^{*}) berpengaruh nyata; ^{**}) berpengaruh sangat nyata.

Berdasarkan hasil analisis keragaman kadar abu pada Tabel 13 dapat diketahui bahwa frekuensi penambahan nutrisi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar serat *duckweed*. Kedua perlakuan yang diberikan terhadap *duckweed* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada kadar abu yang diperoleh.

Tingginya kadar abu pada *duckweed* disebabkan karena *duckweed* memiliki unsur-unsur mineral yang tinggi yang berasal dari air dan *bioslurry*. Dapat dilihat pada tabel primer, bahwa kadar abu yang dimiliki *duckweed* berkisar antara 11-14%. Kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan 12 hari sekali. Berdasarkan

uraian diatas serta beberapa uji proksimat lainnya, *duckweed* dengan frekuensi pemberian *bioslurry cair* 12 hari sekali tersebut memiliki kandungan nutrisi yang lebih banyak dibandingkan pada *duckweed* dengan frekuensi pemberian *bioslurry cair* 6 hari sekali, semakin banyak unsur-unsur mineral dalam *duckweed* maka semakin tinggi pula kadar abu yang diperoleh.

KESIMPULAN

1. Frekuensi penambahan nutrisi berpengaruh terhadap kadar air dan kadar protein, namun tidak berpengaruh terhadap kadar abu, kadar serat kasar,

kadar lemak, dan rerata peningkatan pertumbuhan *duckweed*.

2. Frekuensi penambahan *bioslurry cair* terbaik yang mampu meningkatkan produktivitas panen dan komposisi *duckweed* (*Lemna sp.*) pada kolam terpal adalah 12 hari sekali dengan rerata peningkatan pertumbuhan *duckweed* sebesar 0,1254 Kg, serta kadar air 96,2564%, kadar protein 20,2611%, kadar serat 27,6400%, kadar lemak 20,5902%, dan kadar abu 12,7595%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Teknologi Tepat Guna Pemanfaatan Kotoran Ternak Untuk Biogas*. Depdagri. Dirjen Pemberdayaan Masyarakat dan Desa 2007.
- _____, 2015. Kebutuhan Unsur Hara Pada Tanaman Air. Sumber : www.tipsberkebun.com. Diakses pada 20 Februari 2017 pukul 22.00 WIB.
- _____, 2016. Bagaimana Kaitan Antara Proses Fotosintesis dan Respirasi Seluler. <http://agroteknologi.web.id/bagaimana-kaitan-antara-proses-fotosintesis-dan-respirasi-seluler/>. Diakses pada tanggal 16 Februari 2017 pukul 18.00 WIB
- Astrid TS, Rahardja BS, Masithah ED. 2013. Pengaruh konsentrasi pupuk *Lemna minor* terhadap populasi *Dunaliella salina*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya.
- Hanafiah KA. 2010. Dasar-dasar ilmu tanah. Jakarta (Indonesia): PT. Raja Grafindo Persada.
- Leng RA, Stambolie JH, Bell R. 1994. Duckweed a potential high protein feed resource for domestic animal and fish. Makalah disampaikan dalam kongres AAAP Animal Science ke-7, Denpasar Bali. Indonesia.
- Masi R. 2014. Aplikasi Pupuk *Bioslurry Cair* Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Stroberi (*Fragaria sp.*). Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nopriani U, Karti PDMH, Prihantoro I. 2014. Produktivitas *Duckweed* (*Lemna minor*) Sebagai Hijauan Pakan Alternatif Ternak Pada Intensitas Cahaya yang Berbeda. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rahardjo 1996 T, M.F., Djaja S.S., Ridwan A., Sulistiono, Johannes M.. 2011. Iktiologi. Lubuk Agung. Bandung.
- Setyawan D,Y, 2012. *Pengaruh padat populasi Gulma Mata Ikan (Lemna minor L.) Terhadap Penyerapan Logam Timbel (Pb) dan Seng (Zn) dari air limbah tekstil*. Skripsi.

- Fakultas Sains dan Matematika,
Universitas Kristen Satya Wacana,
Salatiga
- Silalahi, MA. 2016. Pengaruh Pengaturan
pH Media Tanam
Terhadap Pertumbuhan
Duckweed (Lemna minor). Institut
Pertanian STIPER. Yogyakarta.
- Sudarmadji dkk. 1997. Prosedur Analisa
Untuk Bahan Makanan Dan
Pertanian. Fakultas Teknologi
Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
Liberty. Yogyakarta.
- Suprianto, Arif. 2016. Pengaruh Intensitas
Cahaya Terhadap
Pertumbuhan *Duckweed (Lemna
minor)*. Institut Pertanian STIPER.
Yogyakarta.
- Syaflan, Meidi. dkk, 2016. Membangun
Kemandirian Pangan dan
Energi Pedesaan. Institut
Pertanian STIPER. Yogyakarta.
- Wibisono, AS. 2016. Pengaruh Jenis dan
Konsentrasi Bioslurry
Terhadap Pertumbuhan
Duckweed (Lemna minor). Institut
Pertanian STIPER. Yogyakarta.
- Winarto, F. 2010. *Penambahan Tepung
Darah dalam Pembuatan Pupuk
Organik Padat Limbah Biogas dari
Feses Sapi dan Sampah Organik
Terhadap Kandungan N, P dan K.*
Skripsi. Program Studi Teknologi
Hasil Ternak. Fakultas Peternakan
Universitas Andalas. Padang.