

Pengaruh Pupuk Kompos Berbahan Campuran Limbah Cair Tahu, Daun Lamtoro dan Isi Rumen Sapi sebagai Media Kultur terhadap Kepadatan Populasi *Spirulina* Sp.

Nuryani Rahmawati, Yuliani, Evie Ratnasari
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

ABSTRACT

Most of farmer still use inorganic fertilizer even chemistry on the long term will bad affect to environment because it can't be recycle to return. Therefore we need a natural alternative fertilizer that didn't have bad affect to environment but can optimize *Spirulina* sp. reproduction. It was compost fertilizer materialized by mixture of liquid waste of soybean curd, lamtoro leaf and content of cow rument. This research have a purpose to know the content of N, P and K substance in compost fertilizer materialized by mixture of liquid waste of soybean curd, lamtoro leaf and content of cow rument ; to know the influence of adding compost to the population solidity of *Spirulina* sp. ; and to know the relative growth rate of *Spirulina* sp. population after adding compost fertilizer. This research consist of two stage, the first stage made compost fertilizer materialized by mixture of liquid waste of soybean curd, lamtoro leaf and content of cow rument which is descriptive research. The second stage was the application of compost fertilizer as culture media of *Spirulina* sp. which is experimental research. This research used The Randomized Block Design (RBD) with 5 factors treatment concentration. The concentration was : 6,412 g/10L; 9,618 g/10L ; 12,824 g/10L dan 16,03 g/10L. Beside that this research was used Urea 0,8 g/10L and TSP 0,3 g/10L as a control. The measured parameter in this research is the population solidity of *Spirulina* sp. and the relative growth rate of *Spirulina* sp. population. The result showed that the substance content of N, P and K in compost fertilizer materialized by mixture of liquid waste of soybean curd, lamtoro leaf and content of cow rument that used in this research was high, such as N = 2,64% ; P = 1,56% ; K = 1,17%. The difference of compost fertilizer gived influence to the population solidity of *Spirulina* sp., especially in stationary phase. Each of this treatment shows different pattern of growth, also different relative growth rate of *Spirulina* sp..

Key words: compost fertilizer, *Spirulina* sp., fertilizer concentration, population solidity, growth rate

PENDAHULUAN

Usaha mengkultur *Spirulina* sp sebagai pakan alami untuk pembenihan organisme laut dapat dilakukan dengan cara melakukan pemupukan pada tambak pembiakan. Namun sebagian besar pengusaha tambak masih banyak menggunakan pupuk anorganik bahkan kimia yang dalam jangka panjang akan berdampak buruk terhadap lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat terurai kembali. Oleh karena itu dibutuhkan solusi alternatif jenis pupuk yang ramah lingkungan tetapi tetap memperhatikan unsur-unsur yang dibutuhkan *Spirulina* sp. bertahan hidup dan berkembangbiak.

Salah satu pupuk yang dapat digunakan ialah pupuk kompos yang berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi. Pemanfaatan ketiga bahan tersebut dapat mengurangi resiko pencemaran lingkungan misalnya bau menyengat yang ditimbulkan akibat penimbunan isi rumen sapi yang melimpah. Pemilihan limbah cair tahu sebagai salah bahan baku dalam pembuatan pupuk organik (kompos) disebabkan pada umumnya limbah industri tahu

merupakan salah satu limbah industri yang belum banyak dimanfaatkan, sementara limbah tersebut diperkirakan masih banyak mengandung unsur yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya mikroalga terutama *Spirulina* sp.. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Nuryatimah (2006) bahwa limbah cair dari industri tahu mengandung karbohidrat (12-30 %), protein (35-45 %), lemak (18-32 %), nitrogen (1,15 %) dan phospat (0,18 %).

Limbah cair tahu dapat dijadikan alternatif baru yang dapat digunakan sebagai pupuk sebab di dalam limbah cair tahu tersebut mengandung nitrat sebesar 14,628 ppm dan Orthophosfat sebesar 13,5 ppm (Mackentum dalam Handajani, 2006). Orthophospat inilah yang nantinya akan dimanfaatkan alga dalam keadaan terlarut. Kandungan zat yang terdapat pada isi rumen sapi meliputi: air (8,8%), protein kasar (9,63%), lemak (1,81%), serat kasar (24,60%), BETN (38,40%), abu (16,76%), kalsium (1,22%) dan posfor (0,29%) (Yunilas, 2009). Adapun zat yang terdapat dalam daun, bunga, buah lamtoro adalah protein yang berkisar antara 30-40%, lemak 6,13%, serat kasar

8,79% dan mineral sebesar 9,32% (Suprayitno, 1981).

Ketiga bahan yang digunakan yaitu limbah cair tahu, isi rumen sapi dan daun lamtoro akan melalui proses dekomposisi dan mineralisasi hingga akhirnya terbentuk senyawa-senyawa sederhana berupa CO₂ dan air, serta unsur hara tersedia seperti nitrat, sulfat, fosfat, senyawa C dan lain-lain. Sehingga diperoleh nutrien yang dibutuhkan *Spirulina* sp. untuk proses metabolismenya sehingga reproduksi dan pertumbuhan *Spirulina* sp. dapat meningkat.

Berdasarkan hasil uji analisis yang telah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur diketahui bahwa pupuk berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi mengandung unsur N=2,64 %; P=1,56 % dan K=1,17 %. Apabila hasil tersebut dibandingkan dengan kriteria penilaian hasil analisis tanah (Hardjowigeno, 2003) maka dapat diketahui bahwa pupuk berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi mengandung unsur nitrogen, fosfor dan kalium yang sangat tinggi.

Hal tersebut menunjukkan bahwa pupuk berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi mengandung unsur yang dapat dikatakan relatif sama dengan syarat tumbuh *Spirulina* sp. sehingga diharapkan senyawa organik dan anorganik kompleks yang terkandung di dalam bahan baku yang digunakan (limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi) dapat terurai menjadi senyawa yang sederhana yaitu N-anorganik dan N-organik. N-anorganik berupa Nitrat (NO₃) dan amoniak (NH₄) sedangkan N-organik yang tersedia dalam bentuk asam amino, asam nukleat dan bahkan urea juga dimanfaatkan oleh *Spirulina* sp.. (Sze, 1986) Unsur P akan diserap dalam bentuk orthophospst dan K akan diserap dalam bentuk ion. Unsur makromolekul ini nantinya akan dimanfaatkan *Spirulina* sp. untuk kegiatan metabolisme sehingga akan memperoleh kepadatan populasi dan laju pertumbuhan *Spirulina* sp. yang optimum.

Penelitian pemanfaatan air limbah pertambakan sebagai media kultur *Spirulina* sp telah dilakukan oleh oleh Azizah, dkk (2000). Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan yaitu limbah tambak tanpa pengenceran (100%), pengenceran 80%, pengenceran 60%, pengenceran 40% dan pengenceran 20%. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil pertumbuhan terbaik adalah media kultur limbah tambak tanpa

pengenceran dengan jumlah populasi sebesar 12.513.300 ind/ml yang dicapai pada hari ke-8.

Mengacu pada penelitian di atas, maka dilakukan penelitian dengan menambahkan media kultur berupa pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi untuk menumbuhkan mikroalga *Spirulina* sp sebagai upaya pengoptimalan pertumbuhan populasi *Spirulina* sp (*Chyanophyta*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yaitu pembuatan pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi yang merupakan penelitian deskriptif. Tahap kedua adalah aplikasi pupuk kompos sebagai media kultur yang merupakan penelitian eksperimental. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan antara lain : pupuk kompos sebesar 6,412 g/10L; 9,618 g/10L ; 12,824 g/10L dan 16,03 g/10L; serta urea 0,8 g/10L dan TSP 0,3 g/10L sebagai kontrol. Parameter yang diukur ialah kepadatan populasi *Spirulina* sp. dan laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp..

Oleh karena tahap kedua merupakan penelitian eksperimental maka terdapat variabel-variabel. Variabel manipulasi yaitu konsentrasi pupuk yaitu antara lain : kontrol (urea 0,8 g/10L dan TSP 0,3 g/10L); 6,412 g/10L; 9,618 g/10L; 12,824 g/10L; dan 16,03 g/10L). variabel respon dalam penelitian ini adalah kepadatan populasi dan laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp.. Variabel kontrol meliputi volume medium, jenis medium, spesies *Spirulina* sp., waktu penebaran bibit, ukuran toples, waktu pemupukan, dan waktu penghitungan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah toples bening volume 16 L, mikroskop elektrik merk *Leica CM-E*, *haemositometer*, kaca penutup, pipet tetes, *hand counter*, termometer air, lux mater, pH pen, aerator, selang plastik (selang aerasi), batu aerasi. Bahan yang digunakan antara lain : daun lamtoro 3,5 kg; bekatul 0,15 kg; isi rumen sapi 2,5 kg; sekam 0,5 kg; gula 3 sdm; limbah cair tahu 1,5 kg; EM-4, air tawar, deterjen, air laut yang telah disaring, klorin, Na₂S₂O₃, 3 liter bibit *Spirulina* sp., alcohol 70% dan pupuk urea dan pupuk TSP.

Cara kerja meliputi pembuatan pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi, sterilisasi alat dan bahan, pembuatan mediu kultur, penghitungan bibit *Spirulina* sp., penebaran bibit *Spirulina* sp. yang telah ditentukan kepadatannya

ke dalam masing-masing air laut yang telah dipupuk, pemberian aerasi ke dalam medium yang telah berisi *Spirulina* sp. selama penelitian berlangsung (9 hari), pengukuran suhu, pH dan salinitas pada awal dan akhir perlakuan, penghitungan kepadatan populasi *Spirulina* sp. Dan tahap terakhir ialah penghitungan kepadatan populasi *Spirulina* sp. dilakukan setiap hari selama penelitian berlangsung yaitu 9 hari dengan menggunakan haemocytometer di bawah mikroskop electric merk *Leica CM-E*.

Pengamatan dilakukan selama 9 hari. Data yang diambil ialah kepadatan populasi *Spirulina* sp. (filamen/ml). Pengamatan pertambahan kepadatan populasi *Spirulina* sp. dihitung setiap hari dimulai hari kedua setelah inokulasi dengan menggunakan haemositometer. Tiap unit perlakuan diulang sebanyak tiga kali dan dihitung rata-ratanya. Sampel air yang telah diamati dikembalikan lagi agar tidak mengurangi volume media kultur. Pengukuran kualitas air (salinitas, pH dan suhu) diukur pada awal dan akhir penelitian.

Data hasil penelitian yang berupa kepadatan populasi *Spirulina* sp. dianalisa secara deskriptif sedangkan laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp. dianalisa dengan menggunakan uji anava satu arah dengan taraf signifikansi 0,05. Jika hasilnya signifikan maka dilanjutkan dengan uji

BNT untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang diberikan.

HASIL

Analisis kandungan hara pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pupuk berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi mengandung unsur N=2,64 %; P=1,56 % dan K=1,17 %. Unsur tertinggi yang terkandung dalam pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi adalah unsur nitrogen (N) yaitu sebesar 2,64%, sedangkan unsur fosfor (P) dan kalium (K) sebesar 1,56% dan 1,17% serta C/N rasio sebesar 8.

Data kepadatan rata-rata populasi *Spirulina* sp. yang diamati selama 9 hari dapat disajikan pada Tabel 2. Secara keseluruhan data perbedaan kepadatan rata-rata populasi *Spirulina* sp. disajikan dalam grafik (Gambar 1).

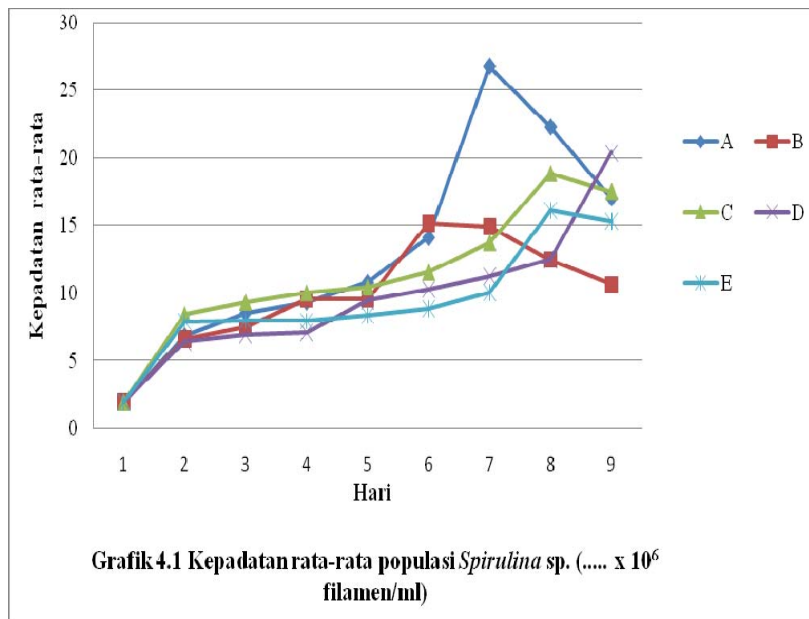
Rata-rata laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp. dihitung dari rata-rata laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp. selama 9 hari penelitian yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 1. Kandungan unsur hara pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi.

Jenis Unsur	Kadar (%)	Kriteria Analisis Tanah (Harjowigeno, 2003)
N	2,64	Sangat tinggi (> 0,75 %)
P	1,56	Sangat tinggi (> 60 mg/100g)
K	1,17	Sangat tinggi (> 60 mg/100g)
C/N rasio	8	Rendah (5-10)

Tabel 2. Kepadatan rata-rata populasi *Spirulina* sp. dengan pemberian pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi selama penelitian (9 hari).

Perlakuan	Kepadatan rata-rata populasi <i>Spirulina</i> sp hari ke..... (.... x 10 ⁶ filamen/ml)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A (Urea 0,80 g/10L dan TSP 0,30 g/10L)	2,00	6,90	8,56	9,35	10,84	14,13	26,78	22,31	17,06
B (Kompos 6,412 g/10L)	2,00	6,64	7,49	9,57	9,57	15,19	14,93	12,49	10,68
C (9,618 g/10L)	2,00	8,45	9,35	10,05	10,47	11,58	13,76	18,86	17,53
D (12,824 g/10L)	2,00	6,43	6,96	7,12	9,46	10,31	11,27	12,49	20,40
E (16,03 g/10L)	2,00	7,91	7,97	7,97	8,39	8,88	10,05	16,15	15,36



Gambar 1. Kepadatan rata-rata populasi *Spirulina* sp.

Tabel 3. Rata-rata laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp.

Ulangan	Perlakuan					Jumlah	Rata-rata
	A (Urea 0,8 g/10L dan TSP 0,3 g/10L)	B (6,412 g/10L)	C (9,618 g/10L)	D (kompos 12,824)	E (kompos 16,030 g/10L)		
1	0,37	0,34	0,28	0,26	0,23	1,48	0,296
2	0,37	0,29	0,24	0,26	0,24	1,40	0,28
3	0,24	0,34	0,28	0,26	0,26	1,38	0,276
4	0,37	0,34	0,28	0,26	0,26	1,51	0,302
Jumlah	1,35	1,31	1,08	1,04	0,99		
Rata-rata	0,34	0,33	0,27	0,26	0,248	GT = 5,77	

Berdasarkan hasil uji Liliefors (uji normalitas) maka data rata-rata laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp. berdistribusi normal (lampiran 6). Oleh karena itu data tersebut dapat di analisis dengan menggunakan uji Analisis Varian (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh pupuk kompos berbahan campuran yang digunakan dalam penelitian terhadap laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp. (lampiran 7). Adapun hasil yang didapatkan dari uji ANOVA menunjukkan bahwa $F_{hitung} = 6,27$ lebih besar dari $F_{tabel} = 3,26$ sehingga dapat dikatakan bahwa ada perbedaan pupuk kompos berbahan campuran yang digunakan dalam penelitian terhadap laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp..

Oleh karena pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan hasil bahwa signifikan yang artinya pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp.. Oleh karena itu dilanjutkan uji Beda Nyata terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang diberikan (lampiran 7). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan B. Sedangkan perlakuan C, D dan E

juga menunjukkan hasil yang saling tidak berbeda nyata diantara ketiganya. Namun Perlakuan A dan B menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan C, D ataupun E (pupuk kompos sebesar 16,03 g/10L).

Hasil Pengukuran Suhu, pH, Salinitas dan Intensitas Cahaya Media Kultur *Spirulina* sp.. Rata-rata pengukuran suhu, pH, salinitas dan intensitas cahaya diukur sebanyak dua kali yaitu sebelum dan sesudah perlakuan diberikan. Hasil pengukuran suhu, pH, salinitas dan intensitas cahaya media kultur *Spirulina* sp. selama penelitian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT). laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp..

Perlakuan	Rata-rata laju pertumbuhan (filamen/hari)
A	0,34 ± 0,09 ^{bc}
B	0,33 ± 0,08 ^b
C	0,27 ± 0,02 ^a
D	0,26 ± 0,01 ^a
E	0,25 ± 0,01 ^a

Tabel 5. Rata-rata suhu, pH, salinitas dan intensitas cahaya media kultur *Spirulina* sp. pada awal dan akhir pengamatan.

Perlakuan	suhu (°C)	pH	Kisaran	
			Salinitas (‰)	intensitas cahaya (lux)
A	32-33	7,7-7,8	3,1-3,2	5335-13528
B	32-33	7,7	3,1-3,2	3328-14385
C	31-34	7,7-7,8	3,3-3,4	7333-13255
D	31-32	7,8	3,2	7333-15925
E	31-34	7,7	3,2	7933-1650

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa faktor lingkungan media yang meliputi suhu, pH, salinitas dan intensitas cahaya memiliki kisaran yang relatif sama (homogen) dan tidak mengalami perubahan secara signifikan dan masih memenuhi persyaratan hidup *Spirulina* sp..

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi (tabel 4.1) diketahui bahwa kandungan unsur N sebesar 2,64 % ; P 1,56 % ; K 1,17 % dan C/N rasio sebesar 8. Menurut kriteria penilaian hasil analisis tanah maka dapat diketahui bahwa pupuk berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi mengandung unsur nitrogen, fosfor dan kalium yang sangat tinggi. (Hardjowigeno,

2003). Hasil ini didapatkan dari proses dekomposisi dan mineralisasi pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi. Proses dekomposisi dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap fase inisiasi secara biokimia; pemecahan secara mekanik menjadi bagian yang lebih kecil oleh makro dan mesofauna dengan cara menggigit, menggerogoti dan mencerna; serta penguraian oleh mikroba secara enzimatik (Schroeder, 1984). Saat tahap pertama terjadi proses hidrolisis dan oksidasi dengan pemecahan senyawa polimer besar (seperti karbohidrat menjadi glukosa, protein menjadi peptida dan asam amino). Sedangkan pada tahap terakhir berlangsung secara enzimatik, terjadi proses pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana dan dihasilkannya energy (CO₂ dan H₂O). Di saat yang sama terbentuk pula unsur N dalam bentuk NH₄⁺ ; P dalam bentuk PO₄⁺; S dalam bentuk SO₄⁺; K, Ca, Mg dan senyawa lainnya dihasilkan dalam bentuk bebas atau ikatan ion.

Berdasarkan grafik 4.1 menunjukkan pola pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. pada tiap pemberian pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi serta campuran pupuk urea dan pupuk TSP sebagai kontrol dalam medium kultur dengan konsentrasi yang berbeda selama 9 hari pengamatan.

Perbedaan kepadatan yang cukup besar antara perlakuan B (pupuk kompos sebesar 6,412 g/10L) dan A (kontrol) ini disebabkan oleh adanya perbedaan kandungan unsur hara yang terdapat pada masing-masing pupuk. Unsur N dan P yang terkandung dalam Urea dan TSP (kontrol) merupakan sumber unsur nitrogen mudah larut dalam air dan tidak menyebabkan timbunan bahan organik dalam medium kultur sehingga mudah diserap oleh *Spirulina* sp.. Hal ini yang menyebabkan perlakuan A menghasilkan kepadatan populasi *Spirulina* sp. lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Perlakuan C dan E puncak kepadatan populasi terjadi pada hari yang sama yaitu pada hari kedelapan masing-masing sebesar 18,86 x 10⁶ filamen/ml dan 16,15 18,86 x 10⁶ filamen/ml dan menurun pada hari terakhir pengamatan (hari kesembilan). Hal ini berbanding terbalik dengan perlakuan D (pupuk kompos sebesar 12,824 g/10L) dengan puncak kepadatan terjadi pada hari kesembilan yaitu sebesar 20,40 x 10⁶ filamen/ml. Walaupun demikian untuk perlakuan D ini belum diketahui puncak kepadatan populasi *Spirulina* sp. karena. Hal ini disebabkan karena selain penelitian telah

diselesaikan pada hari kesembilan, proses dekomposisi dalam pupuk kompos yang digunakan masih berlangsung sehingga proses mineralisasi unsur N, P dan K di dalamnya masih terus terbentuk dalam waktu yang panjang.

Dari Gambar 1 ini juga dapat dilihat pola pertumbuhan *Spirulina* sp. yang dalam siklus hidupnya mengalami 4 fase pertumbuhan yaitu fase lag, fase log atau fase eksponensial, fase stasioner dan fase decline. Namun perlakuan A yang tidak mengalami fase stasioner karena kebutuhan akan unsur N yang terkandung dalam media yang digunakan (Urea dan TSP) untuk sintesis protein sudah tidak tercukupi sehingga kepadatan populasi *Spirulina* sp. yang ditunjukkan pada Gambar 1 mengalami penurunan secara drastis yang mana fase ini merupakan fase kematian saat setelah mencapai titik puncak kepadatan populasi pada hari ketujuh.

Perbedaan naik turunnya pola pertumbuhan ini disebabkan karena adanya perbedaan kandungan unsur hara yang terkandung dalam media kultur yang digunakan. Di dalam pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi tidak hanya unsur N saja yang tersedia melainkan unsur P dan K sebagai unsur mikromolekul, namun juga unsur makromolekul. Unsur Phospor (P) sangat dibutuhkan dalam transformasi energi yang berperan dalam proses fotosintesis dan pembentukan klorofil karena sebagai penyusun asam nukleat dan membran sel. Fosfor juga merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel dan juga sebagai penyusun lemak dan protein. Fosfor di perairan terdapat dalam tiga bentuk, yaitu orthofosfat, metafosfat, polyfosfat (Mackentum dalam Handajani, 2006). Namun menurut Sze (1986) dari ketiga bentuk tadi hanya orthofosfat yang dimanfaatkan oleh alga. Sementara Kalium (K) berfungsi dalam metabolisme karbohidrat dan aktivator enzim. Sedangkan Urea dan TSP yang diberikan pada perlakuan kontrol hanya tersedia unsur N dan P saja yang dibutuhkan oleh *Spirulina* sp. untuk melakukan aktivitas sintesis senyawa-senyawa organik termasuk pigmen.

Ketersediaan unsur P dan K tersebut yang menyebabkan puncak kepadatan populasi pada perlakuan B terjadi lebih awal dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang kandungan unsur N-nya sebesar 46% (kontrol) yaitu pada hari keenam. Meskipun demikian perlakuan A (kontrol) menunjukkan hasil yang lebih tinggi diantara perlakuan-perlakuan lainnya yaitu puncak kepadatan yang terjadi pada hari ketujuh

sebesar $26,78 \times 10^6$ filamen/ml. Hal ini disebabkan karena pupuk Urea merupakan sumber nitrogen dengan kadar N sebesar 46% yang memiliki sifat higroskopis sehingga mudah larut dalam air dan mudah diserap oleh *Spirulina* sp.. Sedangkan pupuk TSP yang digunakan dalam kontrol merupakan sumber hara fosfor dengan kadar P sebesar 18%. Kandungan fosfor dalam bentuk fosfat akan dimanfaatkan *Spirulina* sp. untuk metabolisme.

Selain itu proses dekomposisi yang terjadi di dalam pupuk kompos (baik perlakuan B, C, D, maupun E) masih berlangsung sehingga proses mineralisasi unsur N, P dan K di dalamnya masih terus terbentuk dan memerlukan waktu yang panjang. Oleh sebab itu, makin tinggi konsentrasi pupuk yang digunakan maka puncak kepadatan populasi *Spirulina* sp yang terbentuk juga akan lama. Meskipun demikian penggunaan pupuk dengan konsentrasi yang tinggi akan menghasilkan tumpukan bahan organik yang dapat menurunkan kualitas perairan (bersifat racun) dan pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan. Penggunaan pupuk kompos dengan konsentrasi yang tinggi juga akan menimbulkan perubahan warna (kekeruhan) pada medium kultur sehingga penetrasi cahaya akan berkurang, sehingga akan menyebabkan terganggunya proses fotosintesis dan reproduksi *Spirulina* sp.. Hal ini ditunjukkan pada tabel 4.2 dimana kepadatan populasi pada perlakuan C dan E lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan D namun perlakuan D menunjukkan pola pertumbuhan yang relatif stabil mengingat proses dekomposisi dan mineralisasi masih terus berlangsung.

Selain menimbulkan kekeruhan, pemberian pupuk kompos yang berlebihan juga dapat menyebabkan medium kultur menjadi hipertonic terhadap sitoplasma *Spirulina* sp. sehingga akan menyebabkan plasmolisis yang akan mengganggu metabolisme sel hingga akhirnya akan menimbulkan kematian *Spirulina* sp.. Namun pemberian unsur hara yang tidak mencukupi akan menghasilkan kepadatan populasi yang lebih rendah.

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan A tidak berbeda nyata terhadap perlakuan. Sedangkan perlakuan C, D dan E juga menunjukkan hasil yang saling tidak berbeda nyata diantara ketiganya. Namun perlakuan A dan B menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan C, D ataupun E. Hal ini disebabkan karena kandungan unsur yang terkandung dalam medium kultur di setiap perlakuan yang berbeda-beda sehingga

menghasilkan kepadatan populasi yang berbeda-beda pula. Kepadatan populasi yang berbeda-beda ini juga akan menghasilkan laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp. tiap perlakuan yang berbeda-beda (Gambar 1 dan Tabel 3).

Tabel 2 menunjukkan bahwa pupuk kompos dengan konsentrasi sebesar 6,412 g/10L (perlakuan B) dapat digunakan sebagai medium kultur *Spirulina* sp dalam jangka pendek karena dengan konsentrasi sebesar 6,412 g/10L mengandung unsur N setara unsur N_{Urea} dapat memberikan kepadatan populasi dengan masa yang cepat yaitu pada hari keenam. Sementara itu konsentrasi pupuk kompos pada perlakuan C (pupuk kompos sebesar 9,618 g/10L), D (pupuk kompos sebesar 12,824 g/10L) dan E (pupuk kompos sebesar 16,03 g/10L) dapat digunakan sebagai medium kultur untuk jangka panjang. Hal ini disebabkan makin besar konsentrasi pupuk kompos yang digunakan maka pola pertumbuhan yang ditunjukkan ialah stabil yang artinya masih ada kemungkinan untuk terus tumbuh mengingat proses dekomposisi dan mineralisasi yang terjadi di dalam pupuk kompos masih berlangsung pada batas waktu yang belum yang diketahui. Hal ini dipertegas oleh pola pertumbuhan populasi *Spirulina* sp. yang ditunjukkan perlakuan D yangmana hingga hari kesembilan masih mengalami masa stasioner dan belum diketahui masa puncaknya.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk kompos berbahan campuran limbah cair tahu, daun lamtoro dan isi rumen sapi memiliki kadar N, P dan K sangat tinggi masing-masing sebesar 2,64%; 1,56%; dan 1,17%. Perbedaan konsentrasi pupuk kompos akan mempengaruhi kepadatan populasi *Spirulina* sp. yang akan berpengaruh pada pola pertumbuhan populasi, khususnya saat

masa puncak. Tiap perlakuan akan menunjukkan pola pertumbuhan dan laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp yang berbeda-beda; serta ada perbedaan laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp. setelah perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, R., Juliani P. S., dan Imza H. 2000. Pemanfaatan Air Limbah Pertambakan sebagai Media Kultur *Spirulina* sp. *Ilmu Kelautan*, Maret 2000. Volume 5 (17) *Issn* : 0853-7291. (<http://www.ijms.undip.ac.id/volume/vol-5/166-pemanfaatan-air-limbah-pertambakan-sebagai-media-kultur-Spirulina-sp>, Tanggal diakses 22 Oktober 2010).
- Handajani, H. 2006. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Alternatif pada Kultur Mikroalga *Spirulina* sp. *Jurnal Protein Vol.13.No.2.Th.2006*. (http://ejournal.umm.ac.id/index.php/protein/..../63_umm_scientific_journal.doc, Tanggal diakses 22 Oktober 2010).
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton Dan Zooplankton*. Jakarta : Kanisius.
- Schroeder, D. 1984. *Soils "Facts and Concepts"*. Switzerland : Int. Potash Institute.
- Setyorini, L. 2006. Pengaruh Pupuk Bokashi Berbahan Baku Jerami Dan Daun Lamtoro Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chlorella* sp. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Suprayitno. 1981. *Lamtoro Gung dan Manfaatnya*. Jakarta : Bhratara Karya Aksara.
- Sze, P. 1986. *A Biology of The Algae*. Melbourne : WCB Publisher.
- Yunilas. 2009. *Isi Rumen Sapi Sebagai Pakan Non Konvensional Sumber Energi Pada Unggas*. (<http://yunilasyarja.blogspot.com/2009/06/isi-rumen-sapi-sebagai-pakan-non.html>, Tanggal diakses 3 Oktober 2010).