

Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan EM4 Sebagai Alternatif Nutrisi Hidroponik dan Aplikasinya pada Sawi Hijau (*Brassica juncea* var. Tosakan)

*Fermentation of Tofu Liquid Waste with EM4 as Hydroponics Nutrients Alternative and the Application in Green Mustard (*Brassica juncea* var. Tosakan)*

Aris Sutrisno*, Evie Ratnasari, Herlina Fitrihidajati

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: alv.ariez@yahoo.co.id

ABSTRAK

Nutrisi AB mix merupakan nutrisi yang umum digunakan dalam pertanian sistem hidroponik. Akan tetapi karena harga jualnya yang mahal mengakibatkan biaya produksi meningkat. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kualitas hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 dan mencari konsentrasi yang optimal dari hasil fermentasi limbah cair tersebut terhadap pertumbuhan sawi hijau (*Brassica juncea* var. Tosakan). Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Penelitian tahap pertama merupakan penelitian deskriptif, yaitu fermentasi limbah cair tahu dengan EM4 dan tahap kedua merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan tiga konsentrasi fermentasi limbah cair tahu, 20%, 30%, dan 40% dengan tiga parameter, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, dan biomassa basah tanaman. Analisis data pada tahap pertama dilakukan secara deskriptif dan analisis tahap kedua menggunakan uji Anava Satu Arah dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan kandungan unsur hara hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 ditinjau dari kriteria unsur N, K, dan C-Organik tercatat tinggi, yaitu 1,16%; 1,13%; dan 5,803, sedangkan unsur hara P tercatat rendah, yaitu 0,04%. Hasil pertumbuhan tanaman sawi hijau menunjukkan jumlah daun antara perlakuan kontrol dengan konsentrasi 40% tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan pada parameter tinggi tanaman dan biomassa basah tanaman, perlakuan kontrol memberikan hasil yang terbaik dibandingkan perlakuan yang lain. Secara umum, nutrisi hasil fermentasi limbah cair menggunakan EM4 mampu memengaruhi pertumbuhan sawi hijau tetapi belum seoptimal nutrisi AB mix.

Kata kunci: Fermentasi; limbah cair tahu; *Effective Microorganism* (EM4); hidroponik; sawi hijau (*Brassica juncea* var. Tosakan)

ABSTRACT

AB mix nutrition is a nutrition which commonly used in agriculture hydroponic system. However, because the price is expensive to contribute production costs. The purpose of this research is to know the quality of the fermenting tofu liquid waste use EM4 and to find optimal concentration of the fermenting liquid waste was on the growth of green mustard (*Brassica juncea* L. var. Tosakan). This research consisting of two stages. Research the first phase is descriptive research, that is fermenting tofu liquid waste use EM4 and the second phase is an experimental research using the design of random groups (RAK) with treatment three concentrations of fermenting tofu liquid waste, that is 20%, 30%, and 40% with three parameters that is the tall of plant, amount of leaves, and wet biomass of plant. The first stage of data analyzed use descriptive method by comparing the analysis to organic element according hardjowigeno (2003) and analysis of the second stage using ANAVA one direction test and continued with the smallest real difference test (LSD). The results of research shows the content of organic element of the fermenting tofu liquid waste use EM4 in terms of criteria element of the N, K, and C-Organik recorded high, namely 1,16%; 1,13%; and 5,803, while P organic element recorded low, namely 0,04%. The results of the growth of plants green mustard on the parameter show the amount of a leaf between control treatment and concentration of the 40 % did not show the difference, while on the parameter high in plant and wet biomass plants, control treatment give the best results compared treatment another. In general, nutrients a result of fermentation from tofu liquid waste with using EM4 able to provide the growth of green mustard but not yet optimally like nutrients AB mix.

Key words: Fermentation; tofu liquid waste; *Effective Microorganism* (EM4); hydroponics; Green Mustard (*Brassica juncea* L. var. Tosakan).

PENDAHULUAN

Pembangunan sektor industri di Indonesia berkembang pesat. Pembangunan tersebut banyak menggeser lahan pertanian yang mengakibatkan lahan pertanian menjadi sempit. Di lain sisi, kebutuhan terhadap hasil pertanian meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Permasalahan pertanian adalah produksi semakin rendah dibandingkan dengan potensi produksinya (Wasonowati, 2011).

Kegiatan Urban Farming atau berkebun di kota muncul sebagai jawaban terhadap semakin terbatasnya lahan pertanian di perkotaan. Sistem pertanian di perkotaan yang memanfaatkan lahan sempit adalah sistem pertanian secara hidroponik. Hidroponik adalah istilah yang menjelaskan beberapa cara bercocok tanam tanpa menggunakan media tanam tanah, yang dibutuhkan hanya larutan nutrisi sebagai sumber makanan bagi tanaman dan kadang pula terdapat substrat sebagai media pendukung atau penopang tanaman (Rosliani dan Sumarni, 2005)

Budidaya sayuran daun secara hidroponik umumnya menggunakan larutan hara berupa larutan hidroponik standar (AB mix). AB mix merupakan larutan hara yang terdiri dari larutan hara stok A yang berisi hara makro dan stok B yang berisi hara mikro (Nugraha, 2014). Akan tetapi, harga jualnya yang masih tinggi membuat biaya produksi juga ikut meningkat. Sebagai solusi dalam meminimalkan biaya produksi tersebut, salah satunya dapat menggunakan limbah cair tahu yang difermentasikan menggunakan EM4. Berdasarkan uji pendahuluan, didapatkan nilai kandungan unsur hara pada limbah cair tahu yang telah difermentasikan menggunakan EM4 dengan kandungan N total sebesar 1,116%, P sebesar 0,040%, K sebesar 1,137%, C-Organik sebesar 5,803%, bahan organik sebesar 9,981%, dan C/N sebesar 5. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 sebagai alternatif nutrisi hidroponik untuk pertumbuhan tanaman sawi hijau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dimulai pada bulan Juli - September 2014. Tempat penelitian dilakukan di Greenhouse C10 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya dan untuk analisis kualitas unsur hara N, P, K, dan C-Organik dilakukan di Laboratorium Sumberdaya Lahan Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Bahan yang digunakan antara lain air, bioaktivator EM4, limbah cair tahu, arang sekam, nutrisi AB mix, dan sawi hijau varietas Tosakan.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, tahap pertama merupakan penelitian deskriptif, yaitu analisis unsur hara hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 sedangkan tahap kedua merupakan penelitian eksperimental, yaitu aplikasi pada tanaman sawi dengan pemberian nutrisi hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 pada konsentrasi yang berbeda-beda.

Penelitian tahap pertama diawali dengan pengenceran EM4 dengan akuades menggunakan perbandingan 1/20 (5%), yaitu EM4 sebanyak 32,4 ml dan akuades sebanyak 648 ml yang kemudian didiamkan selama 5-7 hari pada suhu ruang. Proses ini bertujuan untuk mengembangbiakkan mikroorganisme dan mengaktifkan mikroorganisme yang ada pada EM4 dari kondisi dorman sehingga mikroorganisme dapat bekerja dengan efisien dan optimal pada saat dicampurkan ke dalam limbah cair tahu (Jasmiyati dkk., 2010). Setelah proses pengenceran selesai, selanjutnya dilakukan proses fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 dengan perbandingan 20:1 (5%), yaitu sebanyak 648 ml EM4 aktif dan 8.640 ml limbah cair tahu yang kemudian difermentasikan selama 15 hari (Munawaroh dkk., 2013).

Penelitian tahap kedua diawali dengan tahap penyemaian, menyiapkan media berupa pasir sungai kering dan arang sekam dengan perbandingan 1:1 lalu diaduk sampai rata. Benih yang sudah siap, diletakkan di atas permukaan media yang telah tercampur secara merata, kemudian ditutup dengan media semai tipis-tipis (3-5 mm). Setelah itu, diberikan nutrisi hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 secukupnya dengan cara disemprotkan pada media semai. Setelah selesai, permukaan media semai ditutup dengan kertas tissue yang telah dibasahi dengan air. Penyiraman setiap pagi dan sore hari serta merawat benih sampai siap dipindah tanamkan ke polybag.

Benih sawi yang telah berumur 14 hari dipindah tanamkan ke media tanam arang sekam pada polybag dengan ukuran 30 x 30 cm dan disusun menurut rancangan yang telah dibuat. Setelah dipindah tanamkan, media tanam segera disiram dengan air hingga cukup basah atau memenuhi kapasitas lapang, yaitu sekitar \pm 480 ml. Pada penelitian ini menggunakan 4 (empat) perlakuan yaitu konsentrasi 20%, 30%, 40%, dan perlakuan kontrol yang menggunakan nutrisi

standar AB mix, masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak 5 (lima) kali pengulangan.

Penyiraman dengan nutrisi hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 dilakukan 3 hari sekali sampai berumur 30 hari setelah tanam, sedangkan penyiraman dengan air biasa dilakukan setiap pagi dan sore hari dengan volume air 480 ml.

Data penelitian tahap pertama dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan analisis perbandingan, yaitu penilaian kandungan unsur hara menurut Hardjowigeno (2003), sedangkan penelitian tahap kedua yang merupakan data pertumbuhan sawi yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan biomassa basah dianalisis secara statistika menggunakan Uji Anava satu arah dan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada penelitian tahap pertama, uji analisis kandungan unsur hara hasil dari fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 didapatkan data sebagai berikut (Tabel 1.)

Dari Tabel 1. diatas didapatkan data bahwa kandungan unsur hara yang sangat tinggi menurut Hardjowigeno (2003) terdapat pada unsur hara N, K, dan C-Organik dengan nilai masing-masing 1,16%, 1,137%, dan 5,803. Unsur hara P tercatat 0,04% yang artinya unsur hara tersebut bernilai sangat rendah. Pengomposan limbah cair tahu menggunakan bioaktivator EM4 sebagai penelitian tahap pertama ini menggunakan sistem anaerobik. Kelebihan dari sistem anaerobik ini adalah mempunyai yaitu laju reaksi sistem anaerobik lebih tinggi dibandingkan sistem aerobik dan stabilisasi bahan organik dari proses anaerobik tersebut (Wagiman, 2004). Perubahan nilai kandungan unsur hara dalam limbah cair tahu tidak terlepas dari peran berbagai mikroorganisme yang terdapat pada bioaktivator EM4. Mikroorganisme tersebut menggunakan senyawa kompleks yang terdapat pada limbah cair tahu sebagai bahan nutrisi dalam proses metabolisme mikroorganismenya sendiri sehingga terbentuk senyawa yang lebih sederhana.

Pada penelitian tahap kedua yang merupakan tahap aplikasi hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau dengan

parameter jumlah daun, tinggi tanaman, dan biomassa basah tanaman dapat dilihat sebagai berikut .

1. Kondisi secara umum

Secara umum, suhu rata-rata di dalam *Greenhouse* pada saat penelitian tinggi, yaitu 26-30 °C. Hal ini dikarenakan saat penanaman dilakukan pada musim kemarau. Rata-rata suhu pada pagi hari ± 26 °C dan siang hari ± 30 °C. Keasaman larutan nutrisi AB *mix* sekitar 6,5 – 6,8 sedangkan larutan nutrisi alternatif dari hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 sekitar 5,5 – 6,1. Kondisi seperti ini cocok untuk pertumbuhan tanaman sawi karena pH larutan AB *mix* maupun hasil fermentasi limbah cair tahu dalam kondisi sedang (5,6 – 7,6).

Pertumbuhan tanaman sawi selama persemaian cukup baik. Hal ini dibuktikan dari presentase pertumbuhan yang mencapai 92%. Hama yang menyerang pada saat penelitian berlangsung adalah belalang, siput, dan ulat. Ketiga hama tersebut sebagian besar menyerang pada bagian daun tanaman sawi hijau.

2. Jumlah daun

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data rata-rata jumlah daun tanaman sawi yang ditampilkan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2. menjelaskan bahwa terjadi peningkatan rata-rata jumlah daun dari konsentrasi 20%, 30%, 40% dan perlakuan kontrol secara berturut-turut $5,6 \pm 1,2$; $7,6 \pm 0,7$; $9,8 \pm 1,3$; dan $11 \pm 1,0$. Rata-rata jumlah daun tanaman sawi hijau yang tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (AB *mix*) dengan rata-rata jumlah daun sebesar $111,0 \pm 1,0$. Sedangkan rata-rata jumlah daun yang terendah pada perlakuan 20% dengan nilai rata-rata $5,6 \pm 1,2$. Jumlah daun pada perlakuan kontrol (AB *mix*) dengan konsentrasi 40% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

3. Tinggi tanaman

Data tinggi tanaman sawi, dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3. rata-rata tinggi tanaman sawi hijau pada perlakuan konsentrasi 20%, 30%, 40%, dan perlakuan kontrol secara berturut-turut $33,9 \pm 0,9$; $22,9 \pm 1,5$; $27,2 \pm 1,5$; $32,2 \pm 0,8$. Perlakuan kontrol (AB *mix*) memberikan hasil yang terbaik diantara perlakuan yang lain dengan nilai rata-rata tinggi tanaman $33,9 \pm 0,9$, sedangkan perlakuan 20% memberikan hasil yang terendah diantara perlakuan yang lain dengan nilai rata-rata tinggi tanaman $22,9 \pm 1,5$.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan unsur hara hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4

Parameter	Hasil	Kriteria (Hardjowigeno,2003)
N Total (%)	1,16	Sangat tinggi (>0,75%)
P (HNO ₃ +HClO ₄) (%)	0,04	Sangat rendah (<0,1%)
K(HNO ₃ +HClO ₄) (%)	1,137	Sangat tinggi (>1,0%)
C-Organik (%)	5,803	Sangat tinggi (>5,0%)

Tabel 2. Rata-rata jumlah daun tanaman sawi hijau 30 hari setelah tanam pada berbagai konsentrasi hasil fermentasi limbah cair tahu dengan EM4

Pengulangan	Perlakuan			
	Kontrol (AB mix)	Konsentrasi 20 %	Konsentrasi 30 %	Konsentrasi 40 %
1	11	7	8	10
2	11	5	8	9
3	11	5	7	10
4	10	6	7	9
5	12	5	8	11
Rata-rata	11±1,0 ^c	5,6±1,2 ^a	7,6±0,7 ^b	9,8±1,3 ^c

Keterangan :

Notasi yang berbeda (a, b, c, dan d) menunjukkan pengaruh pemberian berbagai konsentrasi hasil fermentasi limbah cair tahu yang berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan.

Tabel 3. Data tinggi tanaman sawi hijau umur 30 hari setelah tanam pada berbagai konsentrasi limbah cair tahu dengan EM4

Pengulangan	Perlakuan (cm)			
	Kontrol (AB mix)	Konsentrasi 20 %	Konsentrasi 30 %	Konsentrasi 40 %
1	33,2	22,1	26,9	32,9
2	34,5	21,9	26,9	32,3
3	33,9	23,2	28,4	31,5
4	33,6	23,4	26,5	31,7
5	34,3	24,3	27,5	32,6
Rata-rata	33,9±0,9 ^d	22,9±1,5 ^a	27,2±1,5 ^b	32,2±0,8 ^c

Keterangan :

Notasi yang berbeda (a, b, c, dan d) menunjukkan pengaruh pemberian berbagai konsentrasi hasil fermentasi limbah cair tahu yang berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan.

4. Biomassa basah

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data biomassa basah tanaman sawi hijau dapat disajikan dan dijelaskan pada Tabel 4. berikut.

Dari Tabel 4. dapat dijelaskan bahwa perlakuan kontrol memberikan hasil terbaik diantara perlakuan yang lain dengan rata-rata biomassa basah tanaman 22,10±0,8. Konsentrasi 20% memberikan hasil yang terendah dibandingkan perlakuan yang lain dengan biomassa basah tanaman sebesar 7,59±0,4.

Berikut ringkasan pengaruh pemberian fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 terhadap pertumbuhan jumlah dau, tinggi

tanaman, dan biomassa basah tanaman sawi hijau dalam Tabel 5.

Secara ringkas, data mengenai jumlah daun, tinggi tanaman, dan biomassa basah tanaman sawi hijau dapat dijelaskan pada Gambar 1.

Dari Tabel 5. dan Gambar 1. dapat dijelaskan bahwa perlakuan kontrol memberikan hasil yang terbaik terhadap tinggi tanaman dan biomassa basah tanaman sawi, sedangkan pada parameter jumlah daun antara perlakuan kontrol (AB mix) dengan konsentrasi 30% tidak terjadi perbedaan yang signifikan sedangkan konsentrasi 20% merupakan konsentrasi yang memberikan hasil terendah diantara semua perlakuan.

Tabel 4. Biomassa basah tanaman sawi hijau umur 30 hari setelah tanam pada berbagai konsentrasi hasil fermentasi limbah cair tahu dengan EM4

Pengulangan	Perlakuan (gram)			
	Kontrol (AB mix)	Konsentrasi 20 %	Konsentrasi 30 %	Konsentrasi 40 %
1	21,67	7,17	11,81	19,59
2	22,19	6,97	14,49	17,97
3	22,82	9,22	14,43	18,87
4	21,33	7,46	11,36	19,59
5	22,50	7,17	13,44	18,39
Rata-rata	22,10±0,8 ^d	7,59±0,4 ^a	13,10±2,0 ^b	18,88±1,0 ^c

Keterangan :

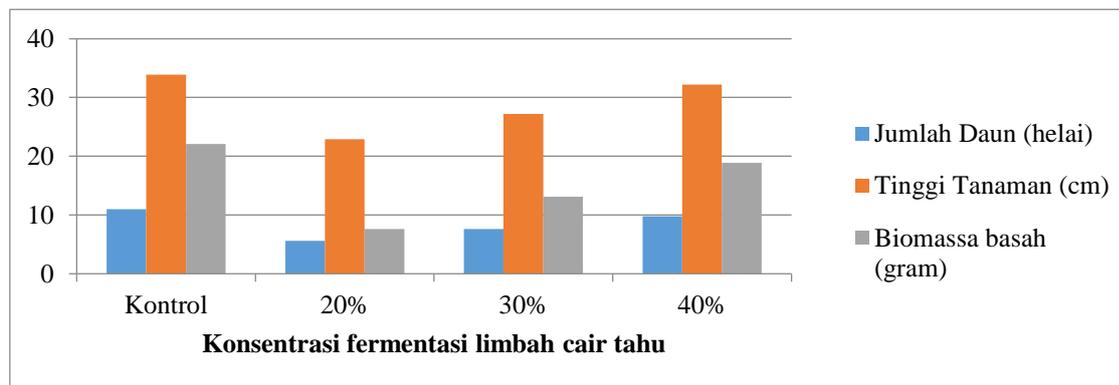
Notasi yang berbeda (a, b, c, dan d) menunjukkan pengaruh pemberian berbagai konsentrasi hasil fermentasi limbah cair tahu yang berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan

Tabel 5. Data pertumbuhan jumlah daun, tinggi tanaman, dan biomassa basah tanaman sawi hijau umur 30 hari setelah tanam pada berbagai konsentrasi dengan EM4

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)	Tinggi Tanaman (cm)	Biomassa Basah (gram)
Kontrol (AB Mix)	11±1,0 ^c	33,9±0,9 ^d	22,10±0,8 ^d
Konsentrasi 20%	5,6±1,2 ^a	22,9±1,5 ^a	7,59±0,4 ^a
Konsentrasi 30%	7,6±0,7 ^b	27,2±1,5 ^b	13,10±2,0 ^b
Konsentrasi 40%	9,8±1,3 ^c	32,2±0,8 ^c	18,88±1,0 ^c

Keterangan :

Notasi yang berbeda (a, b, c, dan d) menunjukkan pengaruh pemberian berbagai konsentrasi hasil fermentasi limbah cair tahu yang berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan

**Gambar 1.** Histogram rata-rata jumlah daun, tinggi tanaman, dan biomassa basah tanaman sawi hijau

PEMBAHASAN

Pada hasil analisa, unsur hara N didapatkan nilai sebesar 1,16%, nilai tersebut cukup baik. Unsur N merupakan unsur yang berperan dalam penyusun klorofil, protein, dan asam nukleat (Foth, 1984). Tanaman yang mengalami defisiensi N mengakibatkan pertumbuhan terhambat, daun menjadi kuning layu, memengaruhi penyerapan unsur hara P dan K serta pembentukan protein (Shellp, 1987).

Unsur N terdekomposisi dikarenakan oleh proses mineralisasi, yaitu suatu proses dimana protein akan terdegradasi menjadi asam amino dan asam laktat. Proses mineralisasi memiliki beberapa tahapan. Tahap pertama, tahap aminasi

dimana gugus amina dan asam amino dikeluarkan pada tahap akhir dekomposisi. Asam amino akan diubah kembali menjadi NH_4^+ karena adanya ikatan elektron yang kuat dengan ion-ion H^+ melalui tahap selanjutnya yang disebut amonifikasi. Tahap akhir dekomposisi unsur N disebut sebagai nitrifikasi, dimana mikroorganisme autotrof mengubah NH_4^+ menjadi hidrogen (H_2), nitrat (NO_3^-), air (H_2O) dan energi (Hanafiah, 2004).

Unsur hara K pada penelitian tercatat 1,137%. Nilai tersebut sudah baik dan termasuk dalam kategori yang tinggi. Menurut Etika (2007), umumnya titik kritis unsur K dibawah 0,1%. Unsur hara K berfungsi dalam pengaturan

mekanisme fotosintesis, translokasi karbohidrat dan sintesis protein (Foth, 1984).

Analisa kandungan unsur hara P tercatat 0,04%, angka tersebut mempunyai nilai yang rendah. Menurut Etika (2007), umumnya titik kritis kadar unsur hara P dibawah kadar unsur hara N, minimal 0,1%. Unsur P merupakan unsur yang tidak mudah bergerak karena mempunyai sifat yang dinamis. Kekurangan P mengakibatkan transfer energi, perkembangan dan metabolisme sel dan akar tanaman menjadi terganggu (Delvian, 2006).

Unsur P dan K mengalami dekomposisi karena adanya dekomposisi dari asam nukleat yang dihidrolisis membentuk karbohidrat, basa N, dan asam fosfat. Asam fosfat mengalami proses dekomposisi ketika ikatan fosfat akan lepas sehingga dapat menyediakan fosfat organik bagi tanaman (Hardjowigeno, 2003).

Dari hasil penelitian, didapatkan pH pada akhir pengamatan sebesar 5,0. Nilai pH tersebut termasuk dalam kondisi yang rendah karena mikroorganisme membutuhkan kondisi lingkungan pH yang mendekati netral. Menurut Nia (2000), suatu mikroorganisme akan bekerja secara optimal pada keadaan netral sampai sedikit asam, dengan kisaran pH antara 5,5 sampai 8.

1. Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau

Berdasarkan hasil penelitian bahwa pada konsentrasi tertentu, semakin tinggi konsentrasi hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4, berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau yang ditinjau dari parameter tinggi tanaman dan biomassa basah tanaman sedangkan pada parameter jumlah daun tidak memberikan perbedaan yang nyata antara perlakuan kontrol (*AB mix*) dengan konsentrasi 40%.

Jumlah daun pada konsentrasi 40% memberikan hasil yang terbaik dibandingkan perlakuan konsentrasi hasil fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 yang lain. Tetapi, perlakuan kontrol memberikan hasil yang terbaik diantara semua perlakuan. Pertumbuhan daun merupakan pertumbuhan vegetatif dimana unsur hara yang berperan adalah nitrogen. Menurut Wijaya (2008), unsur nitrogen memacu pertumbuhan organ-organ yang berhubungan dengan fotosintesis. Lebih lanjut, daun yang lebih luas menandakan tersedianya unsur nitrogen pada media tumbuh.

Dari data tinggi tanaman sawi menunjukkan perlakuan kontrol (*AB mix*) memberikan hasil yang terbaik diantara semua perlakuan terhadap tinggi tanaman sawi. Pola pertumbuhan tinggi

tanaman berhubungan dengan letak meristem apikal. Meristem apikal sendiri terdapat di ujung akar dan ujung tunas yang menghasilkan pemanjangan bagi sel-sel tumbuhan (Campbell *et al.*, 2003). Pemanjangan sel-sel tersebut dipengaruhi oleh suatu senyawa kimia yang disebut hormon. Hormon diproduksi pada bagian tertentu dari tanaman, kemudian diangkut ke bagian organ yang lain dimana hormon tersebut akan memengaruhi pertumbuhan sel dan jaringan sasaran (Campbell *et al.*, 2003).

Biomassa tanaman merupakan ukuran yang sering digunakan dalam mempelajari pertumbuhan tanaman. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa ukuran biomassa relatif merupakan integrasi dari semua peristiwa yang dialami oleh suatu tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995).

Berdasarkan data dan analisis biomassa basah tanaman sawi, menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (*AB mix*) memberikan hasil yang terbaik diantara semua perlakuan. Perlakuan kontrol dengan menggunakan nutrisi *AB mix* memberikan pertumbuhan vegetatif dan hasil terbaik tanaman sawi hijau dibandingkan dengan ketiga perlakuan konsentrasi fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4. Hal ini dikarenakan nutrisi *AB mix* memiliki komposisi seimbang yang dibutuhkan oleh tanaman. Komposisi hara seimbang yang dimaksud adalah kandungan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan telah terkandung di dalam larutan hara *AB mix* dan nutrisi yang diperoleh tanaman dari larutan hara *AB mix* telah memenuhi kebutuhan tanaman.

Roslani dan Sumarni (2005) mengatakan bahwa tanaman memerlukan 16 unsur hara baik makro atau mikro bagi pertumbuhan tanaman yang diperoleh dari udara, air, dan pupuk. Unsur-unsur tersebut adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), besi (Fe), magnesium (Mg), boron (B), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), molibdenum (Mo) dan khlorin (Cl). Unsur-unsur C, H, dan O biasanya diperoleh dari udara dan air dalam jumlah yang cukup, sedangkan unsur hara lainnya diperoleh dari proses pemupukan atau pemberian larutan nutrisi. Unsur makro dan mikro tersebut terkandung di dalam larutan nutrisi hidroponik standar (*AB mix*).

Faktor lingkungan juga merupakan faktor yang menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman. Organisme akan tumbuh optimum dan berkembang apabila hidup dalam lingkungan tumbuh yang sesuai. Salah satu faktor lingkungan

yang paling berpengaruh dalam penelitian ini adalah suhu tempat penelitian.

Berdasarkan pengukuran suhu selama penelitian berlangsung pada tempat penelitian (*greenhouse*), terjadi perubahan suhu yang cukup tinggi saat pagi dan siang hari. Saat pagi hari, suhu menunjukkan angka di kisaran 26-27° C. Saat siang hari, suhu mengalami peningkatan pada kisaran tercatat 29-30° C yang menyebabkan layu. Tetapi, saat sore hari suhu kembali turun dan tanaman terlihat segar kembali. Perubahan suhu tersebut kurang optimum untuk pertumbuhan sayuran daun seperti sawi hijau. Haryanto dkk., (1995) mengatakan bahwa tanaman sawi dapat tumbuh di tempat bersuhu panas maupun suhu dingin, akan tetapi tumbuh baik pada suhu 15-20° C.

Di dalam proses penyerapan hara tanaman, akar tanaman merupakan organ yang berperan aktif di dalamnya. Salisbury (1995) menjelaskan bahwa unsur hara yang telah berada di sekitar permukaan akar, akan diserap tumbuhan melalui dua mekanisme penyerapan. Mekanisme pertama disebut proses aktif, dimana unsur hara akan diserap oleh tumbuhan dengan energi efektif apabila tersedianya energi metabolik yang berasal dari proses pernafasan akar. Selama proses tersebut, akan dihasilkan energi metabolik yang akan memicu penyerapan unsur hara ke tanaman. Bagian akar yang aktif adalah bagian ujung akar yang baru terbentuk dan rambut-rambut akar. Mekanisme yang kedua disebut proses selektif, yaitu penyerapan unsur hara berlangsung melalui mekanisme seleksi yang terjadi pada membran. Proses tersebut berlangsung dikarenakan adanya suatu pembawa (*carrier*) yang bersenyawa dengan ion-ion yang dibawa ke protoplasma melewati membran sel. Penyerapan unsur hara berlangsung ketika tanaman menyerap dalam bentuk kation seperti K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan NH_4^+ sehingga akan dikeluarkan kation H^+ dalam jumlah yang sama. Setelah itu, ketika akar tanaman menyerap unsur hara dalam bentuk anion seperti NO_3^- , $H_2PO_4^-$, dan SO_4^{2-} akan dikeluarkan HCO_3^- dari akar dengan jumlah yang sama juga.

SIMPULAN

Fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 meningkatkan unsur hara N, K dan C-Organik sebesar 1,16%; 1,13%; dan 5,803%, tetapi tidak meningkatkan unsur hara P yang hanya sebesar 0,04%. Selain itu, hasil pertumbuhan sawi hijau menunjukkan nutrisi hasil fermentasi limbah cair tahu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan sawi hijau tetapi tidak seoptimal pada perlakuan kontrol (*AB mix*).

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N., J. B. Reece., Mitchell dan G. Lawrence., 2003. *Biology, Jilid 2*. Terjemahan Wasmen Manalu. Jakarta: Erlangga.
- Delvian, 2006. Faktor Penting Bagi Pertumbuhan Pohon Dalam Pengembangan Hutan Tanaman Industri. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Jurusan Kehutanan : Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Etika, Y. V., 2007. Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Kopi, Kotoran Ayam dan Kombinasinya Terhadap Ketersediaan Unsur N, P dan K pada Inceptisol. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Fakultas Pertanian Jurusan Tanah Program Studi Ilmu Tanah : Universitas Brawijaya Malang.
- Foth, H. D., 1984. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hanafiah, K. A., 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Hardjowigeno, S., 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Haryanto E., T. Suhartini., E. Rahayu., dan H. Sunarjono., 1995. *Sawi dan Selada*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Jasmiyati., A. Sofia., dan Thamrin, 2010. Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme (EM4). *Jurnal Ilmu Lingkungan* ISSN 1978-5283.
- Munawaroh, U., M. Sutisna., K. Pharmawati., 2013. Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan pada Limbah Cair Industri Tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. *Jurnal Teknik Lingkungan Itenas*, 1 (2): 13-20.
- Nia, R., 2000. *Pengelolaan Sampah dengan Membuatnya Menjadi Kompos*. Solo : Karanganyar Publisher
- Nugraha, R. U., 2014. Sumber Hara Sebagai Pengganti *AB mix* pada Budidaya Sayuran Daun Secara Hidroponik. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Departemen Agronomi Dan Holtikultura : Institut Pertanian Bogor.
- Roslani, R., N. Sumarni., 2005. *Budidaya Tanaman Sayuran Dengan Sistem Hidroponik*. Bandung : Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Salisbury, F. B., dan C. W. Ross., 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid III*. Diah R. L dan Sumaryono (penerjemah). Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Shellp, B.J., 1987. *Plant Characteristics And Nutrient Composition And Mobility Of Brocoli Supplied With NH_4^+ , NP_3 or NH_4NO_3* . (online). <http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/38/10/1603>. Diakses pada tanggal 8 Agustus 2014.
- Sitompul, S. M., dan B. Guritno., 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wagiman dan Suryandono., 2004. Kajian Kombinasi *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* Dan Sistem

Lumpur Aktif Untuk Pengolahan Limbah Cair Tahu. Jogjakarta : Lembaga Penelitian UGM.

Wasonowati, C., 2011. Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Dengan Sistem Budidaya Hidroponik. *Agrigov* 4(1): 21-27.

Wijaya, K.A., 2008. *Nutrisi Tanaman*. Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher