

PENGARUH AIR LIMBAH INDUSTRI SUSU TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAM TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)

Arif Yachya^{1*}, E Sulistyawan²

¹⁾ Dosen Biologi FMIPA Universitas Adi Buana Surabaya, Jl. Dukuh Menanggal XII Surabaya

²⁾ Dosen Statistika FMIPA Universitas Adi Buana Surabaya, Jl. Dukuh Menanggal XII Surabaya

*E-mail: ayachya@gmail.com

ABSTRACT

During this time the handling of waste water in dairy industry (*ALIS*) in Indonesia is done by dumping into the river. This activity causes damage to rice fields which are located around the river flow. The yield losses due to *ALIS* is up to 50%. The friendly method is needed for handling *ALIS*. Since *ALIS* is known to contain beneficial macro nutrients for plants growing so potents as an organic fertilizer. This study aimed to optimize the *ALIS* concentrations (0, 20, 40, 60, 80 and 100% v / v) for the growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) var. Buto Ijo. The results showed, treatment *ALIS* 60% (v / v) increased height of onion leaves until 24.45 cm. Whereas *ALIS* treatment on various concentrations had no effect on the number of onion shoots. The yields showed, the highest of fresh weight of biomass, number of bulbs, fresh weight and dry weight of bulbs per clump approximatly 13.03 g g; 12,33 bulbs, 7.79 g and 5.38 g was achieved by treatment of *ALIS* 80% (v/v). Based on the result of growth and crop yields, *ALIS* 80% (v/v) was selected as the optimum concentration for onion crop. The *ALIS* was given 100 mL and three times during the growing season.

Keywords: Bawang merah; industri susu; Limbah

PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan industri susu di Indonesia semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap produk olahan susu. Tingkat konsumsi susu nasional mengalami kenaikan sebesar 1,6 % per tahun. Peningkatan tersebut memotivasi industri susu untuk memperbesar kapasitas produksinya. Pada tahun 2009-2011 terjadi kenaikan produksi susu nasional sebesar 25-30 % (Siregar, 2011). Kenaikan ini secara otomatis diikuti peningkatan volume air limbah industri susu (*ALIS*) sebagai hasil samping produksi. Rata-rata volume *ALIS* sebesar 2,5 liter per liter susu cair olahan (EPA, 1997) atau 2 liter per kg susu bubuk (Hendrawati, 2006). Salah satu perusahaan pengolahan susu di Indonesia setiap harinya mengolah 650.000 liter susu cair menjadi 200 ton susu bubuk (Setyawan, 2015). Diperkirakan volume *ALIS* yang dihasilkannya sekitar 400.000 L.

Selama ini penanganan *ALIS* oleh perusahaan susu dilakukan dengan pembuangan ke sungai, sehingga *ALIS* ikut mengalir bersama air sungai menuju saluran irigasi para petani. Metode penanganan ini telah menimbulkan beberapa permasalahan lingkungan, salah satunya adalah terjadinya

degradasi tanah dan kematian tanaman di sekitar aliran sungai, sehingga kandungan nutrisi dan salinitas tanah menjadi tinggi, berubahnya pH tanah menjadi terlalu asam atau basah dan tertutupnya pori-pori tanah oleh lemak sehingga timbul genangan dan bau busuk (EPA, 1997). Saat ini efek dari degradasi tanah tengah dirasakan oleh para petani di daerah Pasuruan Jawa Timur. Mereka mengeluh banyaknya sawah padi yang rusak akibat pembuangan *ALIS* ke sungai oleh perusahaan susu yang berdiri di daerahnya. Kerugian yang dialami para petani tersebut berupa turunnya hasil panen hingga 50% (Samudra, 2013). Oleh karena itu perlu adanya solusi pengolahan *ALIS* yang ramah lingkungan dan menguntungkan para petani.

ALIS berasal dari susu dan produk jadi yang hilang karena kebocoran pipa, luberan (*overflow*) tangki penampungan, kegagalan proses produksi, atau jeleknya proses *handling* (EPA, 1997). *ALIS* juga mengandung beberapa senyawa sanitasi (NaOH, KOH, H₃PO₄/HNO₃, NaOCl) yang digunakan untuk membersihkan peralatan dan area produksi (Liu dan Hanes, 2010). Diketahui *ALIS* mempunyai kadar BOD sebesar 600-2000 mg/l, kadar COD sebesar 800-4500 mg/l, kadar total

nitrogen sebesar 20-230 mg/l, kadar total fosfor sebesar 20-100 mg/l, kadar kalium sebesar 6,78 mg/l, susbtansi lemak 80-250 mg/l, kadar sedimen 1-2 ml/l dan pH bekisar 6-11 (Pambudi *et al.*, 2012 dan DWA, 2010). Berdasarkan kandungannya, ALIS berpotensi sebagai pupuk organik cair (POC). Pemanfaatan ALIS sebagai POC pada tanah pertanian merupakan metode daur ulang limbah yang efisien, karena terselesaikannya permasalahan limbah dan disisi lain dapat meningkatkan produktivitas tanah (Sommer, 1997 dan Khaleel *et al.*, 1981). Beberapa hasil penelitian menunjukkan efektifitas ALIS sebagai pupuk. Pada tanah lahan rumput yang diairi dengan ALIS menunjukkan peningkatan nilai konduktivitas, kandungan Na, K, P dan terjadinya peningkatan populasi dan aktivitas mikroba tanah (Liu dan Hanes, 2010). Sedangkan penambahan endapan ALIS sebesar 160 m³/ha pada tanah asam telah terbukti meningkatkan hasil panen gandum (*Lolium multiflorum*) dibandingkan dengan perlakuan penambahan NPK (15-15-15) sebesar 675 kg/ha (Suarez *et al.*, 2004). Mosquera *et al.*, (2002) melaporkan pemakaian endapan ALIS sebesar 160 m³/ha sebagai pupuk pada areal padang rumput penggembalaan memberikan hasil yang sama terhadap pertumbuhan dan produktivitas rumput yang dipupuk dengan NPK (15-15-15) sebesar 675 kg/ha, ammonium nitrat (20.5 % N) sebesar 120 kg/ha dan potassium sulfat (50 % K₂O) sebesar 120 kg/ha, sehingga disimpulkan aplikasi endapan ALIS sebesar 160 m³/ha efektif sebagai pupuk pada areal padang rumput penggembalaan. Meskipun ALIS dapat dimanfaatkan sebagai POC namun untuk aplikasinya perlu diperhatikan besarnya konsentrasi dan volume yang akan diberikan pada masing-masing jenis tanaman.

Pemberian ALIS sebagai POC yang berlebihan pada tanah dapat menyebabkan degradasi tanah dan kerusakan tanaman pangan (EPA, 1997). Sedangkan bila ALIS sebagai POC diberikan terlalu sedikit, maka terjadi defisiensi nutrisi pada tanaman sehingga pertumbuhan dan produktivitas tanaman tidak optimal. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi ALIS yang sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga diperoleh pertumbuhan dan produktivitas yang optimal. Selain itu pemakaian ALIS diharapkan dapat mengembalikan kesuburan tanah, meningkatkan populasi dan aktivitas mikroba tanah dan mengurangi pemakaian pupuk kimia. Menurut Kong *et al.* (2008) pemakaian pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas mikroba tanah, sedangkan pemakaian pupuk kimia dapat menyebabkan kematian mikroba tanah. Selain itu pupuk organik

lebih ramah lingkungan dan merupakan cara untuk mengembalikan zat hara tanah (Netpae, 2012).

Tanaman uji yang digunakan pada penelitian ini adalah bawang merah (*Alium cepa* L) varietas Batu Ijo yang banyak ditanam di daerah Malang, pasuran dan Probolinggo. Terpilihnya bawang merah sebagai tanaman uji dikarenakan bawang merah merupakan salah satu kebutuhan pokok sehari-hari untuk pembuatan bumbu masakan, masih besarnya volume impor bawang merah setiap tahunnya dan besarnya biaya produksi bawang merah. Volume impor bawang merah Indonesia pada tahun 2011 sebesar 53.046.297 kg (Erythrina, 2011). Hal ini menandakan kebutuhan bawang merah nasional belum terpenuhi secara keseluruhan. Sedangkan biaya yang dikeluarkan petani untuk budidaya bawang merah dari awal tanam sampai panen sekitar 45-50 juta /ha areal tanam. Besarnya biaya ini digunakan untuk pembelian pupuk kimia dan pestisida. Para petani merasa khawatir akan turunnya harga bawang merah saat waktu panen tiba, sehingga untuk mencegah hal tersebut Pemerintah memberlakukan larangan impor bawang merah saat panen raya. Akan tetapi hal tersebut tidak akan dapat dilakukan lagi saat pasar bebas ASEAN yang diberlakukan pada tahun 2015. Serbuan bawang merah impor dari negara-negara ASEAN seperti Vietnam, Thailand dan Filipina dengan harga yang jauh lebih murah akan menjatuhkan harga bawang merah negeri, sehingga merugikan para petani bawang merah. Oleh karena itu perlu dilakukan efisiensi biaya produksi dengan pemanfaatan limbah sebagai pupuk untuk mengurangi biaya produksi bawang merah. Diketuainya konsentrasi optimal ALIS terhadap pertumbuhan dan hasil tanam tanaman bawang merah selain menjadi solusi penanganan limbah juga diharapkan dapat mengurangi biaya produksi yang dikeluarkan petani untuk pembelian pupuk kimia, sehingga harga bawang merah negeri dapat bersaing dengan harga bawang merah impor saat pasar bebas ASEAN diberlakukan.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan di laboratorium mikrobiologi dan rumah kaca Prodi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi air limbah industri susu (ALIS) perusahaan susu yang berlokasi di Jawa Timur. Umbi bawang

merah varietas Batu Ijo, insektisida kurater, fungi dan bakterisida berbahan aktif propinef 70% streptomisin sulfat, tanah taman, polibag hitam (0.12 x 40/20 x 50 cm), pupuk urea, NPK (15-15-15), ZA, KCl, alkohol, bromothymol blue (Sigma-Aldrich), makro dan mikroelemen penyusun Picovskaya agar, makro dan mikroelemen penyusun nutrient free broth, media nutrient agar (Merck) dan potato dextrose agar (Merck). Peralatan yang digunakan antara lain cangkul, sabit, neraca analitik (Ohaus), oven (Mettler), muffle furnace (Thermo Scientific), Pemanas dan labu Kjeldahl, desicator, spektrofotometer UV-Vis (Boeco U-22), Atomic Absorption Spectrophotometer (Systronic), autoklaf (All American) dan laminar air flow cabinet.

Metode

Penelitian ini dirancang menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan perlakuan variasi konsentrasi air limbah industri susu (ALIS), yaitu 0 (kontrol negatif), 20, 40, 60, 80, 100 % (v/v). Kontrol positif (pupuk kimia) adalah perlakuan dengan pupuk kimia pada tanaman uji (tanaman bawang merah) sesuai dosis anjuran Deptan, yaitu NPK (75 kg/ha), urea (300 kg/ha) dan ZA (100 kg/ha) dan KCl (100 kg/ha) (Erythrina, 2011). Masing-masing perlakuan pada penelitian ini diulang 5 kali.

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahapan, antara lain Penyiapan benih, media tanam, air limbah industri susu, Penanaman yang dilakukan di polybag hitam ukuran 0.12 x 40/20 x 50 cm yang telah diisi dengan 2 kg media tanam, pemupukan dengan air limbah industri susu sebanyak 100 ml dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Pemupukan diberikan setelah tanaman berumur dua minggu setelah tanam dan kemudian dilakukan setiap dua minggu sekali selama 2 bulan. Pengairan dilakukan setiap hari sampai tanaman berumur satu minggu atau sampai tumbuh daun yang pertama. Setelah itu pengairan dilakukan setiap dua hari sekali dan setelah tanaman berumur 50 hari pengairan hanya dilakukan setiap seminggu sekali. Pengendalian Hama diberikan Antracol dan Bactocyn dengan konsentrasi masing-masing 2 gram per liter air. Penyemprotan dilakukan sesuai dengan keadaan. Penyiangan dilakukan 3 kali selama masa pertumbuhan yaitu saat berumur 2, 4 dan 6 minggu. Pemanenan dilakukan saat bawang merah berumur 2 bulan dengan tanda-tanda visual tidak kurang dari 20% dari seluruh tanaman tampak menguning daunnya dan batang semu dekat leher umbi

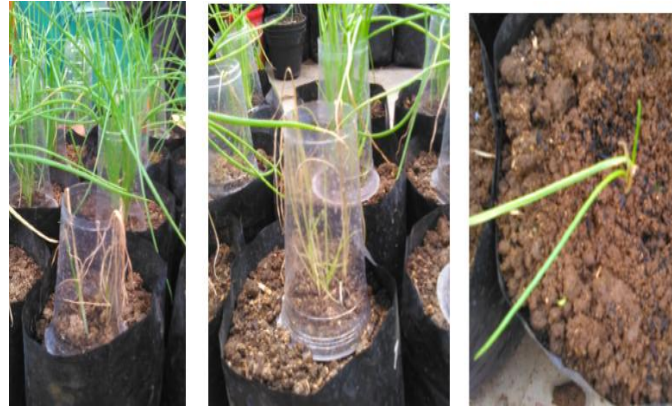
mengempis dan jatuh mengulai secara perlahan. Pada tahap pemanenan ini dilakukan pengukuran berat segar umbi per rumpun dan jumlah umbi per rumpun dan populasi mikroba tanah. Pengeringan umbi. Umbi yang telah dibersihkan dari tanah dan dipotong akar dan daunnya dioven pada T 70° C selama 24 jam. Setelah dioven segera dilakukan penimbangan berat kering umbi. Setelah tahap pemanenan juga dilakukan analisa total populasi bakteri dan fungi, pH, kandungan C organik, NPK media tanam.

Analisa Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi per rumpun, berat segar umbi per rumpun, berat kering umbi per rumpun dianalisa secara statistik dengan analisis varians dan bila terdapat perbedaan diteruskan dengan uji Tukey's dengan taraf 5% (Liu dan Hanes, 2010). Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan program SPSS 20. Sedangkan data populasi mikroba, kandungan C organik, N total, P₂O₅ total dan K dapat ditukar medium tanam masing-masing perlakuan merupakan data sekunder yang digunakan untuk mendukung data primer penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan pada musim kemarau basah dengan kisaran temperatur harian 30-32° C pada siang hari dan seringkali turun hujan pada pagi atau sore harinya. Oleh karena itu dilakukan penyemprotan fungi dan bakterisida berbahan aktif propinef 70% dan streptomisin sulfat pada hari ke-26 dan 33 setelah tanam. Aplikasi pestisida dilakukan untuk mencegah kematian tanaman bawang merah akibat busuk. Ketika temperatur bekisar 30-35° C kebusukan umbi akibat serangan bakteri berlangsung lebih cepat (Mark *et al.*, 2002). Beberapa jenis penyakit pada tanaman bawang merah yang disebabkan serangan mikroba, antara lain antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*), busuk akar (*Fusarium oxysporum*, *Peronospora destructor*, *Aspergillus niger*, *Penicillium corymbiferum*, *Penicillium cyclopium*, *Sclerotium cepivorum*, *Botrytis allii*), busuk umbi (*Botrytis squamosa*), akar merah (*Pyrenochaeta terrestris*) dan bintik ungu (*Alternaria porri*, *Colletotrichum circinans*) (Rabinowitch dan Kamenetsky, 2002). Kematian beberapa tanaman bawang merah akibat busuknya perakaran pada beberapa perlakuan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman bawang yang mati karena terjadi kebusukan pada akar dan batangnya

Pengaruh ALIS terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

Pengaruh air limbah industri susu (ALIS) terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah mempunyai dua indikator, yaitu tinggi tanaman dan

jumlah anakan atau tunas tanaman bawang merah. Data hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1 dan 3, sedangkan morfologi tanaman bawang merah pada masing-masing perlakuan ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Pengaruh pemberian air limbah industri susu pada konsentrasi yang berbeda terhadap tinggi daun tanaman bawang merah.

| Konsentrasi air limbah industri susu (%) | Tinggi daun (cm) | | | |
|--|---|-------|-------|--------------------|
| | Umur tanaman (hari setelah tanam = hst) | | | Rerata |
| | 19 | 33 | 47 | |
| 0 | 7.26 | 25.20 | 26.80 | 13.89 [*] |
| 20 | 7.61 | 24.80 | 27.40 | 19.94 ^a |
| 40 | 8.08 | 27.80 | 29.60 | 21.83 ^a |
| 60 | 9.84 | 31.10 | 32.40 | 24.45 ^a |
| 80 | 6.31 | 29.20 | 30.60 | 22.04 ^a |
| 100 | 6.65 | 25.39 | 25.83 | 19.29 ^a |
| Pupuk kimia (dosis anjuran) | 9.18 | 26.43 | 28.60 | 21.40 ^a |

Homogeneous subsets Tukey HSD menunjukkan bahwa nilai rerata tinggi daun yang diikuti dengan superskrip yang sama, maka tidak berbeda nyata ($\alpha > 0.05$). Sedangkan yang diikuti dengan superskrip berbeda, maka berbeda nyata ($\alpha > 0.05$). (*) Tidak dilakukan analisa statistik

Hasil pengukuran (Tabel 1) tinggi daun tiap 2 minggu sekali menunjukkan tanaman bawang merah pada masing-masing perlakuan mengalami peningkatan pertumbuhan. Adanya peningkatan pertumbuhan tersebut diindikasikan dari berbedanya nilai tinggi daun tiap pengukuran yang dilakukan selang 2 minggu. Peningkatan pertumbuhan tinggi daun tercepat terjadi pada hari ke-33 setelah tanam. Rata-rata peningkatannya sebesar 3 – 4 kali dari tinggi daun minggu sebelumnya, yaitu hari ke-19 setelah tanam. Hasil nalisis varian pada rata-rata tinggi daun dari 3 kali pengukuran pada perlakuan ALIS dan pupuk kimia (nilai Sig. (0,073) $> \alpha$) menunjukkan pertumbuhan tinggi daun semua perlakuan ALIS tidak berbeda nyata dengan tinggi daun perlakuan pupuk kimia. Bagaimanapun, perlakuan pemupukan dengan ALIS dan pupuk kimia berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tinggi daun tanaman bawang merah. Pengaruh

tersebut diketahui dari nilai rata-rata tinggi daun semua perlakuan pemupukan dengan ALIS dan perlakuan pupuk kimia (kontrol positif) yang lebih tinggi dari nilai rata-rata tinggi daun perlakuan tanpa pemupukan (kontrol negatif). Terlepas dari hasil uji varian, pada perlakuan ALIS mengindikasikan adanya peningkatan pertumbuhan tinggi daun dari 19,94 - 24,45 cm seiring dengan peningkatan konsentrasi ALIS yang diberikan, yaitu dari konsentrasi 20 – 60 %. Sedangkan pada konsentrasi ALIS 80-100% mengindikasikan adanya penurunan tinggi daun dari 22,04-19,29 cm. Fenomena penurunan tinggi daun pada perlakuan ALIS 80 dan 100% (v/v) berhubungan dengan perubahan kandungan hara dan populasi mikroba media tanam akibat pemberian ALIS. Kandungan hara dan populasi mikroba media tanam pada masing-masing perlakuan dianalisis setelah waktu panen dan hasil analisisnya disajikan pada Tabel 3 dan 5.

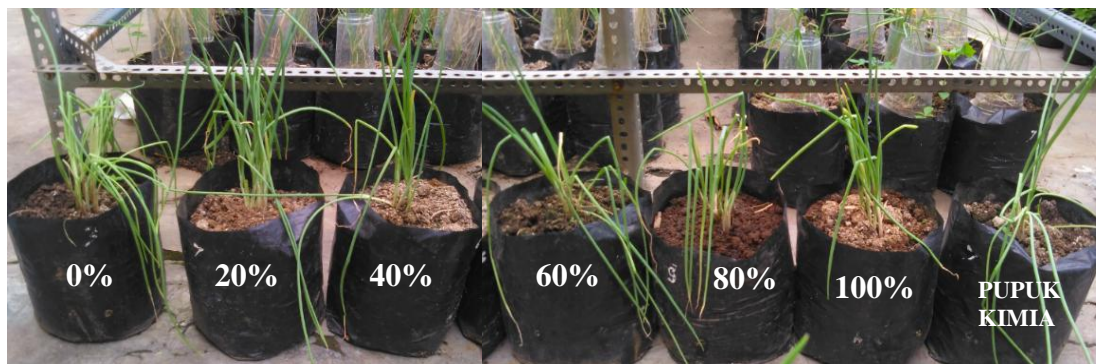
Tabel 2. Pengaruh pemberian air limbah industri susu dengan konsentrasi yang berbeda terhadap jumlah anakan atau tunas tanaman bawang merah.

| Konsentrasi air limbah industri susu (%) | Jumlah anakan atau tunas/rumpun | | | Rerata |
|--|---|------|------|--------------------|
| | Umur tanaman (hari setelah tanam = hst) | | | |
| | 19 | 33 | 47 | |
| 0 | 4.80 | 5.84 | 6.20 | 5.61 ^a |
| 20 | 3.00 | 4.64 | 5.60 | 4.41 ^{ab} |
| 40 | 2.60 | 4.28 | 5.02 | 3.97 ^{bc} |
| 60 | 2.20 | 3.64 | 4.86 | 3.57 ^{bc} |
| 80 | 2.20 | 3.32 | 4.10 | 3.21 ^{bc} |
| 100 | 2.67 | 2.90 | 3.96 | 3.18 ^{bc} |
| Pupuk kimia (dosis anjuran) | 2.00 | 2.92 | 4.04 | 2.99 ^c |

Homogeneous subsets Tukey HSD menunjukkan bahwa nilai rerata jumlah anakan yang diikuti dengan superskrip yang sama, maka tidak berbeda nyata ($\alpha > 0.05$). Sedangkan yang diikuti dengan superskrip berbeda, maka berbeda nyata ($\alpha > 0.05$).

Hasil uji varian (nilai Sig. (0,000) $< \alpha$) rata-rata jumlah anakan atau tunas pada masing-masing perlakuan (Tabel 2) menunjukkan adanya perbedaan kenaikan jumlah anakan diantara perlakuan pupuk. Perbedaan ini menandakan pemberian ALIS pada berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap jumlah anakan yang terbentuk. Nilai rerata jumlah anakan tertinggi dicapai pada perlakuan ALIS 20%, yaitu sebesar 4,41 anakan/tanaman yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemupukan sebesar 5,61

anakan/tanaman. Sedangkan nilai rerata jumlah anakan perlakuan ALIS 20% tidak berbeda nyata dengan perlakuan ALIS lainnya (0, 40, 60, 80 dan 100 %). Sedangkan nilai rerata jumlah anakan terendah dicapai pada perlakuan pupuk kimia, yaitu sebesar 2,99 anakan/tanaman yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Profil jumlah anakan tanaman bawang merah usia 47 hari setelah tanam pada masing-masing perlakuan ditunjukkan pada Gambar 2.

**Gambar 2. Pengaruh pemberian air limbah industri susu (ALIS) pada berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah usia 47 hari setelah tanam.**

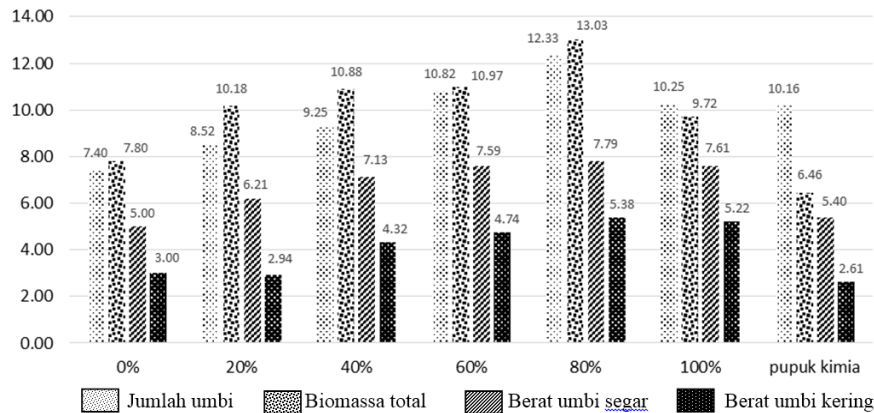
Berdasarkan hasil penghitungan jumlah anakan selama masa tanam, menunjukkan pemupukan dengan ALIS pada berbagai konsentrasi dapat meningkatkan jumlah anakan tanaman bawang merah bila dibandingkan dengan pemupukan menggunakan pupuk kimia. Pada perlakuan ALIS 40%, selisih nilai rerata jumlah anakannya dengan nilai rerata jumlah anakan perlakuan pupuk kimia sebesar 1,42 anakan/tanaman atau dapat diartikan terjadi peningkatan jumlah anakan sebesar 47,5% pada perlakuan ALIS 40% (v/v) dari jumlah anakan perlakuan pupuk kimia. Akan tetapi, pemupukan

dengan ALIS menunjukkan kecenderungan penurunan jumlah anakan seiring dengan peningkatan konsentrasi ALIS yang diberikan. Terjadinya penurunan jumlah anakan pada perlakuan ALIS dan pupuk kimia berhubungan dengan perubahan kandungan hara dan populasi mikroba media tanam akibat pemberian pupuk, yaitu ALIS dan pupuk kimia. Kandungan hara dan populasi mikroba media tanam pada masing-masing perlakuan dianalisis setelah waktu panen dan hasil analisisnya disajikan pada Tabel 3 dan 5.

Pengaruh ALIS terhadap Hasil Tanam Tanaman Bawang Merah

Tanaman bawang merah dipanen pada usia 69 hari setelah tanam. Saat panen dilakukan pengukuran biomassa total tanaman bawang merah,

jumlah umbi, berat segar dan berat kering umbi sebagai indikator hasil tanam. Hasil pengukuran beberapa indikator hasil tanam ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh pemberian air limbah industri susu (ALIS) pada berbagai konsentrasi terhadap hasil panen tanaman bawang merah.

Pada Gambar 3 menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan hasil tanam seiring dengan peningkatan konsentrasi ALIS yang diberikan sebagai pupuk. Secara keseluruhan hasil tanam tertinggi, yaitu biomassa total, jumlah umbi, berat segar dan berat kering umbi dicapai pada perlakuan ALIS 80% (v/v), yaitu berturut-turut sebesar 13,03 g/tanaman, 12,33 umbi/tanaman, 7,79 g/tanaman dan 5,38 g/tanaman. Sedangkan hasil tanam terendah dicapai perlakuan tanpa pemupukan, yaitu sebesar 7,80 g biomassa total/tanaman, 7,40 umbi/tanaman, 5 g berat segar umbi/tanaman dan 3 g berat kering umbi/tanaman. Pada perlakuan ALIS 40, 60 dan 100 % (v/v), perolehan hasil tanamnya relatif sama dengan kisaran 9,72-10,88 g biomassa total/tanaman, 9,25-10,25 umbi/tanaman, 7,13-7,61 g berat segar umbi/tanaman dan 4,32-5,22 g berat kering umbi/tanaman. Sedangkan pada perlakuan ALIS 20% (v/v) memperoleh hasil tanam terendah diantara perlakuan ALIS lainnya. Perolehan berat kering umbi ALIS 20% (v/v) sebesar 2,94 g/tanaman relatif sama dengan perolehan berat kering umbi perlakuan pupuk kimia dan tanpa pupuk, yaitu berturut-turut sebesar 2,61 g/tanaman dan 3 g/tanaman.

Tingginya perolehan hasil tanam perlakuan ALIS, terutama perlakuan ALIS 40-100% (v/v) dari 2 perlakuan kontrol, yaitu perlakuan tanpa pemupukan dan perlakuan pemupukan dengan pupuk kimia, membuktikan bahwa pemupukan dengan ALIS 40-100% (v/v) dapat meningkatkan perolehan hasil tanam. Akan tetapi, pada perlakuan ALIS 100% (v/v) terjadi kecenderungan penurunan

biomassa total dan jumlah umbi. Penurunan total biomassa disebabkan adanya penurunan tinggi daun (Tabel 1) dan jumlah anakan (Tabel 2) yang pada akhirnya berimbas pada jumlah dan berat umbi yang dihasilkan. Terjadinya peningkatan dan penurunan hasil tanam berhubungan dengan perubahan kandungan hara dan populasi mikroba media tanam akibat pemberian pupuk, yaitu ALIS dan pupuk kimia. Kandungan hara dan populasi mikroba media tanam masing-masing perlakuan dianalisis setelah panen (Tabel 3 dan 5).

Pengaruh ALIS terhadap Kandungan Hara dan Populasi Mikroba

Perlakuan pemupukan dengan dengan berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap kandungan hara media tanam. Pengaruh tersebut ditandai dengan berbedanya kandungan karbon (C)-organik, nitrogen (N), fosfat terlarut (P₂O₅) dan Kalium (K) dapat ditukar pada masing-masing perlakuan pada Tabel 3. Kandungan hara terendah terdapat pada media tanam kontrol negatif, yaitu media tanam yang mendapatkan perlakuan tanpa pemupukan. Kandungan hara media tanam tersebut sebesar 4,40 % C-organik; 0,18 % N; 311 ppm P₂O₅ dan 1,59 me/100 g K dapat ditukar. Pada media tanam yang mendapatkan perlakuan pemupukan dengan ALIS menunjukkan semakin tinggi konsentrasi ALIS yang diberikan, maka semakin besar kandungan hara media tanam. Media tanam dengan kandungan hara tertinggi dicapai pada perlakuan ALIS 100%(v/v), yaitu sebesar 6,95 % C-organik; 0,32 % N; 443 ppm P₂O₅ dan 4,06 me/100 g K dapat ditukar.

Peningkatan kandungan hara juga terjadi pada media tanam yang mendapatkan perlakuan pemupukan dengan pupuk kimia, yaitu sebesar 5,77 % C-organik; 0,23 % N; 1395 ppm P₂O₅ dan 4,33 me/100 g K dapat ditukar. Kandungan P₂O₅ dan K dapat ditukar pada media tanam perlakuan pupuk kimia memiliki nilai tertinggi diantara media tanam perlakuan lainnya. Tingginya kandungan kedua unsur hara tersebut disebabkan pupuk kimia mengandung P₂O₅ dan K₂O dengan konsentrasi dan tingkat kemurnian yang tinggi. Pada umumnya konsentrasi P₂O₅ dalam pupuk NPK sebesar 15-16%, sedangkan kandungan K₂O dalam pupuk KCL sebesar 60%. Adanya perubahan kandungan hara pada media tanam akibat perlakuan pemupukan menggunakan ALIS dan pupuk kimia akan mempengaruhi populasi dan aktivitas mikroba media tanam. Selanjutnya perubahan populasi dan aktivitas mikroba tanah akan berpengaruh terhadap produktivitas tanaman, karena adanya interaksi diantara keduanya dalam hal penyediaan nutrisi.

Pemupukan dengan ALIS membuat media tanam (tanah) kaya akan bahan organik sehingga

tersedia nutrisi yang melimpah bagi mikroba tanah. Sedangkan hal tersebut tidak terjadi pada pupuk kimia karena sifatnya yang non-organik dan hanya mengandung beberapa unsur yang dibutuhkan tanaman dan mikroba. Sifatnya yang organik dan mengandung berbagai unsur makro dan mikro meskipun dalam jumlah kecil membuat ALIS di medium tanam menjadi sumber nutrisi bagi mikroba. Keberadaannya di medium tanam akan diuraikan oleh mikroba, sehingga menghasilkan dua produk, yaitu peningkatan populasi atau biomassa mikroba dan senyawa-senyawa sederhana yang siap diserap oleh tanaman bawang merah. Populasi mikroba media tanam masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 4. Menurut Liu dan Hanes. (2010), pada tanah lahan rumput yang diiri dengan ALIS menunjukkan peningkatan nilai konduktivitas, kandungan Na, K, P dan terjadi peningkatan populasi dan aktivitas mikroba tanah. Besarnya peningkatan aktivitas mikroba tanah akibat pemberian pupuk organik bekisar 16-20% bila dibandingkan pemberian pupuk anorganik (Dinesh et al., 2010).

Tabel 3. Kandungan hara media tanam tanaman bawang merah yang mendapatkan perlakuan pemberian air limbah industri susu (ALIS) pada berbagai konsentrasi

| Konsentrasi air limbah industri susu (%) | kadar air (%) | C-Organik (%) | N (%) | P ₂ O ₅ (ppm) | K dapat ditukar (me/100 g) | pH Media tanam |
|--|---------------|---------------|-------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|
| 0% | 26.30 | 4.40 | 0.18 | 311.00 | 1.59 | 7.96 |
| 20% | 26.80 | 4.91 | 0.26 | 352.00 | 2.03 | 7.65 |
| 40% | 31.27 | 4.41 | 0.30 | 406.00 | 3.08 | 7.38 |
| 60% | 26.77 | 5.63 | 0.28 | 414.00 | 3.27 | 7.11 |
| 80% | 29.77 | 5.89 | 0.31 | 485.00 | 3.68 | 6.96 |
| 100% | 30.69 | 6.95 | 0.32 | 443.00 | 4.06 | 6.77 |
| Pupuk kimia (dosis anjuran) | 28.81 | 5.77 | 0.23 | 1395.00 | 4.33 | 6.20 |

Peningkatan aktivitas mikroba tanah dalam mendegradasi ALIS sebagai sumber makanannya selain menghasilkan zat yang bermanfaat bagi tanaman uji juga menghasilkan zat asam yang dapat menurunkan pH media tanam. Selain itu, oksigen yang diperlukan mikroba dalam mendegradasi ALIS dapat menyebabkan terciptanya kondisi kelangkaan kandungan oksigen di dalam media tanam. Kondisi media tanam yang asam dengan kandungan oksigen yang terbatas akan menimbulkan cekaman pada tanaman bawang merah. Adanya cekaman ini akan memicu tanaman menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) sebagai respon pertama terhadap stress abiotik dan biotik (Lee et al., 2012). Timbulnya ROS akan menyebabkan kerusakan molekul penyusun membran (Lushchak, 2011) dan

pada akhirnya akan mengurangi hasil panen (Ashraf, 2009). Oleh karena itu pada penelitian ini pertumbuhan dan hasil tanam tanaman bawang merah kurang maksimal, karena terkena stress abiotik dan biotik. Stress abiotik yang terjadi pada tanaman uji yaitu ketidaksesuaian kondisi atau anomali cuaca dan keasaman media tanam. Sedangkan stress stress biotik yang terjadi pada tanaman uji berupa serangan mikroba patogen pembusuk akar yang *blooming* akibat kemarau basah, yaitu kondisi panas dengan curah hujan yang tinggi. Adanya bahan organik yang melimpah, yaitu ALIS di media tanam disertai dengan kondisi panas lembab merupakan kondisi yang tepat untuk perkembangan mikroba di media tanam, yaitu mikroba apatogen dan patogen tanaman uji,

sehingga terdapat keterkaitan antara konsentrasi ALIS dengan keberadaan populasi mikroba media tanam.

Keterkaitan antara konsentrasi ALIS dengan keberadaan mikroba media tanam ditunjukkan pada Tabel 3 dan 5. Indikator keterkaitan diantara keduanya adalah pH dan populasi mikroba media tanam. Tingkat keasaman (pH) media tanam dapat digunakan sebagai indikator peningkatan populasi dan aktivitas mikroba tanah, karena keasaman media disebabkan oleh produk degradasi ALIS oleh mikroba yang dilepaskan ke lingkungan. Pada Tabel 3 menunjukkan peningkatan keasaman atau penurunan pH tanah berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi ALIS. pH media tanam

terendah dicapai pada perlakuan ALIS 100%(v/v) dan pupuk kimia berturut-turut sebesar 6,77 dan 6,20. Kondisi media tanam yang terlalu asam kurang sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Hans R *et al.* (2005), pH medium menentukan availabilitas semua elemen nutrisi, misalnya penyerapan ammonium dalam kulturin *vitro* akan terhambat pada pH 5.5 (Thorpe *et al.*, 2008). Nilai pH medium juga penting untuk pertumbuhan akar dan sel (de Klerk *et al.*, 2008) dan ekspresi gen (Lager *et al.*, 2010). Oleh karena itu, pada perlakuan ALIS 100% (v/v) dan pupuk kimia terjadi penurunan pertumbuhan (Tabel 1 dan 3) dan hasil tanam (Gambar 3) tanaman uji.

Tabel 4. Populasi mikroba fungsional pada media tanam tanaman bawang merah yang mendapatkan perlakuan pemberian air limbah industri susu (ALIS) pada berbagai konsentrasi

| Konsentrasi air limbah industri susu (%) | Populasi Bakteri (cfu/g) | | | Populasi Kapang (propagul/g) | |
|--|----------------------------|-----------|----------------------|------------------------------|----------------------------|
| | Pengikat N | Pelarut P | TPC | <i>Aspergillus niger</i> | <i>Trichoderma viridae</i> |
| 0% | 2,4 10 ⁷ | 40 | 8,4. 10 ⁷ | 8 | 6 |
| 20% | 10 ⁷ (spreader) | 112 | 7,2. 10 ⁷ | 6 | 6 |
| 40% | 10 ⁷ (spreader) | 144 | 10. 10 ⁷ | 8 | 5 |
| 60% | 10 ⁷ (spreader) | 165 | 5,6. 10 ⁷ | 5 | 3 |
| 80% | 10 ⁷ (spreader) | 172 | 4,7. 10 ⁷ | 2 | 3 |
| 100% | 2,4 10 ⁷ | 148 | 4,1. 10 ⁷ | 3 | 2 |
| Pupuk kimia (dosis anjuran) | 3,2 10 ⁷ | 80 | 2,7. 10 ⁷ | 3 | 2 |

Indikator kedua keterkaitan antara konsentrasi ALIS dengan keberadaan mikroba media tanam adalah populasi mikroba media tanam. Analisis populasi mikroba media tanam dilakukan pada golongan bakteri dan kapang. Pada golongan bakteri dilakukan analisis populasi bakteri total yang ditunjukkan dari nilai *total plate count* (TPC) menggunakan media *nutrient agar*. Pada populasi bakteri pengikat nitrogen (N) dan pelarut fosfat (P) dianalisa populasinya menggunakan media *nutrient free broth* (NFB) dan *Picovskaya agar*. Sedangkan dari golongan kapang dianalisis populasi kapang penyubur tanah dari jenis *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viridae* menggunakan media *potato dextrose agar* (PDA). Populasi masing-masing jenis mikroba pada media tanam masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 4. Hasil analisa populasi mikroba menunjukkan bahwa pemberian ALIS pada berbagai konsentrasi dapat meningkatkan populasi bakteri total, bakteri pengikat N, bakteri pelarut P dan *A. niger* dan *T. viridae* bila dibandingkan dengan media tanam yang mendapatkan perlakuan pemupukan dengan pupuk kimia. Beberapa penelitian telah melaporkan

pengaruh pupuk kimia terhadap populasi mikroba tanah. Sarathchandra *et al.* (2001) melaporkan adanya penurunan keanekaragaman mikroflora tanah padang rumput yang mendapatkan perlakuan urea 200-400 kg/ha/tahun. Rendahnya populasi mikroba media tanam pada perlakuan pupuk kimia mengindikasikan adanya senyawa residu pupuk kimia yang bersifat toksik terhadap mikroba tanah. Selain itu, pupuk kimia hanya mengandung beberapa unsur yang dengan konsentrasi yang tinggi, sehingga kebutuhan nutrisi tanaman dan mikroba tanah tidak tersedia secara lengkap yang pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan populasi mikroba tanah.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah :

1. Pemberian variasi konsentrasi air limbah industri susu (ALIS) berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah. Pengaruh tersebut diketahui dari tinggi daun dan jumlah anakan sebagai indikator pertumbuhan. Pada tinggi daun pengaruh tersebut diketahui dari

peningkatan rata-rata tinggi daun tanaman bawang merah dari 13,89 cm pada perlakuan tanpa pemupukan menjadi 19,94; 21, 83; 24,45; 22,04 dan 19,29 cm pada perlakuan pemberian ALIS berturut-turut dengan konsentrasi 20, 40, 80 dan 100 % (v/v). Sedangkan pada jumlah anakan, pemberian ALIS tidak berpengaruh nyata yang diketahui dari nilai rerata jumlah anakan tertinggi yaitu pada perlakuan ALIS 20% sebesar 4,41 anakan/tanaman yang tidak berbeda nyata dengan jumlah anakan perlakuan tanpa pemupukan sebesar 5,61 anakan/tanaman.

2. Pemberian variasi konsentrasi air limbah industri susu (ALIS) berpengaruh terhadap hasil tanam tanaman bawang merah. Pengaruh diketahui dengan adanya kecenderungan peningkatan hasil tanam seiring dengan peningkatan konsentrasi ALIS yang diberikan sebagai pupuk. Secara keseluruhan hasil tanam tertinggi, yaitu biomasa total, jumlah umbi, berat segar dan berat kering umbi dicapai pada perlakuan ALIS 80% (v/v), yaitu berturut-turut sebesar 13,03 g/tanaman, 12,33 umbi/tanaman, 7,79 g/tanaman dan 5,38 g/tanaman. Sedangkan hasil tanam terendah dicapai perlakuan tanpa pemupukan, yaitu sebesar 7,80 g biomassa total/tanaman, 7,40 umbi/tanaman, 5 g berat segar umbi/tanaman dan 3 g berat kering umbi/tanaman.
3. Konsentrasi optimum air limbah industri susu (ALIS) bagi pertumbuhan dan hasil tanam tanaman bawang merah adalah 80 % (v/v) dengan volume penyiraman sebesar 100 mL yang dilakukan 3 kali selama masa tanam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pimpinan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Pimpinan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Pimpinan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas PGRI Adi Buana Surabaya dan KEMENRISTEK DIKTI yang telah berkenan memfasilitasi pembiayaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AAK. 2004. *Pedoman Bertanam Bawang*. Kanisius, Yogyakarta.
- [2] Ashraf, M. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnol. Adv.* 2009, 27, 84–93.
- [3] de Klerk, GJ., Hanecakova, J dan Jasik, J. 2008. Effect of medium-pH and MES on adventitious root formation from stem disks of apple. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 95(3): 285–292.
- [4] Dinesh R., Srinivasan V., Hamza S dan Manjusha A. 2010. Short-term incorporation of Organic Manures and Biofertilizers Influences Biochemical and Microbial Characteristics of Soils Under an Annual Crop [Turmeric (*Curcuma longa* L.)]. *Bioresour Technol.* 101:4697–4702
- [5] DWA (German Association for Water, Wastewater and Waste). 2010. *Wastewater in milk processing*. DWA, German.
- [6] Hbaiz E.M., Satif C., Fath-Allah R., Lebkiti M., Lebkiti A and Rifi E.H. 2014. Effect Of Sludge Of Wastewater From The Treatment Plant On The Growth In Pepper (*Capsicum Annuum*.L) Cultivated On Two Different Grounds. *Larhyss Journal.* 20: 43-55.
- [7] EPA (Environment Protection Authority) State Government of Victoria. 1997. *Environmental Guidelines For The Dairy Processing Industry*. EPA Publication, Australia. <http://www.epa.vic.gov.au>. Diakses pada tanggal 25 April 2015.
- [8] Erythrina. 2011. Perbenihan dan Budidaya Bawang Merah. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Mendukung Ketahanan Pangan dan Swasembada Beras Berkelanjutan di Sulawesi Utara*. BPTP, Sulawesi Utara.
- [9] Hardjosoemantri K. 1986. *Aspek Hukum Dan Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Gramedia, Jakarta.
- [10] Hendrawati T. 2006. *Panduan Inspeksi Penataan Pengelolaan Lingkungan Industri Pengolahan Susu*. Asisten Deputi Urusan Pengendalian Pencemaran Agroindustri, Jakarta Timur.
- [11] Hidayat A. dan R. Rosliani. 2003. Pengaruh Jarak Tanam dan Ukuran Umbi Bibit Bawang Merah Terhadap Hasil dan Distribusi Ukuran Umbi Bawang Merah. *Lap. Hasil Penelitian*. Balitsa Lembang.
- [12] Holdgate M.W. 1969. *A Prespective of Enviromental Pollution*. Cambridge University Press, London.
- [13] Khaleel R., Reddy K.R and Overcash M.R. 1981. Changes in Soil Physical Properties due to Organic Waste Application: A Review. *J. Environ. Qual.* 10:133-141.
- [14] Koenig Rich and Johnson Michael. 2011. *Selecting And Using Organic Fertilizers*. Utah State University.

- [15] <http://www.extension.usu.edu>. Diakses pada tanggal 25 April 2015.
- [16] Kong W.D., Zhu Y.G., Fu B.J., Han X.Z., Zhang L and He J.Z. 2008. Effect of Long-term Application of Chemical Fertilizers on Microbial Biomass and Functional Diversity of a Black Soil. *Pedosphere*. 18: 801-808.
- [17] Lager, I., Andreasson, O., Dunbar dan T.L. 2010. Changes in external pH rapidly alter plant gene expression and modulate auxin and elicitor responses. *Plant Cell Environ.* 33(9): 1513–1528.
- [18] Lee, S.; Seo, P.J.; Lee, H.J.; Park, C.M. A nac transcription factor ntl4 promotes reactive oxygen species production during drought-induced leaf senescence in arabidopsis. *Plant J. Cell Mol. Biol.* 2012, 70, 831–844.
- [19] Liu Yen-yiu and Haynes Richard. 2010. Effect of Long-term Irrigation with Dairy Factory Wastewater on Soil Properties. *World Congress of Soil Science 19th 2010, Soil Solutions for a Changing World*. Brisbane, Australia.
- [20] Lushchak, V.I. Adaptive response to oxidative stress: Bacteria, fungi, plants and animals. *Comp. Biochem. Physiol. Toxicol. Pharmacol. CBP* 2011, 153, 175–190.
- [21] Mark, G.L., Gitaitis, R.D dan Lorbeer, J.W. 2002. Bacterial Diseases of Onion. Dalam *Allium crop science: recent advances* (Rabinowitch dan L. Currah. Ed.). CABI Publishing.
- [22] Mosquera-López M.E., Cascallana V and Seoane S. 2002. Comparison of the Effects of Dairy Sludge and a Mineral NPK Fertilizer on an Acid Soil. *Invest. Agr.Prod. Prot.Veg.* 17(1): 87-99.
- [23] Musnamar EI. 2003. *Pupuk Organik Cair dan Padat*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- [24] Nazaruddin. 1999. *Budidaya dan pengaturan panen sayuran dataran rendah*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- [25] Netpae Tinnapan. 2012. Utilization of Waste from a Milk Cake Factory to Produce Liquid Organic Fertilizer for Plants. *Environmental and Experimental Biology*. 10: 9–13.
- [26] Pambudi F.H., Sa'diyah K., Juliastuti S.R, Hendrianie N. 2012. Peran Mikroorganisme *Azotobacter chroocuum*, *Pseudomonas putida*, dan *Aspergillus niger* pada Pembuatan Pupuk Cair dari Limbah cair Industri Pengolahan Susu. *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1): 1-4.
- [27] Rabinowitch, H.D dan Kamenetsky, R. 2002. Shallot (*Allium cepa*, Aggregatum Group). Dalam *Allium crop science: recent advances* (Rabinowitch dan L. Currah. Ed.). CABI Publishing.
- [28] Rahayu E dan Berlian N. 1999. *Bawang Merah*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- [29] Rismunandar. 1986. *Membudidayakan lima jenis bawang*. Penerbit Sinar Baru, Bandung.
- [30] Rukmana R. 1995. *Bawang Merah Budidaya Dan Pengolahan Pasca Panen*. Kanisius, Jakarta.
- [31] Samudra Jaka. 2013. *Limbah Cemari Sawah Warga Geruduk Pabrik PT. Nestle*. Okezone News, Rabu, 20 Februari 2013. <http://news.okezone.com/read/2013/02/20/521/764632/limbah-cemari-sawah-warga-geruduk-pabrik-pt-nestle>. Diakses tanggal 25 April 2015.
- [32] Sarathchandra S.U., Ghani A., Yeates G.W., Burch G dan Cox N.R. 2001. Effect of Nitrogen and Phosphate Fertilisers on Microbial and Nematode Diversity in Pasture Soils. *Soil and Biology*, 33: 953-954.
- [33] Setyawan Hendra. 2010. *Nestle Indonesia Masuk ke Pasar Susu Murah*. Kompas, 4 Maret 2010. <http://entertainment.kompas.com/read/2010/03/04/04003492/Nestle.Indonesia.Masuk.ke.Pasar.Susu.Murah>. Diakses tanggal 25 April 2015.
- [34] Siregar M. 2011. *Kebutuhan Meningkat, Ketergantungan Susu Impor Sulit Diminimalisir*. <http://www.investor.co.id/agribusiness/kebutuhan-meningkat-ketergantungan-susuimporsulit-diminimalisir/16724>. Diakses pada tanggal 21 April 2015.
- [35] Siregar M. 2011. *Kebutuhan Meningkat, Ketergantungan Susu Impor Sulit Diminimalisir*. <http://www.investor.co.id/agribusiness/kebutuhan-meningkat-ketergantungan-susuimporsulit-diminimalisir/16724>. Diakses pada tanggal 21 April 2015.
- [36] Sommers L.E. 1977. Chemical Composition of Sewage Sludge and Analysis of Their Potential Use as Fertilizers. *J. Environ. Qual.* 6: 225-229.