PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI SUMBER IRIGASI PADA TANAMAN SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.)

Oleh:

I.B. NYM. WIDYA ATMAJA

JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2011

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI SUMBER IRIGASI PADA TANAMAN SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.)

Oleh:

I.B. NYM. WIDYA ATMAJA

0710410006-41

SKRIPSI

Disampaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN

MALANG

2011

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

RINGKASAN i
KATA PENGANTAR iii
RIWAYAT HIDUP iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR LAMPIRAN ix
1. PENDAHULUAN
1.1 Latar belakang 1
1.2 Tujuan 2
1.3 Hipotesis 2
2. TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Tanaman sawi hijau 4
2.2 Limbah cair tahu 6
2.3 Pengaruh limbah cair tahu pada tanah dan tanaman 8
2.4 Pengaruh waktu simpan terhadap karakteristik limbah cair tahu 9
3. BAHAN DAN METODE
3.1 Tempat dan waktu penelitian 10
3.2 Alat dan bahan 10
3.3 Metode penelitian 10
3.4 Pelaksanaan penelitian 11
3.5 Pengamatan penelitian 14
3.6 Analisis data 16
4. HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil 17
4.2 Pembahasan 21
5. KESIMPULAN
5.1 Kesimpulan 25
5.2 Saran 25
DAFTAR PUSTAKA 26
LAMPIRAN 28

DAFTAR TABEL

No. Hal.

Teks

1. Satuan gizi per 140 gr sawi 6
2. Perbedaan air murni dengan limbah cair tahu 7
3. Komposisi kimia limbah cair tahu per liter larutan 7
4. Koefisien tanaman sawi selama fase pertumbuhan 12
5. Jumlah air yang diberikan untuk setiap pemberian pada masing-masing fase pertumbuhan tanaman 13
6. Dosis dan waktu pemberian pupuk 13
7. Rata-rata panjang tanaman sawi akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu pada berbagai umur pengamatan 17
8. Rata-rata luas daun tanaman sawi akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu pada berbagai umur pengamatan 18
9. Rata-rata bobot kering tanaman sawi akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu pada berbagai umur pengamatan 18
10. Rata-rata bobot segar total pertanaman akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu. 19
11. Rata-rata bobot segar konsumsi akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu 20
12. Hasil pengamatan intensitas cahaya 33
13. Hasil pengamatan suhu 33
14. Hasil pengamatan kelembaban udara 34
15. Analisis ragam panjang tanaman pada umur 10 hst 34
16. Analisis ragam panjang tanaman pada umur 17 hst 35
17. Analisis ragam panjang tanaman pada umur 24 hst 35
18. Analisis ragam panjang tanaman pada umur 31 hst. 35

19. Analisis ragam luas daun pada umur 10 hst 35
20. Analisis ragam luas daun pada umur 17 hst 35
21. Analisis ragam luas daun pada umur 24 hst 36
22. Analisis ragam luas daun pada umur 31 hst 36
23. Analisis ragam bobot kering (mg) pada umur 10 hst 36
24. Analisis ragam bobot kering (mg) pada umur 17 hst 36
25. Analisis ragam bobot kering (mg) pada umur 24 hst 36
26. Analisis ragam bobot kering (mg) pada umur 31 hst 37
27. Analisis ragam bobot kering (mg) pada umur 47 hst 37
28. Analisis ragam bobot segar panen (47 hst) 37
39. Analisis ragam bobot konsumsi panen (47 hst) 37
30. Hasil analisis tanah awal 38
31. Hasil analisis limbah cair tahu 39
32. Hasil analisis tanah akhir 40

DAFTAR GAMBAR

No. Hal.

Teks

1. Denah percobaan 31
2. Denah Pengambilan Tanaman Contoh 32
3. Persemaian sawi 41
4. Transplanting 41
5. Penyiangan 41
6. Sawi 24 hst 41
7. Sawi 31 hst 41
8. Sawi siap panen (47 hst) 41
9. Panen sawi keseluruhan 42
10. Bagian sawi yang dikonsumsi 42
11. Warna limbah cair tahu 42
12. Cara penyimpanan limbah 43
13. Aphid/ kutu daun 43
14. Ulat crop kubis 43
15. Larva kumbang tanduk 43

DAFTAR LAMPIRAN

No. Hal.

Teks

1. Deskripsi Tanaman Caisim Varietas Tosakan 28
2. Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman Sawi 29
3. Perhitungan Kebutuhan Pupuk 30
4. Gambar Denah Percobaan 31
5. Gambar Denah Pengambilan Tanaman Contoh 32
6. Data intensitas cahaya matahari 33
7. Hasil pengamatan suhu dan kelembaban udara 33
8. Analisis ragam 34
9. Data analisis tanah awal 38
10. Data analisis limbah cair tahu 39
11. Data analisis tanah akhir 40
12. Dokumentasi penelitian 41

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

I.B. Nym. Widya Atmaja. 0710410006-41. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Sumber Irigasi Pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Arifin, MS sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Ir. Sudiarso, MS sebagai Pembimbing Pendamping

Sawi (*Brassica juncea* L.) ialah jenis sayur yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Golongan yang mengkonsumsi sawi sangat luas, mulai dari masyarakat ekonomi rendah sampai ekonomi tinggi. Sawi hijau sebagai bahan makanan sayuran mengandung zat-zat gizi yang cukup lengkap sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh. Kelebihan lain tanaman sawi ialah mampu tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Tanaman sawi bila ditinjau dari aspek ekonomis dan bisnisnya layak untuk dikembangkan atau diusahakan untuk memenuhi permintaan konsumen serta adanya peluang pasar. Kelayakan pengembangan budidaya sawi antara lain ditunjukkan oleh adanya keunggulan komparatif kondisi wilayah tropis indonesia yang sangat cocok untuk komoditas tersebut, disamping itu, umur panen sawi relatif pendek yakni 40-50 hari setelah tanam dan hasilnya memberikan keuntungan yang memadai (Rukmana, 1994).

Air sebagai faktor pembatas utama dalam kehidupan tanaman. Ketersediaan air dalam budidaya tanaman akan sangat menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman. Rendahnya ketersediaan air terutama ada musim kemarau tentunya akan menurunkan produksi, khususnya pada tanaman sawi. disisi lain penggunaan air bagi rumah tangga dan industri terus meningkat yang akan berdampak pada penurunan ketersediaan air bagi sektor pertanian, padahal produksi tanaman sayuran dituntut untuk meningkatkan produksi. Oleh sebab itu perlu adanya alternatif pengganti air sebagai irigasi sehingga kebutuhan air tanaman dapat tercukupi.

Industri tahu ialah industri yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang relatif banyak dalam proses produksi. Dalam pengolahan 60 kg kedelai dibutuhkan air sebanyak 2700 liter, dengan limbah cair yang akan dihasilkan sebanyak 2610 kg (Sriharti, 2004). Selain banyaknya limbah cair yang dihasilkan, limbah cair tahu juga merupakan limbah organik, sehingga memiliki peluang yang sangat besar sebagai pengganti air untuk tujuan irigasi. Selain memberikan penambahan air, pemberian limbah cair ini juga memberikan penambahan nurisi pada tanaman sehingga pertumbuhan tanaman akan semakin baik. Mengingat limbah cair tahu ialah limbah organik, tentunya akan mengalami perubahan pada sifat fisik maupun kimia jika disimpan atau didiamkan beberapa lama. Tujuan penelitian ialah 1) Memanfaatkan limbah cair tahu sebagai air irigasi pada tanaman sawi hijau, 2) Mempelajari pengaruh lama waktu penyimpanan limbah cair tahu sebagai sumber irigasi pada tanaman sawi hijau. Hipotesis yang diajukan ialah 1) Limbah cair tahu dapat digunakan sebagai alternatif pengganti air irigasi pada budidaya tanaman sawi hijau, 2) Lama penyimpanan limbah cair tahu mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman sawi hijau, dimana penyimpanan selama 12 hari akan memberikan pertumbuhan dan hasil yang terbaik.

Penelitian lapang dilakukan pada bulan Februari sampai dengan April 2011 di Rumah Kaca Universitas Brawijaya Malang dengan ketinggian ± 545 m

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

dpl dengan media tanal Alfisol pada suhu rata-rata 26 ^{o}C. Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah jerigen, ember, sekop, *leaf area meter* (LAM), quantum meter, *hand sprayer*, penggaris, timbangan analitik dan oven. Bahan-bahan yang digunakan ialah polybag, limbah cair tahu berasal dari penyaringan air rebusan tahu (whey),pupuk Urea (46% N), pupuk SP-36 (36% P_2O_5), pupuk KCl (60% K_2O), benih sawi hijau varietas tosakan, insektisida Regent 0,3 GR dan insektisida Matarin 50 EC. Penelitian menggunakan percobaan non faktorial yang dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Terdapat 7 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali, sehingga diperoleh 28 plot percobaan. Perlakuan tersebut meliputi irigasi dengan air PAM/tanpa limbah cair tahu (P_1), irigasi dengan limbah cair tahu segar (P_2), irigasi dengan limbah cair tahu yang disimpan 3 hari (P_3), irigasi dengan limbah cair tahu yang disimpan 6 hari (P_4), irigasi dengan limbah cair tahu yang disimpan 9 hari (P_5), irigasi dengan limbah cair tahu yang disimpan 12 hari (P_5), irigasi dengan limbah cair tahu yang disimpan 15 hari (P_7). Pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan pertumbuhan tanaman dan pengamatan hasil. Pengamatan pertumbuhan meliputi panjang tanaman, luas daun dan bobot kering tanaman. Pengamatan dilakukan secara destruktif dan non-destruktif pada umur tanaman 10, 17, 24 dan 31hst. Pengamatan hasil meliputi bobot segar total per tanaman dan bobot segar konsumsi. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Apabila hasil pengujian menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji BNT pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair tahu tidak berpengaruh terhadap komponen pertumbuhan tanaman sawi, akan tetapi memberikan pengaruh terhadap komponen hasil. Aplikasi limbah cair tahu yang disimpan minimal 9 hari dapat meningkatkan hasil tanaman sawi. Penambahan lama penyimpanan kelipatan 3 hari yang diawali dari hari ke-9 hingga hari ke-15 diikuti dengan penambahan bobot segar total per tanaman sebesar 65,033%, 91,156% dan 72,943% jika dibandingkan dengan tanaman yang tanpa diberi limbah cair tahu. Pemberian limbah cair tahu yang disimpan 12 hari memberikan peningkatan pada bobot segar total per tanaman yang paling tinggi, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan irigasi menggunakan limbah yang disimpan selama 3, 6, 9 dan 15 hari. Besarnya peningkatan bobot segar total tanaman akibat pemberian limbah cair tahu yang disimpan 12 hari yaitu sebesar 91,138% jika dibandingkan dengan irigasi tanpa limbah cair tahu dan sebesar 54,011% jika dibandingkan dengan irigasi menggunakan limbah cair tahu segar. Sawi yang diberi limbah cair tahu yang disimpan minimal 12 hari memberikan rata-rata bobot segar konsumsi terbaik dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa limbah/pemberian air PAM dan limbah cair tahu segar, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan sawi yang diberi limbah cair tahu yang disimpan 3, 6 dan 9 hari. Besarnya peningkatan rata-rata bobot segar konsumsi pada sawi yang diberi limbah cair tahu yang disimpan 12 dan 15 hari secara berturut-turut yaitu sebesar 89,83% dan 74,31% bila dibanding penyiraman dengan air PAM serta 52,53% dan 40,07% bila dibanding penyiraman dengan limbah cair tahu segar.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa karena atas rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Sumber Irigasi Pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di program sarjana strata satu Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini, terutama kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Arifin, MS, selaku dosen pembimbing utama.
2. Prof. Dr. Ir. Sudiarso, MS, selaku dosen pembimbing kedua.
3. Ir. Ninuk Herlina, MS, selaku dosen pembahas.
4. Orang tua, kakak dan seluruh keluarga untuk kasih sayang serta bantuan doa dan dukungannya selama ini.
5. Teman-teman Agronomi 2007, sahabat-sahabat serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini masih banyak kekurangan, namun penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi dan para pembaca yang membacanya. Saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan proposal ini.

Malang, Desember 2011

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tabanan pada tanggal 1 Januari 1989 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Ida Bagus Nyoman Sedana dan Ni Putu Murni.

Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SDN 1 Penarukan pada tahun 2001, pendidikan Sekolah Menengah Pertama diselesaikan di SMPN 1 Kerambitan pada tahun 2004 dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Tabanan pada tahun 2007. Pada tahun 2007, penulis melanjutkan ke pendidikan Strata 1 (S1) program studi Agronomi jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya melalui jalur Penjaringan Siswa Berprestasi (PSB).

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sawi (*Brassica juncea* L.) ialah jenis sayur yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Sawi digemari oleh berbagai golongan, mulai dari masyarakat ekonomi rendah sampai ekonomi tinggi. Sawi hijau sebagai bahan makanan sayuran mengandung zat-zat gizi yang cukup lengkap sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh. Kelebihan lain tanaman sawi ialah mampu tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Tanaman sawi bila ditinjau dari aspek ekonomis dan bisnisnya layak untuk dikembangkan atau diusahakan untuk memenuhi permintaan konsumen serta adanya peluang pasar. Kelayakan pengembangan budidaya sawi antara lain ditunjukkan oleh adanya kondisi wilayah tropis indonesia yang sangat cocok untuk komoditas tersebut, disamping itu, umur panen sawi relatif pendek yakni 40-50 hari setelah tanam dan hasilnya memberikan keuntungan yang memadai (Rukmana, 1994).

Air sebagai faktor pembatas utama dalam kehidupan tanaman. Masalah utama sumberdaya air di Indonesia ialah adanya ketidakseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air. Kebutuhan air di masyarakat terus meningkat seiring dengan perkembangan ekonomi dan pertambahan penduduk, sedangkan ketersediaan air semakin terbatas terutama pada musim kemarau. Penggunaan air bagi rumah tangga dan industri akan berdampak pada berkurangnya ketersediaan air bagi sektor pertanian, padahal produksi tanaman sayuran dituntut untuk meningkatkan produksi. Ketersediaan air dalam budidaya tanaman akan sangat menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman. Apabila terjadi kekurangan air, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat (Ariffin, 2002) yang tentunya akan menyebabkan penurunan hasil tanaman.

Industri tahu ialah industri yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang relatif banyak dalam proses produksi. Dalam pengolahan 60 kg kedelai dibutuhkan air sebanyak 2700 liter, dengan limbah cair yang akan dihasilkan sebanyak 2610 kg (Sriharti *et al*, 2004). Limbah cair tahu mengandung bahan organik yang cukup tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam limbah cair tahu

dapat berupa protein, karbohidrat dan lemak. Persentase kandungan masing-masing bahan organik dalam limbah cair tahu yaitu protein mencapai 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10%. Banyaknya limbah cair yang dihasilkan jika dibuang begitu saja akan sangat disayangkan, padahal jika dilihat dari kandungan bahan organiknya yang tinggi, limbah cair memiliki peluang yang besar untuk dijadikan sebagai sumber irigasi. Selain memberikan penambahan air, pemanfaatan limbah cair ini juga memberikan penambahan nurisi pada tanaman sehingga pertumbuhan tanaman akan semakin baik. Hasil penelitian Swastika (2009) menunjukkan bahwa pemberian limbah cair tahu segar tanpa pencairan dapat meningkatkan penyerapan nitrogen dan fosfor serta meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau.

Dalam aplikasi limbah cair tahu ke lapang, baik itu sawah maupun kebun akan membutuhkan waktu distribusi yang berbeda-beda sesuai dengan jarak pabrik dengan lahan maupun jumlah limbah yang diperlukan untuk irigasi. Semakin banyak jumlah limbah cair yang dibutuhkan serta jarak distribusi yang semakin jauh maka semakin lama pula limbah itu akan tersimpan, hal ini tentu saja akan mempengaruhi sifat kimia limbah cair tersebut mengingat bahan organik yang terkandung dalam limbah ini akan mengalami perubahan (terdekomposisi). Untuk itulah, lama penyimpanan limbah cair tahu perlu dikaji untuk mengetahui pengaruh lama peyimpanan dan mendapatkan waktu penyimpanan terbaik untuk diaplikasikan sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, khususnya pada tanaman sawi.

1.2 Tujuan

1. Memanfaatkan limbah cair tahu sebagai air irigasi pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)
2. Mempelajari pengaruh lama waktu penyimpanan limbah cair tahu sebagai sumber irigasi pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

1.3 Hipotesis

1. Limbah cair tahu dapat digunakan sebagai alternatif pengganti air irigasi pada budidaya tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

2. Lama penyimpanan limbah cair tahu mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.), dimana penyimpanan selama 12 hari akan memberikan pertumbuhan dan hasil yang terbaik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman sawi hijau

Tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) masih satu keluarga dengan kubis-krop, kubis bunga, broccoli dan lobak, yakni famili cruciferae (brassicaceae) oleh karena itu sifat morfologis tanamannya hampir sama, terutama pada sistem perakaran, struktur batang, bunga, buah (polong) maupun bijinya (Rukmana, 2002).

Sistem perakaran tanaman sawi memiliki akar tunggang dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang menyebar kesemua arah dengan kedalaman antara 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi untuk menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Heru dan Yovita, 2003). Batang tanaman sawi pendek dan beruas-ruas sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun. Daun sawi stukturnya bersayap dan bertangkai panjang yang bentuknya pipih. Warna daun pada umumnya hijau keputihan sampai hijau tua.

Tanaman sawi umumnya mudah berbunga dan berbiji secara alami baik didataran tinggi maupun di dataran rendah. Stuktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (inflorescentia) yang tumbuh memanjang dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga sawi terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah putik yang berongga dua (Cahyono, 2003).

Sawi dapat ditanam di dataran tinggi maupun di dataran rendah (5-1200m dpl). Ketinggian tempat yang memberikan pertumbuhan optimal pada tanaman sawi adalah 100-500 m dpl. Namun demikian, umumnya sawi diusahakan orang di dataran rendah dan biasanya ditanam di pekarangan, di ladang, atau di sawah. Sawi termasuk tanaman sayuran yang tahan terhadap hujan sehingga dapat ditanam sepanjang tahun, asalkan pada musim kemarau disediakan air yang cukup untuk penyiraman. Keadaan tanah yang dikehendaki adalah tanah gembur, banyak mengandung humus dan drainase baik. Derajat kemasaman tanah (pH) yang dibutuhkan sekitar 6-7 (Supriati dan Herliana, 2010).

Kelembapan udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman sawi hijau yang optimal berkisar antara 80%-90%. Kelembapan udara yang tinggi lebih dari 90 % berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Kelembapan yang tinggi tidak sesuai dengan yang dikehendaki tanaman, menyebabkan mulut daun (stomata) tertutup sehingga penyerapan gas karbondioksida (CO_2) terganggu. Dengan demikian kadar gas CO_2 tidak dapat masuk kedalam daun, sehingga kadar gas CO_2 yang diperlukan tanaman untuk fotosintesis tidak memadai. Akhirnya proses fotosintsis tidak berjalan dengan baik sehingga semua proses pertumbuhan pada tanaman menurun (Cahyono, 2003).

Selain dikenal sebagai tanaman sayuran daerah iklim sedang, saat ini sawi berkembang pesat di daerah panas. Kondisi iklim yang dikehendaki untuk pertumbuhan tanaman sawi adalah daerah yang mempunyai suhu malam hari 15,6 °C dan siang hari 21,1 °C serta penyinaran matahari antara 10-13 jam per hari. Suhu udara yang baik untuk pertumbuhan sawi berkisar antara 21-29 ^oC. Suhu udara yang tinggi dapat menyebabkan tanaman sawi hijau tidak dapat tumbuh dengan baik. Karena suhu udara yang tinggi lebih dari batasan maksimal yang di kehendaki tanaman, dapat mengakibatkan proses fotosintasis tanaman tidak berjalan sempurna atau bahkan terhenti sehingga produksi karbohidrat juga terhenti, sedangkan proses respirasi meningkat. Akibatnya produksi pati hasil fotosintesis lebih banyak digunakan untuk respirasi dari pada untuk pertumbuhan tanaman sehingga tanaman tidak mampu untuk tumbuh dengan sempurna. Dengan demikian pada suhu udara yang tinggi tanaman sawi hijau pertumbuhannya tidak subur, tanaman kurus, dan produksinya rendah, serta kualitas daun juga rendah (Cahyono, 2003).

Tanaman sawi dapat dipanen 40-50 hari dari umur semai, pada tanaman yang baik, dapat menghasilkan 1-2 ton/ha. Sayuran ini kaya akan vitamin, misalnya vitamin A, B, C, E, dan K. Tak hanya memiliki banyak jenis vitamin, kadar tiap vitamin pada sayuran ini ternyata juga sangat tinggi (Tabel 1). Selain vitamin, sayur sawi juga mengandung karbohidrat, protein dan lemak yang berguna untuk kesehatan tubuh.

Sawi hijau mengandung banyak antioksidan dan memiliki banyak vitamin. Sawi seperti juga sayur hijau lainnya berfungsi sebagai pencegah kanker,

mencegah anemia dan menjaga kornea mata agar selalu sehat. Bagi perempuan sawi punya banyak manfaat di masa menopouse, karena bisa melindungi kaum hawa dari penyakit jantung dan kanker payudara. Kandungan nutrisi seperti kalsium, asam folat, dan magnesium juga dapat mendukung kesehatan tulang (Haryanto *et al.*, 2007). Mengingat sawi memiliki banyak kelebihan serta manfaat, maka sawi sangat baik untuk dikonsumsi dan memiliki potensi untuk dibudidayakan.

Tabel 1. Kandungan gizi per 140 g sawi (Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI, 1979.)

No	Komposisi	Jumlah
1	Kalori	22.00 k
2	Protein	2.30 g
3	Lemak	0.30 g
4	Karbohidrat	4.00 g
5	Serat	1.20 g
6	Kalsium	220.50 mg
7	Fosfor	38.40 mg
8	Besi	2.90 mg
9	Vitamin A	969.00 SI
10	Vitamin B_1	0.09 mg
11	Vitamin B_2	0.10 mg
12	Vitamin B_3	0.70 mg
13	Vitamin C	102.00 mg

2.2 Limbah cair tahu

Tahu merupakan produk yang dibuat dari penggumpalan sari kedelai. Pembuatan tahu melalui tahapan pembuatan sari kedelai dan penggumpalan protein. Bahan penggumpal yang biasa dipakai ialah batu tahu (CaSO), asam cuka (CHCOOH) dan MgSO (Sriharti, 2004). Sisa sari kedelai yang digumpalkan berupa cairan yang disebut whey, mengandung zat organik seperti protein, karbohidrat dan lemak disamping padatan tersuspensi dari tahu yang hancur waktu diproses atau kurang sempurna waktu penggumpalan. Sebagian kecil whey digunakan kembali untuk penggumpalan sari kedelai dan untuk minuman ternak,sebagian besar dibuang sebagai limbah cair.

Jumlah limbah cair dari industri tahu kurang lebih 25 liter/kg kedelai, mengandung beban pencemaran total padatan tersuspensi (TSS) 650 mg, BOD 7000 mg dan COD 10.000 mg masing-masing perliter limbah cair tahu (Sriharti, 2004) . BOD adalah kebutuhan oksigen secara biologis, sedangkan COD adalah kebutuhan oksigen secara kimiawi untuk zat organik yang terdapat dalam air limbah. Semakin besar angka BOD dan COD, maka derajat pencemaran air limbah juga semakin tinggi. Baku mutu limbah cair untuk industri makanan menurut keputusan Gubernur DKI Jakarta nomor 582 tahun 1995 yaitu memiliki kadar maksimum untuk BOD, COD dan TSS secara berturut-turut sebesar 75 mg/l, 100 mg/l dan 100 mg/l. Perbedaan air murni dengan limbah cair tahu ditampilkan pada Tabel 2. Komposisi kimia limbah cair tahu disajikan dalam Tebel 3.

Tabel 2. Perbedaan air murni dengan limbah cair tahu (Nawawi, 2001)

Ciri dan kandungan	Air murni	Limbah cair tahu
Bau	Tidak	Masam
Rasa	Tidak	Ada
Warna	Tidak	Keruh
Ca	30.000 mg l^{-1}	0,03 mg l^{-1}
Fe	1000 mg l^{-1}	0,197 mg l^{-1}
pH	6,5-8,5	3-4

Tabel 3. Komposisi kimia limbah cair tahu per liter larutan (Bagus, Wardani dan Arishanti, 1997)

Komponen	Jumlah
Kadar air	99,473%
Total protein	0,138%
Total pati	0,855%
N-total	434,780 mg l^{-1}
P	0,014%
K	141,935 mg l^{-1}
Glukosa	92,000 mg l^{-1}
Ca	0,030 mg l^{-1}
Fe	0,197 mg l^{-1}
Cu	0,118 mg l^{-1}
Mg	4,119 mg l^{-1}
Na	0,591 mg l^{-1}

Penelitian Sawitri *et al.* (1986) menjelaskan bahwa kandungan C, N, dan P berasal dari nutrien kedelai yang terlarut pada limbah, sedangkan adanya Ca berasal dari penambahan kalsium sulfida ($CaSO_4.2H_2O$) sebagai bahan yang digunakan untuk menggumpalkan protein kedelai.

2.3 Pengaruh limbah cair tahu pada tanah dan tanaman

Limbah cair tahu adalah limbah organik yang berasal dari indusrti makanan. Limbah cair tahu mengandung karbohidrat, protein, lemak dan unsur-unsur hara seperti P, K, Ca, Fe, Cu, Mg dan Na. Unsur P, K, Ca, Mg, Fe dan Cu adalah unsur hara esensial bagi tumbuhan. Unsur hara esensial adalah unsur-unsur yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang keberadannya tidak bisa digantikan dengan unsur yang lain. Kekurangan hara esensial akan menyebabkan tumbuhan tidak dapat menyelesaikan siklus hidupnya. Dengan kandungan N-total limbah cair tahu yang cukup tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, terutama pada organ vegetatif. Dengan pertumbuhan vegetatif tanaman yang baik dan kondisi lingkungan yang mendukung maka tumbuhan akan berproduksi dengan optimal. Hasil penelitian Swastika (2009) menunjukkan bahwa limbah cair tahu dapat dimanfaatkan sebagai air irigasi dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau.

Pada tanah, kandungan bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tahu dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Menurut Sudiarso (2007), bahan organik membantu pembentukan agregat tanah, meningkatkan nilaik KTK dan memberikan makanan bagi orgaisme dalam tanah sehingga mereka dapat berkembang dengan baik. Bahan organik akan didekomposisikan oleh bakteri menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dengan adanya penambahan limbah cair tahu ini, tanah akan memiliki kemampuan untuk menunjang pertumbuhan tanaman sehingga mampu berproduksi secara optimal.

Walaupun limbah cair tahu mengandung bahan-bahan yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, namun beberapa sanyawa yang dikandungnya akan berdampak negatif jika berada dalam tanah dengan jumlah

yang banyak. Unsur Fe dan Cu misalnya, walaupun merupakan unsur hara esensial, akan tetapi keduanya termasuk dalam unsur hara mikro, yang berarti dubutuhkan tanaman dalam jumlah yang sedikit. Purwadi (2011) menyebutkan bahwa kelebihan unsur hara mikro akan menyebabkan tanaman keracunan yang dicirikan dengan klorosis, nekrosis, hingga kekeringan. Gejala keracunan sering terjadi pada unsur hara mikro seperti Fe, Mn, Zn, B, Cu dan Cl. Selain itu, pH limbah cair tahu yang berkisar antara 3-4 akan menyebabkan pH tanah menjadi masam.

2.4 Pengaruh waktu simpan terhadap karakteristik limbah cair tahu

Limbah cair tahu adalah limbah yang timbul akibat kegiatan produksi tahu. Limbah cair berasal dari sisa air perendaman, sisa air tahu yang tidak menggumpal dan potongan tahu yang hancur karena kurang sempurnanya proses penggumpalan. Buangan air limbah ini masih banyak mengandung bahan organik seperti protein, karbohidrat, lemak dan zat terlarut yang mengandung padatan tersuspensi atau padatan terendap. Karakteristik limbah tahu meliputi suhu, warna, bau, kekeruhan, padatan tersuspensi, pH, BOD dan COD

Air limbah yang masih baru berwarna putih kekuningan, apabila dibiarkan akan berubah menjadi hitam. Selain warna, bau dapat dijadikan suatu petunjuk apakah air limbah tersebut masih baru atau sudah lama. Air limbah yang masih baru masih berbau seperti tahu dan akan menjadi berbau asam setelah berumur lebih dari satu hari, selanjutnya akan berbau busuk. Bau busuk timbul karena adanya kegiatan mikroorganisme yang menguraikan zat-zat organik seperti protein dan karbohidrat yang menghasilkan gas-gas tertentu, seperti CH_4, NH_3 dan H_2S (Goendi *et al*. 2008). Kekeruhan pada limbah cair tahu yang terjadi karena adanya bahan organik (seperti karbohidrat dan protein) yang mengalami penguraian serta bahan koloid yang sukar mengendap. Adanya bahan organik yang cukup tinggi menyebabkan mikroba menjadi aktif dan menguraikan bahan organik tersebut secara biologis menjadi senyawa asam-asam organik (Fatha, 2007).

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan April 2011 di Rumah Kaca Universitas Brawijaya Malang dengan ketinggian ± 545 m dpl dengan media tanah Alfisol pada suhu rata-rata 26 ^{o}C.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 buah jerigen 8 l, 25 ember 20 kg, sekop, *leaf area meter* (LAM), quantum meter, *hand sprayer*, penggaris, timbangan analitik, oven, 224 buah polybag 10 kg, pupuk SP-36 dengan dosis 100 kg ha^{-1} , 100 kg ha^{-1} pupuk KCl, 110 kg ha^{-1} pupuk Urea, benih sawi hijau var. Tosakan, limbah cair tahu berasal dari penyaringan air rebusan tahu (whey), insektisida Regent 0,3 GR dan insektisida Matarin 50 EC.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan 7 perlakuan dan 4 kali ulangan, yaitu :

P_0 = Tanpa limbah (irigasi dengan air PAM)

P_1 = limbah cair tahu tanpa disimpan

P_2 = limbah cair tahu disimpan 3 hari

P_3 = limbah cair tahu disimpan 6 hari

P_4 = limbah cair tahu disimpan 9 hari

P_5 = limbah cair tahu disimpan 12 hari

P_6 = limbah cair tahu disimpan 15 hari

Setiap unit percobaan terdiri dari 8 polybag (tiap polybag berisi 2 tanaman), dimana 1 polybag untuk pengamatan non-destruktif, 4 polybag untuk pengamatan destruktif, 2 polybag untuk panen (satu polybag dari pengamatan non destruktif), serta 2 polybag untuk cadangan apabila tanaman yang diamati mengalami kematian akibat serangan hama dan penyakit. Sehingga total polybag seluruhnya berjumlah 224 buah.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Media

a. Tanah

Tanah diambil dari desa Jatikerto, kebun percobaan Universitas Brawijaya, kemudian dikering anginkan dan selanjutnya ditimbang, tiap polybag diisi dengan 8 kg tanah kemudian diberi air setara 100% kapasitas lapang. Sebelum dan sesudah penelitian, tanah dianalisis untuk mengetahui pengaruh pemberian limbah cair tahu terhadap sifat kimia tanah.

b. Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu diberi perlakuan lama penyimpanan sesuai dengan jumlah perlakuan yang ada. Penyimpanan dilakukan dengan menempatkan limbah cair tahu dalam ember kemudian ditutup rapat. Setelah mendapatkan perlakuan, limbah cair tahu langsung disiramkan ke tanah sebagai air irigasi. Pemberian limbah cair tahu dilakukan dengan menggunakan gelas ukur sehingga jumlah pemberiannya bisa sama untuk seluruh perlakuan dan sesuai dengan dosis yang sudah ditetapkan sesuai dengan kebutuhan air tanaman tiap fase pertumbuhan. Pemberian limbah cair tahu pertama kali saat tanaman berumur 5 hari setelah transplanting dan pemberian selanjutnya setiap dua hari sekali.

Kandungan limbah cair tahu setiap perlakuan dianalisis untuk mengetahui kandungan unsur-unsur didalamnya. Adapun unsur yang dianalisis adalah N, P, K, BO, C/N rasio dan pH.

3.4.2 Penanaman

Bibit yang ditanam dalam polybag adalah bibit hasil persemaian. Persemaian dilakukan pada bak-bak plastik dengan media arang sekam dicampur tanah dengan komposisi 1:2. Bibit ditransplanting ke dalam polybag saat berumur 10 hari setelah semai sebanyak 2 bibit per polybag. Persemaian bertujuan untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman yang seragam untuk bahan transplanting.

3.4.3 Pemeliharaan

a. Penyiraman

Jumlah air yang diberikan disesuaikan dengan koefisien tanaman (kc). Koefisien tanaman (kc) merupakan konstante yang menghubungkan ETo dengan ET-tanaman (evapotranspirasi tanaman). Nilai kc ini berhubungan dengan evapotranspirasi tanaman bebas penyakit yang tumbuh di lapangan luas pada kondisi lengas tanah yang optimum dan kesuburan tanah yang baik dan mencapai potensi produksinya secara penuh pada kondisi lingkungan tumbuh tertentu. ET-tanaman dapat diperoleh dengan rumus: ET-tanaman = kc . Eto.

Pada saat awal tanam sampai 4 hst, tanaman diberikan air PAM untuk mendapatkan kondisi tanaman yang baik dan mengkondisikan tanaman dengan lingkungan baru (dalam polybag). Perlakuan mulai diberikan saat umur tanaman 5 hst. Penyiraman dilakukan 2 hari sekali hingga menjelang panen.

Koefisien tanaman sawi untuk setiap fase pertumbuhan dan jumlah air yang diberikan setiap fase pertumbuhan tanaman ditampilkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Koefisien tanaman sawi selama fase pertumbuhan (Raut *et al*, 2001)

Fase pertumbuhan	Koefisien tanaman	Periode (hari)
Awal	0,38	25
Perkembangan	0,69	35
Tengah	1,00	35
Akhir	0,56	40

Berdasarkan dari koefisien tanaman dan kebutuan air total tanaman, kebutuhan air tanaman tiap fase pertumbuhan dapat dihitung dengan rumus: koefisien tanaman (kc) tiap fase tumbuh x kebutuhan air total tanaman. Dari hasil perhitungan kebutuhan air tanaman (Lampiran 2), didapatkan kebutuan air seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah air yang diberikan untuk dua tanaman pada masing-masing fase pertumbuhan tanaman

Fase pertumbuhan	Kebutuhan air total/polybag (ml)	Air yang diberikan per 2 hari (ml)
Awal	2.722,38 ml	217,80 ml
Perkembangan	4943,62 ml	282,50 ml

b. Pemupukan

Pupuk SP-36 (100 kg/ha) dan pupuk KCl (100 kg/ha) semuanya diberikan pada saat penanaman. Pemberian pupuk Urea dengan dosis 110 kg/ha diberikan 2 kali, pertama pada saat transplanting dan pada saat umur 10 hari setelah transplanting. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara melubangi tanah yang berada 5-7 cm dari tanaman, kemudian pupuk dimasukkan ke dalam lubang dan dititupi kembali dengan tanah

Kebutunahan pupuk per hektar telah dikonversi menjadi per polybag (Lampiran 3.) dan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Dosis dan waktu pemberian pupuk

Jenis pupuk	Dosis pupuk		
	0 hari setelah transplanting	10 hari setelah transplanting	Total/polybag
Urea	2,65 g	2,65 g	5,3 g
SP-36	4,9 g	-	4,9 g
KCl	4,9 g	-	4,9 g

c. Pengendalian HPT (Hama Dan Penyakit Tanaman) dan Gulma

Tanaman sawi terserang hama orong-orong dan larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* (L)) pada umur 2 hst, sedangkan terserang hama kutu daun (Aphid) dan ulat crop kubis (*Crocidolomia binotalis* Zell.) terjadi pada saat tanaman berumur 15 hst. Orong-orong dan larva kumbang tanduk dikendalikan dengan pemberian Regent 0,3 GR dengan cara ditabur pada permukaan tanah secara merata, seangkan kutu daun dan ulat crop kubis dikendalikan dengan penyemprotan menggunakan insektisida Matarin 50 EC (bahan aktif: Lamda sihalortin *50* g/l) dengan dosis 1-2 ml per liter air.

Gulma yang tumbuh selama penelitian berlangsung ialah gulma teki. Pengendalian gulma teki dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan mencabut gulma yang tumbuh dalam polybag. Pengendalian gulma dilakukakan setiap 3 hari sekali sampai panen.

d. Panen

Pemanenan sawi dilakukan ketika sawi berumur 47 hst. Pemenenan dilakukan dengan cara mencabut sawi sehingga bagian akarnya rikut dalam bagian yang dipanen. Kriteria sawi yang sudah siap panen yaitu daun sudah mulai bergelombang dan daun terbawah sudah menguning. Hasil panen diletakkan di tempat teduh untuk menghindari transpirasi yang terlalu besar sehingga hasil panen tidak cepat layu.

3.5 Pengamatan Penelitian

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengamatan non destruktif, pengamatan destruktif dan panen. Variabel non destruktif dan destruktif dilakukan setelah tanaman berumur 10 hst dengan interval setiap 7 hari sekali (10, 17, 24, dan 31 hst), sedangkan pengamatan panen dilakukan 1 kali pada saat tanaman berumur antara 47 hst. Pada pengamatan non destruktif diamati 1 polybag (2 tanaman), pengamatan destruktif diambil 2 sampel tanaman per ulangan (1 polybag) dan panen 4 tanaman (2 polybag).

A. Pengamatan Non Destruktif :

Pengamatan non destruktif dilakukan pada umur 10, 17, 24, dan 31 hst. Variabel pengamatan non destruktif yang diamati yaitu panjang tanaman. Panjang tanaman ditentukan dengan cara mengukur panjang tanaman menggunakan penggaris mulai dari pangkal batang di permukaan tanah hingga ujung daun terpanjang.

B. Pengamatan Destruktif :

Pengamatan destruktif dilakukan pada umur 10, 17, 24, dan 31 hst. Variabel pengamatan destruktif antara lain :

1. Luas Daun (cm^2)

Pengukuran luas daun dilakukan dengan *Leaf Area Meter* (LAM). Daun diletakkan satu persatu di atas plastik LAM, kemudian LAM secara otomatis akan menampilkan luas daun tanaman yang diukur. Dalam pengukuran luas daun, peletakan daun dijaga agar tidak saling menutupi satu sama lain sehingga nilai luasan daun yang diperoleh sesuai dengan semestinya.

2. Bobot Kering Per Tanaman (g)

Perhitungan bobot kering per tanaman, dilakukan dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman, setelah dioven terlebih dahulu pada suhu 80^o C selama 2 x 24 jam sampai diperoleh bobot kering konstan.

C. Pengamatan Panen :

Pada pengamatan panen dilakukan hanya sekali yakni pada umur 31 hst (umur panen). Variabel pengamatan panen antara lain :

1. Bobot Segar Total per Tanaman (g)

Bobot segar per tanaman diperoleh dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang dijadikan sampel (contoh).

2. Bobot Segar Konsumsi (g)

Bobot segar konsumsi diperoleh dengan mengambil bagian tanaman yang dikonsumsi (bagian dipermukaan tanah) dengan cara memotong bagian akar tanaman kemudian ditimbang.

D. Pengamatan penunjang meliputi :

1. Analisa tanah awal yang meliputi kandungan N, P, K, KTK, C/N rasio dan pH.
2. Analisa limbah cair tahu pada berbagai perlakuan yang meliputi kandungan N, P, K, KTK, C/N rasio dan pH.
3. Analisa Tanah Akhir yang meliputi kandungan N, P, K, KTK, C/N rasio dan pH.
4. Data intensitas radiasi matahari yang masuk dalam rumah kaca.
5. Data suhu dan kelembaban udara dalam rumah kaca.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5 % dan jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Komponen pertumbuhan tanaman sawi

a. Panjang tanaman

Panjang tanaman sering digunakan sebagai salah satu indikator pertumbuhan karena mudah diamati dan tidak mengganggu pertumbuhan tanaman. Indikator pertumbuhan diperlukan sebagai pendekatan terhadap penilaian pertumbuhan tanaman. Dari hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata pada panjang tanaman sawi akibat aplikasi limbah cair tahu. Rata-rata panjang tanaman akibat pemberian limbah cair tahu disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata panjang tanaman sawi akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu pada berbagai umur pengamatan

Perlakuan	Rata-rata panjang tanaman (cm) pada berbagai umur pengamatan (hst)			
	10	17	24	31
Tanpa limbah cair tahu	13,88	17,63	22,31	26,44
Limbah cair tahu tanpa disimpan	11,81	15,81	19,94	24,88
Limbah cair tahu disimpan 3 hari	13,19	17,75	22,69	27,75
Limbah cair tahu disimpan 6 hari	12,50	16,25	21,50	28,00
Limbah cair tahu disimpan 9 hari	14,31	18,13	23,19	28,50
Limbah cair tahu disimpan 12 hari	14,06	18,06	22,63	29,31
Limbah cair tahu disimpan 15 hari	14,56	18,44	22,88	28,38
BNT 5%	**tn**	**tn**	**tn**	**tn**

Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian limbah cair tahu segar maupun yang disimpan terlebih dahulu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap panjang tanaman pada setiap umur pengamatan.

b. Luas daun

Daun merupakan salah satu organ yang penting bagi tanaman. Pada daun terjadi proses fotosintesis, oleh karena itu pengamatan terhadap luas daun cukup penting dalam kaitanya dengan pertumbuhan tanaman. Dari hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata pada luas daun tanaman sawi akibat aplikasi limbah cair tahu. Rata-rata luas daun tanaman akibat pemberian limbah cair tahu disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata luas daun tanaman sawi akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu pada berbagai umur pengamatan

Perlakuan	Rata-rata luas daun tanaman (cm^2) pada berbagai umur pengamatan (hst)			
	10	17	24	31
Tanpa limbah cair tahu	3,17	12,22	57,20	157,48
Limbah cair tahu tanpa disimpan	3,37	11,56	42,56	117,45
Limbah cair tahu disimpan 3 hari	3,84	12,38	55,90	162,06
Limbah cair tahu disimpan 6 hari	4,06	14,70	55,20	191,11
Limbah cair tahu disimpan 9 hari	3,77	12,02	55,86	217,01
Limbah cair tahu disimpan 12 hari	3,62	11,57	68,78	201,90
Limbah cair tahu disimpan 15 hari	3,99	13,92	63,29	191,80
BNT 5%	**tn**	**tn**	**tn**	**tn**

Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian limbah cair tahu segar maupun yang disimpan terlebih dahulu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun tanaman pada setiap umur pengamatan.

c. Bobot kering tanaman

Bobot kering tanaman mencerminkan pola tanaman mengakumulasikan produk dari proses fotosintesis dan merupakan integrasi dengan faktor-faktor lingkungan lainnya. Dari pengamatan bobot kering tanaman ini dapat diketahui distribusi akumulasi bahan kering pada bagian-bagian tanaman seperti akar, batang, daun dan bagian generatif dapat mencerminkan produktivitas tanaman. Nilai bobot kering tanaman yang semakin besar menunjukkan pertumbuhan tanaman yang semakin baik. Dari hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata pada bobot kering tanaman sawi akibat aplikasi limbah cair tahu. Rata-rata bobot kering tanaman akibat pemberian limbah cair tahu disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata bobot kering tanaman sawi akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu pada berbagai umur pengamatan

Perlakuan	Rata-rata bobot kering tanaman (mg) pada berbagai umur pengamatan (hst)			
	10	17	24	31
Tanpa limbah cair tahu	19,00	46,60	153,10	431,40
Limbah cair tahu tanpa disimpan	15,20	36,90	138,50	344,70
Limbah cair tahu disimpan 3 hari	17,80	42,20	133,50	420,90
Limbah cair tahu disimpan 6 hari	21,30	61,60	168,40	530,60
Limbah cair tahu disimpan 9 hari	19,20	49,00	159,90	530,10
Limbah cair tahu disimpan 12 hari	21,50	53,40	215,50	503,40
Limbah cair tahu disimpan 15 hari	22,00	57,20	168,40	562,00
BNT 5%	**tn**	**tn**	**tn**	**tn**

Tabel 9 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian limbah cair tahu segar maupun yang disimpan terlebih dahulu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot kering tanaman pada setiap umur pengamatan.

4.1.2 Komponen hasil

a. Bobot segar total per tanaman

Dari analisis ragam menunjukkan aplikasi limbah cair tahu berpengaruh nyata terhadap bobot segar total tanaman. Rata-rata bobot segar total tanaman akibat pemberian limbah cair tahu disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata bobot segar total per tanaman akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu.

Perlakuan	Rata-rata bobot segar total per tanaman (g)
Tanpa limbah cair tahu	27,42 a
Limbah cair tahu tanpa disimpan	34,03 ab
Limbah cair tahu disimpan 3 hari	41,40 abc
Limbah cair tahu disimpan 6 hari	42,46 abc
Limbah cair tahu disimpan 9 hari	45,25 bc
Limbah cair tahu disimpan 12 hari	52,41 c
Limbah cair tahu disimpan 15 hari	47,42 bc
BNT 5%	**15,26**

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Dari Tabel 10 dapat dijelaskan bahwa tanaman yang diberi limbah cair tahu yang disimpan minimal 9 hari memberikan rata-rata bobot segar total per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi limbah cair tahu, akan tetapi tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan tanaman yang diberi limbah cair tahu tanpa disimpan, disimpan 3 dan 6 hari. Penambahan lama penyimpanan kelipatan 3 hari yang diawali dari hari ke-9 hingga hari ke-15 diikuti dengan penambahan bobot segar total per tanaman sebesar 65,033%, 91,156% dan 72,943% jika dibandingkan dengan tanaman yang tanpa diberi limbah cair tahu. Pemberian limbah cair tahu yang disimpan 12 hari memberikan peningkatan pada bobot segar total per tanaman yang paling tinggi, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan irigasi menggunakan limbah yang disimpan selama 3, 6, 9 dan 15 hari. Besarnya peningkatan bobot segar total tanaman akibat pemberian limbah

cair tahu yang disimpan 12 hari yaitu sebesar 91,138% jika dibandingkan dengan irigasi tanpa limbah cair tahu dan sebesar 54,011% jika dibandingkan dengan irigasi menggunakan limbah cair tahu segar.

b. Bobot segar konsumsi

Bobot segar konsumsi adalah bagian dari tanaman yang memiliki nilai ekonomis untuk tujuan konsumsi atau dipasarkan. Dari hasil analisis ragam menunjukkan aplikasi limbah cair tahu berpengaruh nyata terhadap bobot segar total tanaman. Rata-rata bobot segar total tanaman dan rata-rata bobot segar total tanaman hasil transformasi akibat pemberian limbah cair tahu disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata bobot segar konsumsi akibat perlakuan pemberian limbah cair tahu

Perlakuan	**Rata-rata bobot segar konsumsi per tanaman (g)**	
	*****	******
Tanpa limbah cair tahu	25,85	(1,386) a
Limbah cair tahu tanpa disimpan	32,17	(1,448) ab
Limbah cair tahu disimpan 3 hari	38,81	(1,589) bc
Limbah cair tahu disimpan 6 hari	40,04	(1,600) bc
Limbah cair tahu disimpan 9 hari	42,63	(1,626) bc
Limbah cair tahu disimpan 12 hari	49,07	(1,685) c
Limbah cair tahu disimpan 15 hari	45,06	(1,638) c
BNT 5%		**0,19**

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%; * = data asli ; ** = data hasil transformasi.

Tabel 11 menunjukkan data asli (*) dan data hasil transformasi (**). Transformasi dilakukan untuk memenuhi syarat dilakukannya analisis ragam,yaitu memiliki nilai keragaman yang homogen. Nilai rata-rata bobot segar konsumsi yang diperoleh memiliki nilai koefisien keragaman yang relatif tinggi, yaitu sebesar 25,30, sehingga harus dilakukan normalisasi, salah satu cara normalisasi adalah dengan melakukan transformasi logaritma. Setelah data ditransformasi menggunakan transformasi logaritma, yaitu setiap data dikalikan dengan log10, diperoleh nilai koefisien keragaman yang lebih rendah, yaitu sebesar 8,06. Dari data hasil transformasi menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair tahu yang disimpan minimal 3 hari memberikan rata-rata bobot segar konsumsi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanaman sawi yang disiram dengan air PAM. Penambahan lama waktu simpan limbah cair tahu memberikan bobot segar

konsumsi yang semakin meningkat. Sawi yang diberi limbah cair tahu yang disimpan minimal 12 hari memberikan rata-rata bobot segar konsumsi terbaik dan berbeda nyata dengan pemberian air PAM dan limbah cair tahu segar, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan sawi yang diberi limbah cair tahu yang disimpan 3, 6 dan 9 hari. Besarnya peningkatan rata-rata bobot segar konsumsi pada sawi yang diberi limbah cair tahu yang disimpan 12 dan 15 secara berturut-turut yaitu sebesar 89,83% dan 74,31% bila dibanding penyiraman dengan air PAM serta 52,53% dan 40,07% bila dibanding penyiraman dengan limbah cair tahu segar.

4.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair tahu tidak memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi, hal ini terlihat dari hasil analisis ragam yang menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada parameter pertumbuhan seperti panjang tanaman, luas daun dan bobot kering tanaman antara tanaman sawi yang disiram dengan air PAM dan sawi yang disiram dengan limbah cair tahu segar maupun limbah cair tahu yang telah mengalami pelakuan penyimpanan. Aplikasi limbah cair tahu yang telah disimpan malah cenderung memberikan dampak yang lebih baik terhadap komponen hasil tanaman seperti bobot segar total per tanaman dan bobot segar konsumsi bila dibandingkan dengan tanaman sawi yang disiram dengan air PAM, walaupun pada parameter pertumbuhan tidak ada perbedaan.

Luasan daun yang tidak berbeda pada setiap umur pengamatan menandakan tidak adanya pengaruh lama penyimpanan limbah cair tahu yang diaplikasikan terhadap luas daun tanaman sawi. Menurut Taiz and Zeiger (2002), daun adalah organ tanaman yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis. Fotosintesis ialah suatu proses pembentukan senyawa karbon (glukosa) dengan bantuan energi matahari. Hasil fotosintesis yang berupa fotosintat akan digunakan oleh tanaman untuk meningkatkan biomassanya yang meliputi akar, batang dan daun. Ariffin (2002) menyatakan bahwa produksi tanaman sangat ditentukan oleh proses fotosintesis, sedangkan proses ini dipengaruhi oleh besar kecilnya permukaan fotosintesis dalam hal ini adalah daun tanaman. Sehingga dengan keadaan luas daun yang tidak berbeda tentunya semua

tanaman pada masing-masing perlakuan akan memiliki kemampuan berfotosintesis yang hampir sama, dengan kata lain biomassa tanaman yang terbentuk tidak akan berbeda pada setiap perlakuan. Besarnya fotosintat yang dihasilkan tanaman dalam proses fotosintesis dapat diestimasi dari biomassa tanaman atau bobot kering total tanaman (Fahrudin, 2009). Kemampuan tanaman yang hampir sama dalam menghasilkan fotosintat terlihat dari hasil pengamatan bobot kering total tanaman tidak berbeda pada berbagai perlakuan disetiap waktu pengamatan. Selain dari faktor internal tanaman itu sendiri, pembentukan fotosintat tanaman sangat dipengaruhi oleh lingkungan dimana tanaman itu tumbuh. Komponen lingkungan seperti suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya matahari merupakan fakor yang sangat berperan dalam proses pembentukan dan perombakan hasil fotosintesis. Kelembaban yang lebih tinggi dari 90% akan menyebabkan stomata menutup sehingga mengganggu penyerapan gas CO_2 yang merupakan bahan baku proses fotosintesis, sedangkan pada suhu udara yang tinggi akan memperlambat laju fotosintesis, sedangkan laju respirasi dipercepat, akibatnya produksi pati hasil fotosintesis lebih banyak digunakan untuk respirasi dari pada untuk pertumbuhan tanaman sehingga tanaman tidak mampu untuk tumbuh dengan sempurna (Cahyono, 2003). Dari data hasil pengamatan lingkungan tumbuh tanaman, diperoleh data kelembaban udara rata-rata harian berkisar antara 72,00-84,67%, suhu rata-rata harian anatara 24, 67-27,33 ^{0}C dan intensitas radiasi matahari sebesar 47,67cal cm^{-2} hari^{-1}, keadaan ini sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman sawi, sehingga rumah kaca tempat dilaksanakannya penelitian sangat menunjang pertumbuhan tanaman secara maksimal.

Air memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan tanaman, dimana 70-90% dari bobot segar tanaman adalah berupa air (Ariffin, 2002). Selain itu, air berfungsi sebagai pelarut unsur hara yang akan diangkut dari dalam tanah ke tubuh tanaman, pengendali tekanan turgor sel, bahan baku fotosintesis dan pengendali suhu pada tanaman. Kandungan nutrisi, kadar air, dan pH merupakan karakterisitik yang penting dari limbah cair tahu sebagai sumber irigasi. Kandungan air dalam limbah cair tahu sangat tinggi yaitu mencapai 99,473%, dengan kadar air yang tinggi ini memungkinkan limbah cair tahu dapat

diaplikasikan sebagai sumber air untuk irigasi tanaman sawi. Berdasarkan analisis tanah dan limbah cair tahu, pengairan dengan limbah cair tahu dapat memberikan penambahan unsur hara dalam tanah bila dibandingkan dengan irigasi dengan air PAM (tanpa limbah), hal ini dikarenakan dalam limbah cair tahu terdapat bahan organik. Bahan organik akan didekomposisi oleh bakteri menjadi senyawa-senyawa (usnsur hara) yang lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Unsur hara hasil dekomposisi ini nantinya akan digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Berdasarkan hasil analisis limbah menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan akan merubah sifat kimia limbah walaupun tidak signifikan. Hal ini dapat dilihat dari kandungan kimia limbah cair tahu segar dengan yang disimpan terdapat perbedaan (lampiran 10). Semakin lama penyimpanan, kandungan hara limbah semakin menurun, hal ini dikarenakan terjadi proses dekomposisi bahan organik dalam tahu yang akan menghasilkan gas-gas yang merupakan hasil penguapan unsur hara seperti karbondioksida, gas methan, amoniak dan hidrogen sulfida (Pramatmaja, 2008).

Berdasarkan hasil analisa tanah dan limbah, pengairan dengan limbah cair tahu segar maupun yang disimpan beberapa hari dapat meningkatkan penyerapan unsur N tanaman, hal ini berarti limbah cair tahu mampu memberikan unsur nitrogen yang tersedia bagi tanaman. Akan tetapi peningkatan penyerapan N tidak diikuti oleh peningkatan penyerapan unsur P dan K, hal ini kemungkinan dikarenakan kandungan P dalam tanah yang tergolong sedang dan kandungan K yang sangat tinggi (lampiran 9), sehingga pemberian P dan K dari pupuk anorganik kemungkinan sudah memenuhi kebutuhan tanaman secara optimal sehingga penambahan P dan K dari limbah cair tahu tidak diserap oleh tanaman.

Berbeda dengan komponen pertumbuhan, pemberian limbah cair tahu berpengaruh nyata pada komponen hasil. Pemberian limbah cair tahu dapat meningkatkan bobot segar total per tanaman dan bobot segar konsumsi. Pada bobot segar total per tanaman perbedaan nyata teramati pada tanaman yang diberi limbah cair tahu yang disimpan minimal 9 hari. Peningkatan bobot segar total per tanaman dikarenakan pada limbah cair tahu yang disimpan minimal 9 hari telah mengalami dekomposisi sehingga memberikan tambahan nutrisi yang tersedia bagi tanaman, selain itu bahan organik yang telah mengalami dekomposisi

menyebabkan peningkatan pH limbah sehingga memberikan kondisi tanah yang baik bagi perkembangan akar. Pertumbuhan akar tanaman yang baik tentunya akan meningkatkan kemampuan penyerapan unsur hara. pH limbah cair tahu segar yang rendah yaitu sebesar 4,53 bila diaplikasikan secara langsung dapat menyebabkan penurunan pH tanah yang berakibat pada penurunan kemampuan akar untuk menyerap unsur hara. Selain dari ketersediaan unsur hara tersedia yang berkurang, kemungkinan gangguan penyerapan nutrisi juga terjadi pada awal pemberian limbah segar maupun limbah yang telah disimpan beberapa hari, mengingat pH limbah yang masih tergolong rendah berkisar antara 4,53-5,03 jika dibanding dengan pH tanah yaitu sebesar 6,83. Proses penyimpanan pada limbah cair tahu dapat meningkatkan pH limbah, dimana terjadi peningkatan pH seiring dengan lamanya penyimpanan. Peningkatan pH secara terus menerus akan menyebabkan nutrisi yang tersedia bagi tanaman semakin meningkat dan pertumbuhan akar membaik, sehingga penyerapan nutrisi secara optimal baru akan terjadi ketika pH mendekati pH optimal untuk tanaman sawi yaitu sekitar 6-7 (Supriati dan Herliana, 2010) yang berarti peningkatan penyerapan nutrisi baru terjadi ketika tanaman sudah mendekati umur panen. Keadaan seperti ini mengakibatkan perlakuan aplikasi air PAM, limbah cair tahu sagar maupun yang disimpan tidak memberikan pengaruh pada awal pertumbuhan tanaman sawi, akan tetapi memberikan pengaruh pada komponen hasil.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Limbah cair tahu dapat digunakan sebagai alternatif pengganti air irigasi pada tanaman sawi hijau.
2. Penyimpanan limbah cair tahu minimal selama 9 hari memberikan perubahan bobot segar konsumsi dan bobot segar total per tanaman yang lebih baik dibanding tanaman yang tidak diberikan perlakuan limbah cair tahu. Penyimpanan limbah cair tahu selama 12 hari memberikan hasil terbaik pada peningktan bobot segar total dan bobot segar konsumsi per tanaman. Peningkatan bobot segar konsumsi per tanaman akibat pemberian limbah cair tahu yang disimpan 12 hari yaitu sebesar 89,83% bila dibanding dengan sawi tanpa diberi limbah cair tahu (irigasi dengan air PAM).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada jenis tanaman pangan atau tanaman yang dipanen bagian generatifnya sehingga pengaruh lama panyimpanan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman dapat diketahui.
2. Limbah cair tahu sebaiknya disimpan minimal 9 hari terlebih dahulu sebelum diaplikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

Ariffin. 2002. Cekaman air dan kehidupan tanaman. Unit penerbitan fakultas pertanian Universitas Brawijaya. Malang. P:1-12

Badan statistik Indonesia. 2011. Produksi sayuran di Indonesia. Jakarta

Bagus, I., Wardani, C. Arishanti. 1997. Alternatif pemanfaatan limbah buangan industri tahu sebagai penyubur tanah. LKIP. Makalah Faperta. Universitas Brawijaya. Malang. p: 20-27

Cahyono. 2003. Tanaman holtikultura. Penebar swadaya. Jakarta

Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI dalam Haryanto, E., Tina Suhartini, Estu Rahayu dan Hendro Sunarjono. 2007. Sawi dan Selada. Penebar Swadaya. Jakarta

Fahrudin, Fuat. 2009. Budidaya caisim (*Brassica juncea* L.) menggunakan ekstrak teh dan pupuk kascing. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. p: 16-21

Fatha, A'tina. 2007. Pemanfaatan zeolit aktif untuk menurunkan Bod dan cod limbah tahu. Tugas akhir II. Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam. Universitas negeri semarang. Semarang

Goendi, S., Tri Purwadi dan Andri Prima Nugroho. 2008. Kajian model digester limbah cair tahu untuk produksi biogas berdasrkan waktu penguraian. Prosiding Seminar Nasianal Teknik Pertanian. Yogyakarta.

Haryanto, E., Tina Suhartini, Estu Rahayu dan Hendro Sunarjono. 2007. Sawi dan Selada. Penebar Swadaya. Jakarta

Heru dan Yovita.2003. Budidaya tanaman holtikultura. Bina aksara. Jakarta

Keputusan Gubernur Kepala Daerah Khusus Ibukota Jakarta nomor 582 tahun 1995 . Baku mutu limbah cair untuk industri makanan . Jakarta

Nawawi, G. 2001. Kualitas air dan kegunaannya bagi tanaman. Departemen pendidikan nasional. Proyek pengambangan sistem dan standar pengelolaan SMK. Jakarta. p: 25-30

Pramatmaja W. A. 2008. Pengelolaan sampah secara terpadu di dusun karangbendo banguntapan bantul yogyakarta**.** Skripsi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. p: 35-40

Purwadi, Eko.2011. Identifikasi gejala defisiensi dan kelebihan unsur hara mikro pada tanaman. *http://www.masbied.com/2011/05/20/identifikasi-gejala-defisiensi-dan-kelebihan-unsur-hara-mikro-pada-tanaman/*

Raut, Shishir, K. S. Sundara Sarma and D. K. Das. 2001. Evaluation of irrigation management in a Canal Command area based on Agrometeorology and Remote Sensing . New Delhi. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, Vol. 29, No. 4

Rukmana, R. 1994. Bertanam petsai dan sawi. Kanisius. Yogyakarta

Sawitri, Z., H. Tanumihardja, S. Soeboer, A. Astuti. 1986. Penggunaan limbah cair tahu pada budidaya jamur merang. Laporan akhir proyek inovatif produktif. FP-UGM. Yogyakarta. p: 3-8

Sriharti, Takiyah Salim dan Sukirno. 2004. Teknologi penanganan limbah cair tahu. UPT Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang

Sudiarso. 2007. Pupuk organik dalam sistem pertanian berkelanjutan. FP-UB. Malang. P:121-138

Supriati, Yati dan Ersi Herliana. 2010. Bertanam 15 sayuran organik dalam pot. Penebar Swadaya. Jakarta

Swastika, rizky. 2009. Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai sumber irigasi pada pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.). Skripsi. FP-UB. Malang. p: 76-84

Taiz, Licoln and Eduardo Zeiger. 2002. Plant Physiology, 3rd edn. Sinaeur Associates. Sunderland. p: 112-190