

## PEMANFAATAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEMPE UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN TANAMAN KANGKUNG DARAT (*Ipomoea reptans*, Poir) KULTIVAR KENCANA

Zuchrotus Salamah<sup>1</sup>, Suci Tri Wahyuni<sup>1</sup>, Listiatie Budi Utami<sup>2</sup>

<sup>1</sup> = Program studi Pendidikan Biologi FKIP UAD Yogyakarta

<sup>2</sup> = Program studi Biologi FMIPA UAD Yogyakarta

### Abstrak

Penelitian yang berjudul “Pemanfaatan limbah cair industri tempe untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) kultivar kencana” ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) pada berbagai konsentrasi limbah cair industri tempe dan untuk mengetahui konsentrasi limbah cair industri tempe yang efektif untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir).

Penelitian ini menggunakan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) kultivar kencana yang diberi konsentrasi limbah cair industri tempe 0% (kontrol), 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% dengan tata letak Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu, konsentrasi limbah cair industri tempe yang dilakukan dengan 5 kali ulangan pada setiap perlakuan. Pengamatan dilakukan selama 6 minggu yang meliputi tinggi tanaman, panjang daun, jumlah daun, diameter batang, panjang akar, berat basah dan berat kering tanaman. Disamping itu dilakukan pengukuran terhadap kondisi lingkungan abiotik yang meliputi pH, suhu dan kelembapan. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan kemudian diambil rerata dan dibuat grafik serta analisis datanya dilakukan dengan Analisis Varian (Anava). Apabila terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Hasil penelitian pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) pada berbagai konsentrasi limbah cair industri tempe menunjukkan hasil yang bervariasi, konsentrasi limbah cair industri tempe yang efektif untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) adalah konsentrasi 60%.

**Kata kunci** : Limbah cair, Kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir),.

### PENDAHULUAN

Industri pengolahan makanan dari kedelai baik dalam skala kecil maupun menengah banyak terdapat di wilayah Yogyakarta terutama industri tempe. Kedelai dan produk makanan yang dihasilkan merupakan sumber makanan yang dapat diperoleh dengan mudah dan murah serta memiliki kandungan gizi yang tinggi. Industri tempe menghasilkan limbah organik baik dalam bentuk cair maupun padat.

Limbah cair industri tempe umumnya dibuang ke lingkungan sekitarnya, terutama ke perairan atau ke sungai. Limbah cair dari proses pembuatan tempe terutama terdiri dari 99,9% atau lebih air dan 0,1% berupa benda-benda padat yang terdiri dari zat organik dan anorganik. Limbah cair industri tempe berasal dari proses pencucian, perendaman, dan perebusan kedelai yang mengandung sejumlah besar unsur hara esensial terutama nitrogen yang sangat dibutuhkan tanaman. Pada limbah perendaman kedelai, dari rendaman 50kg kedelai akan terkandung nitrogen yang cukup tinggi sekitar 1,5% protein terlarut.

Untuk mengatasi masalah pencemaran yang disebabkan oleh limbah industri diperlukan suatu langkah yang cermat, sehingga limbah dapat dibuang ke lingkungan sekitarnya dengan aman. Jika pencemaran itu tidak dapat dihindari setidaknya harus diupayakan untuk meminimalisasi dampak yang mungkin terjadi. Pencemaran lingkungan yang terjadi akibat dari pengolahan limbah yang kurang tepat dapat diperkecil dengan memanfaatkan limbah secara maksimal sebagai sumber energi yang dapat diperbarui terutama untuk peningkatan produksi pertanian, salah satu cara

pemanfaatan limbah adalah penggunaannya sebagai pupuk. Karena dalam limbah cair industri tempe terkandung senyawa organik yang cukup tinggi seperti sakarida, lemak, dan protein yang sangat dibutuhkan oleh tanaman.

Kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) merupakan salah satu tanaman sayuran berpotensi yang menduduki peringkat kedua setelah bayam, sayuran ini digemari oleh seluruh lapisan masyarakat. Bagian tanaman kangkung yang paling penting dan biasa dikonsumsi adalah batang muda dan pucuk-pucuknya sebagai bahan sayur-mayur (Rukmana, 1994).

Di samping rasanya yang enak, kangkung darat mengandung gizi yang cukup tinggi, yaitu vitamin A, B, C, protein, kalsium, fosfor, besi, dan sitosterol. Kangkung darat termasuk jenis sayuran yang kaya betakaroten dan serat pangan (*dietary fiber*), yang keduanya dapat menurunkan resiko kanker. Secara farmakologis kangkung berperan sebagai anti racun (antitoksik), antiradang, peluruh kencing, menghentikan perdarahan (hemostatik), zat sedatif (obat tidur), dan lain-lain. Mengingat manfaat atau khasiat yang dikandungnya sangat besar maka tanaman kangkung darat perlu untuk dibudidayakan (Anonim, 2000).

Dengan adanya bahan organik dan unsur hara yang terkandung dalam limbah cair industri tempe, maka perlu kiranya dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah cair industri tempe untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) kultivar kencana. Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah: bagaimana pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) dengan perlakuan variasi konsentrasi limbah cair industri tempe?, dan berapakah konsentrasi limbah cair industri tempe yang efektif untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir)?. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah : untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) dengan perlakuan variasi konsentrasi limbah cair industri tempe dan untuk mengetahui konsentrasi limbah cair industri tempe yang efektif untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai : sumbangan pemikiran tentang pemanfaatan limbah cair industri tempe terhadap tanaman pertanian, upaya meminimalisasi dampak pencemaran lingkungan, tambahan informasi kepada guru untuk memanfaatkan proses dari hasil penelitian ini sebagai alternatif materi pembelajaran Pertumbuhan tanaman.

## **METODE PENELITIAN**

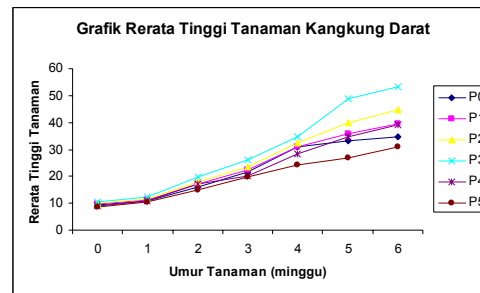
Penelitian dilakukan di Desa Sorasan, Bimomartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta, penelitian dilaksanakan pada bulan April-Juni 2008. Cara kerjanya adalah sebagai berikut : dilakukan pembuatan rumah plastik, Media tanam yang digunakan berupa tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 3 : 1 , penyemaian, Pembuatan seri pengenceran limbah cair dengan konsentrasi 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% . Air limbah perendaman kedelai berasal dari bak perendaman pertama industri tempe di desa Prambonan, Leses, Manisrenggo, Klaten. Parameter penelitian diantaranya : Tinggi tanaman, Jumlah daun, Panjang daun, Diameter batang, Panjang akar, Berat basah, Berat kering dan Pengukuran Kondisi Abiotik meliputi pH media tanam, Suhu dan kelembapan lingkungan. Rancangan Penelitian adalah rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan satu faktor. Data dianalisis dengan uji Anava, jika ada beda nyata dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

### a. Tinggi Tanaman Kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir)

Rerata tinggi tanaman kangkung darat dapat dilihat pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Grafik rerata tinggi tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir).

Ket : P<sub>0</sub> =kontrol, P<sub>1</sub> = 20%, P<sub>2</sub> = 40%, P<sub>3</sub> = 60%, P<sub>4</sub> = 80% dan P<sub>5</sub> = 100%

Dari Gambar 1. dapat dilihat bahwa seiring meningkatnya umur tanaman kangkung darat, maka tanaman cenderung bertambah tinggi. Hasil Anava ditunjukkan dengan nilai F hitung (8,48) > F tabel (2,62) yang artinya bahwa pemberian limbah cair industri tempe pada konsentrasi yang berbeda akan memberikan hasil tinggi tanaman yang berbeda pula. Dari hasil uji BNT pada taraf 5% terlihat bahwa tinggi tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) pada perlakuan P<sub>0</sub> tidak berbeda nyata dengan P<sub>5</sub>. Perlakuan P<sub>1</sub> tidak berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>4</sub>, serta P<sub>2</sub> dan P<sub>3</sub> berbeda nyata dengan seluruh perlakuan yang diberikan.

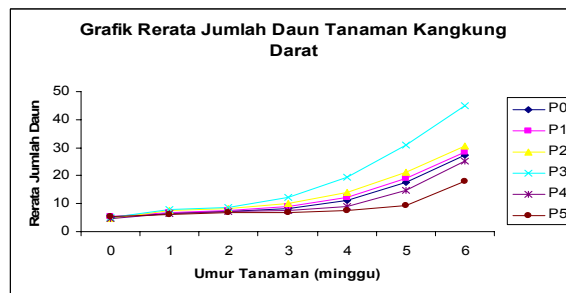
Pada akhir penelitian pencapaian tinggi tanaman menunjukkan perbedaan yang nyata, pada perlakuan dengan konsentrasi 60% memberikan hasil yang paling baik yaitu 53,4 cm. Pada perlakuan konsentrasi limbah 100%, memberikan hasil yang paling rendah yaitu 30,75 cm dan tanaman tampak kerdil.

Menurut hasil analisis yang dilakukan oleh BBTCL Yogyakarta, menunjukkan bahwa air limbah perendaman kedelai mengandung unsur N, P, dan K yang cukup tinggi sehingga kebutuhan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhannya akan tercukupi. Pemberian pupuk cair berbahan limbah cair industri tempe mengandung unsur-unsur yang sangat baik bagi pertumbuhan tanaman. Unsur-unsur tersebut akan terdekomposisi dengan baik, sehingga menjadi siap untuk diserap oleh kangkung darat guna pertumbuhannya dalam hal ini adalah tinggi tanaman. Menurut Sutejo (2002), bahwa nitrogen merupakan unsur hara utama untuk pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman.

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan atau sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang di terapkan. Hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa tinggi batang merupakan indikator pertumbuhan yang paling mudah diukur (Lakitan, 1996).

### b. Jumlah Daun Tanaman Kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir).

Grafik rerata jumlah daun tanaman kangkung darat dapat dilihat pada Gambar 2. berikut :



Gambar 2. Grafik rerata jumlah daun tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) Ket : P<sub>0</sub> =kontrol, P<sub>1</sub> = 20%, P<sub>2</sub> = 40%, P<sub>3</sub> = 60%, P<sub>4</sub> = 80% dan P<sub>5</sub> = 100%.

Dari Gambar 2. dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya umur tanaman kangkung darat, maka jumlah daun cenderung semakin meningkat. Hasil Anava menunjukkan nilai F hitung (26,34) > F tabel (2,62) yang berarti bahwa pemberian limbah cair industri tempe pada konsentrasi yang berbeda akan memberikan hasil jumlah daun yang berbeda pula. Dari hasil uji BNT pada taraf uji 5% terlihat bahwa jumlah daun tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) pada perlakuan P<sub>0</sub> tidak berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>4</sub>. Selanjutnya perlakuan P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>1</sub> dan P<sub>5</sub> berbeda nyata untuk semua perlakuan yang diberikan.

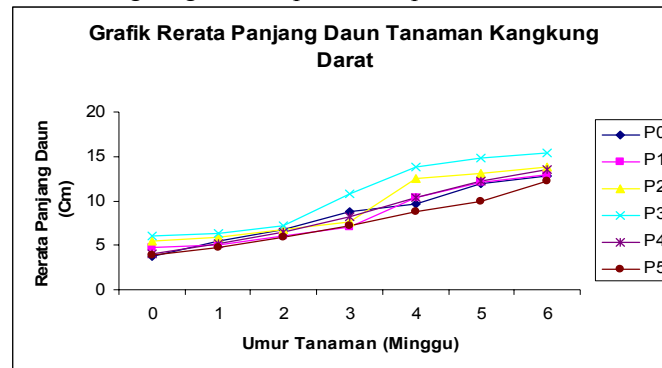
Pada konsentrasi 60% menunjukkan jumlah daun yang paling banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini karena unsur hara yang tersedia cukup dan dosis yang diberikan tepat yang akan mempermudah masuknya unsur hara ke dalam jaringan akar sehingga transport unsur hara ke dalam tanaman akan lancar yang berakibat pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi baik, sehingga pembentukan daunpun terpacu. Jumlah daun pada perlakuan P<sub>5</sub> yaitu konsentrasi limbah perendaman kedelai 100% memberikan hasil yang paling sedikit. Konsentrasi limbah 100% merupakan larutan yang pekat dengan hanya mengandung sedikit air, sehingga akan menghambat proses fotosintesis dan transpirasi daun. Jika penyerapan air kurang, maka akan terjadi kekurangan turgor sehingga stomata menutup. Hilangnya turgor akan menyebabkan daun menjadi layu, hal ini akan berakibat pada penurunan jumlah daun seperti yang terjadi pada perlakuan P<sub>5</sub> dengan konsentrasi limbah 100%.

Dalam penelitian ini, penggunaan pupuk organik cair sudah diuji yaitu limbah perendaman kedelai mengandung unsur N, P, dan K yang baik. Lakitan (2007), menyatakan bahwa unsur N merupakan komponen penyusun dari banyak senyawa esensial bagi tumbuhan, yang terkandung dalam klorofil. Adanya unsur hara N merangsang pembentukan hijau daun yang sangat penting untuk proses fotosintesis. Hal serupa juga diungkapkan oleh Lingga (1986), yaitu pemberian pupuk dapat menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak karena pupuk mengandung unsur N.

Daun merupakan organ penting bagi tanaman sebagai tempat untuk fotosintesis (Sitompul dan Guritno, 1995). Melalui proses fotosintesis maka akan terjadi pembentukan karbohidrat. peningkatan jumlah daun menunjukkan peningkatan secara kuantitatif seiring dengan meningkatnya umur tanaman yang berhubungan dengan perkembangan sel. Semakin besar dan banyak jumlah daun maka jumlah karbohidrat yang dihasilkan dari proses fotosintesis semakin banyak. Karbohidrat diperlukan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga dengan tersedianya karbohidrat yang cukup, maka pembentukan daun berjalan cepat dan berpengaruh terhadap jumlah daun serta kualitas produksi suatu tanaman

### c. Panjang daun tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir)

Rerata panjang daun tanaman kangkung darat dapat dilihat pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Grafik rerata panjang daun tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir).

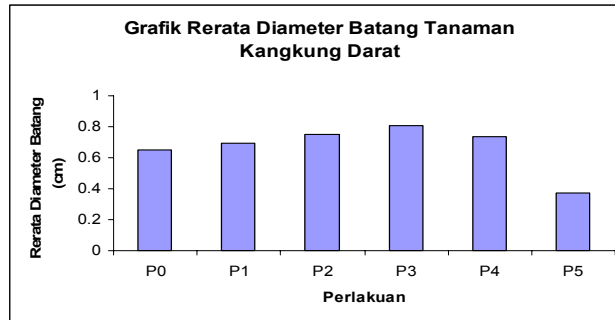
Ket : P<sub>0</sub> =kontrol, P<sub>1</sub> = 20%, P<sub>2</sub> = 40%, P<sub>3</sub> = 60%, P<sub>4</sub> = 80% dan P<sub>5</sub> = 100%.

Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa seiring meningkatnya umur tanaman kangkung darat, maka ada kecenderungan semakin meningkatnya panjang dari helaian daun. Hasil analisis varian, F hitung (2,34) < F tabel (2,62), maka tidak dilanjutkan dengan uji BNT. Meskipun pemberian limbah cair tidak memberikan hasil yang berbeda nyata, pencapaian panjang daun yang paling panjang terdapat pada perlakuan P<sub>3</sub> yaitu konsentrasi 60%, pada perlakuan P<sub>5</sub> yaitu konsentrasi air limbah cair 100% hasilnya lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Unsur hara berlebih menyebabkan ukuran daun menjadi relatif sempit. Pertumbuhan daun menggambarkan

pertumbuhan akar dan batang. pengamatan panjang daun menjadi pilihan parameter dalam pertumbuhan tanaman, karena laju fotosintesis persatuan tanaman pada kebanyakan kasus ditentukan sebagian besar oleh luas daun (Sitompul dan Guritno, 1995).

**d. Diameter batang tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir)**

Rerata diameter batang tanaman kangkung darat dapat dilihat pada Gambar 4.



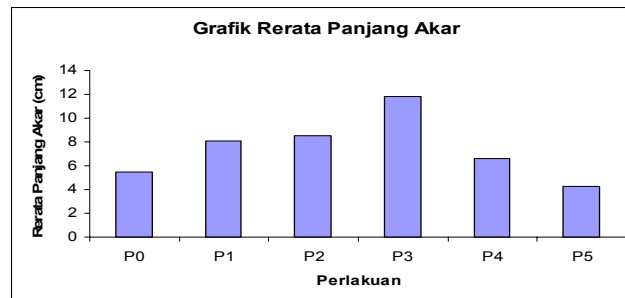
Gambar 4. Grafik rerata diameter batang tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir). Ket : P<sub>0</sub> =kontrol, P<sub>1</sub> = 20%, P<sub>2</sub> = 40%, P<sub>3</sub> = 60%, P<sub>4</sub> = 80% dan P<sub>5</sub> = 100%.

Dari Gambar 4. terlihat bahwa P<sub>3</sub> menunjukkan hasil terbaik. Hasil anava menunjukkan F hitung (6) > F tabel (2,62) yang berarti bahwa pemberian limbah perendaman kedelai industri tempe pada konsentrasi yang berbeda akan memberikan hasil diameter batang tanaman yang berbeda pula. Dari hasil uji BNT pada taraf 5% terlihat bahwa diameter batang tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) pada perlakuan P<sub>0</sub> tidak berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>3</sub>, dan P<sub>4</sub>. Kemudian perlakuan P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> dan P<sub>5</sub> berbeda nyata dengan semua perlakuan yang diberikan, selanjutnya pada perlakuan P<sub>5</sub> berbeda sangat nyata dengan seluruh perlakuan yang lain.

Apabila unsur N dalam jumlah yang besar maka jumlah protein juga besar atau sebaliknya apabila jumlah protein besar maka dapat dipahami jumlah N juga besar sehingga dapat menyuburkan bagian-bagian vegetatif tanaman diantaranya batang dan daun. Lebih lanjut Lakitan (1996), menyatakan bahwa dengan bertambahnya jumlah protein dalam sel batang mempengaruhi buluh-buluh pengangkutan yang lebih besar, oleh karena itu dengan membesarnya buluh-buluh pengangkutan akan mempengaruhi diameter batang.

**e. Panjang akar tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir)**

Rerata panjang akar tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) dapat dilihat pada Gambar 5. berikut :



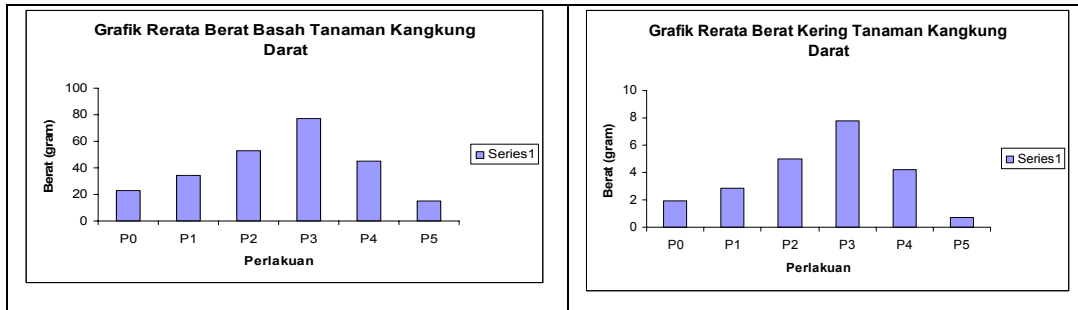
Gambar 5. Grafik rerata panjang akar tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) Ket : P<sub>0</sub> =kontrol, P<sub>1</sub> = 20%, P<sub>2</sub> = 40%, P<sub>3</sub> = 60%, P<sub>4</sub> = 80% dan P<sub>5</sub> = 100%.

Adapun hasil dari perhitungan Anava panjang akar tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) terhadap konsentrasi limbah cair industri tempe F hitung (7,54) > F tabel (2,62), artinya bahwa pemberian limbah cair industri tempe pada konsentrasi yang berbeda akan memberikan hasil panjang akar yang berbeda pula. Dari hasil uji BNT pada taraf 5% dapat diketahui bahwa panjang akar tanaman kangkung darat pada perlakuan P<sub>0</sub> tidak berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>5</sub>. Selanjutnya perlakuan P<sub>1</sub> tidak berbeda nyata dengan perlakuan P<sub>2</sub>. Perlakuan P<sub>4</sub> berbeda nyata dengan semua perlakuan yang lain, sedangkan perlakuan P<sub>3</sub> berbeda sangat nyata dengan seluruh perlakuan yang diberikan.

Meskipun sistem perakaran tanaman sayur sebagian besar tidak terlihat, namun sistem akar ini mempunyai peran yang sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman sayur. Akar menyerap air dan unsur hara disamping menopang berdirinya tanaman di tanah. Akar juga menghasilkan substansi pertumbuhan (zat pengatur tumbuh) yang diperlukan bagi tumbuhnya tanaman secara normal (Ambarwati, 2004). Pada tanaman kangkung darat, panen biasanya disertai dengan perakarannya (mencabut akarnya sekaligus).

#### f. Berat basah dan berat kering tanaman kangkung darat

Rerata berat basah tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) dapat dilihat pada Gambar 6. berikut :



Gambar 6. Grafik rerata berat basah dan berat kering tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) Ket : P<sub>0</sub> =kontrol, P<sub>1</sub> = 20%, P<sub>2</sub> = 40%, P<sub>3</sub> = 60%, P<sub>4</sub> = 80% dan P<sub>5</sub> = 100%

Adapun hasil dari pengamatan berat basah dan kering tanaman kangkung darat yang memberikan jumlah paling baik diantara perlakuan yang lain adalah pada perlakuan P<sub>3</sub>. Berat basah merupakan gambaran pencapaian biomassa tanaman atau tingkat pertumbuhan tanaman. Tujuan pengukuran berat basah tanaman adalah untuk memperoleh gambaran keseluruhan biomassa pertumbuhan tanaman. Sitompul dan Guritno, 1995 menyatakan bahwa perhitungan berat kering tanaman penting dilakukan, karena berat kering digunakan untuk melihat metabolisme tanaman. Berat kering dapat mewakili hasil metabolit tanaman karena didalam daun dan organ lain mengandung hasil metabolit. Pertambahan berat kering digunakan sebagai indikator pertumbuhan tanaman karena berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis tanaman dari senyawa anorganik yaitu air dan CO<sub>2</sub>. Berat kering juga merupakan gambaran dari fotosintesis selama tanaman melakukan proses pertumbuhan, 90% dari berat kering tanaman merupakan hasil dari fotosintesis (Fisher, 1992). Pemberian limbah cair industri tempe dapat meningkatkan rerata berat basah dan berat kering pada tanaman kangkung darat, oleh karena itu pemanfaatan limbah cair ini dapat diaplikasikan oleh pelaku budidaya tanaman bila konsentrasi yang digunakan sesuai.

#### g. Kondisi Abiotik Terukur

Kondisi abiotik terukur meliputi pH, suhu dan kelembapan. pH media tanam sebelum diberi limbah dan setelah diberi limbah cair industri tempe adalah antara 6 – 7. Berdasarkan hasil pengukuran selama penelitian berlangsung, kelembapan udara tempat pemeliharaan tanaman berkisar antara 60,8% - 69,8%. Suhu lingkungan selama penelitian, antara 25,9 – 31,4. hal ini berarti bahwa pH, kelembapan dan suhu lingkungan pada tempat penelitian memenuhi syarat yang baik untuk tanaman kangkung darat.

### KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah : Pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) dengan perlakuan variasi konsentrasi limbah cair industri tempe menunjukkan hasil yang baik dan konsentrasi limbah cair industri tempe yang efektif untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) adalah 60%.

## **SARAN**

Pemanfaatan limbah cair industri tempe diharapkan dapat ditingkatkan sebagai tambahan unsur hara bagi berbagai tanaman, hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan menjadi alternatif sumber belajar biologi di SMA kelas XII pada materi pembelajaran pertumbuhan tanaman dengan beberapa modifikasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ambarwati, E. 2004. *Budidaya Tanaman Sayuran*. F. Pertanian. UGM Press. Yogyakarta.
- Anonim. 2000. Karakteristik Plasma Nutfah Kangkung. *Buletin Plasma Nutfah Vol. 12 No. 1*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Lembang.
- Fisher N.M dan Peter. 1996. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik*. UGM Press. Yogyakarta.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman*. PT Raja
- Lingga, Pinus. 1999. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sitompul dan Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM. Yogyakarta.
- Sutejo. 2002. *Pengaruh Pemupukan K dan Frekuensi Pemberian Air Pada Beberapa Kultivar Kedelai (Glycine max L.) Terhadap Sifat Morfologi Perakaran Pertumbuhan dan Hasil Tanaman (Laporan Penelitian)*. F. Pertanian. UGM. Yogyakarta.