

Perkecambahan dan pertumbuhan sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) setelah pemberian ekstrak kirinyuh (*Chromolaena odorata*)

The germination and growth of choi-sum (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) after siam weed (*Chromolaena odorata*) extract treatment

NESSYA DAMAYANTI, ENDANG ANGGARWULAN, SUGIYARTO

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 11 Maret 2013. Revisi disetujui: 27 Juli 2013.

Abstract. Damayanti N, Anggarwulan E, Sugiyarto. 2013. The germination and growth of choi-sum (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) after siam weed (*Chromolaena odorata*) extract treatment. *Biofarmasi* 11: 58-68. Siam weed (*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob.) has allelopathic agent potential. Allelochemical is released by siam weed possibly affect the seed germination and growth of choi-sum (*Brassica rapa* L. var. *parachinensis* L.H. Bailey). The aim of this research was to study the effect of siam weed extract on the seed germination and growth of choi-sum. This research used a completely randomized design (CDR) with two factors and three replications. The first factor was extract source, i.e. (i) leaf extract, (ii) stem extract and (iii) mixed extract. The second factor was extract concentration with five levels, i.e. 0% as control, 25%, 50%, 75% and 100%. The variables that measured including germination percentage, time to germination, height of plant, root length, leaf wide total, sum of leaves, fresh weight, dry weight, root-shoot ratio, chlorophyll and carotenoid content. The collected data were analyzed by analisis of varians and followed by Duncan Multiple Range Test with 5% of confidence level. The results showed that siam weed extract was not significantly affect the percentage germination but significantly affect the time to germination of choi-sum, whereas seeds began to germinate some of which on the second day and all the seeds germinated on the fifth day. The higher concentrations significantly affected the plant height and increased the root-shoot ratio, but it tended to lower the tested plant leaf area.

Keywords: *Brassica rapa* var. *parachinensis*, *Chromolaena odorata*, growth, seed germination

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian wilayahnya terdiri atas lahan pertanian. Luasnya lahan pertanian tersebut didukung dengan iklim tropis yang sesuai untuk bercocok tanam sehingga mengakibatkan keanekaragaman tanaman, khususnya sayuran. Sayuran sangat baik untuk dikonsumsi karena bermanfaat bagi kesehatan masyarakat. Nilai gizi makanan dapat diperbaiki dengan mengonsumsi sayuran, karena sayuran merupakan sumber vitamin, mineral, protein nabati, dan serat (Rukmana 2002).

Sawi hijau (*Brassica rapa* L. var. *parachinensis* L.H. Bailey) merupakan salah satu jenis sayuran yang digemari masyarakat Indonesia. Sayuran ini mudah dibudidayakan dan dapat dikonsumsi segar atau diolah menjadi asinan (Haryanto 2003). Sawi hijau mengandung banyak antioksidan dan vitamin (Okorogbona et al. 2011). Menurut Cahyono (2003) dan Rukmana (2002), sawi hijau memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan tubuh, seperti sebagai peluruh air seni, obat batuk, obat sakit kepala, pembersih darah, dan pencegah kanker. Begitu banyak manfaat dari sayuran tersebut, sehingga meningkatkan permintaan masyarakat terhadap sawi hijau. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan konsumen, baik dari segi

kualitas maupun kuantitas, maka perlu dilakukan peningkatan produksi. Namun, peningkatan produksi sawi hijau mengalami hambatan karena pembudidayaan sawi hijau pada lahan yang luas tidak terlepas dari gangguan gulma seperti daun sendok dan kumis kucing. Keberadaan gulma tersebut dapat menurunkan produksi sawi hijau dan mengakibatkan kualitas sawi hijau menurun. Untuk itu perlu dilakukan suatu usaha seperti penyiangan atau penyemprotan herbisida. Penyiangan merupakan cara yang tidak efisien waktu dan tenaga, sedangkan herbisida sintetik mempunyai dampak negatif seperti pencemaran lingkungan, meninggalkan residu pada produk pertanian, dan mematikan hama (Sutedjo 1995).

Dampak negatif yang ditimbulkan oleh herbisida sintetik mendorong ilmuwan untuk mencari alternatif pengendalian gulma yang ramah lingkungan yang disebut bioherbisida. Upaya pengendalian gulma yang ramah lingkungan ini antara lain dengan memanfaatkan senyawa metabolit sekunder tumbuhan yang bersifat fitotoksik (alelokemi) (Einhellig 2002).

Kirinyuh (*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Robinson) merupakan gulma yang dapat ditemukan di sekitar lahan kelapa sawit. Gulma ini memiliki berbagai macam potensi yaitu sebagai pupuk organik karena memiliki biomassa yang tinggi (Suntoro et al. 2001 dalam

Kastono 2005), sebagai pakan ternak karena mengandung banyak protein (Marthen 2007), sebagai biopestisida karena mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, dan limonen, serta sebagai bioherbisida karena memiliki aktivitas alelopati terhadap pertumbuhan gulma (Darana 2006).

Kastono (2005) melakukan penelitian mengenai respons pertumbuhan dan hasil kedelai hitam terhadap penggunaan pupuk organik dan biopestisida kirinyuh, dari penelitian tersebut dilaporkan bahwa pemberian takaran kompos kirinyuh 30 ton/ha memberikan hasil kedelai tertinggi yaitu 1,53 ton/ha, namun tidak berbeda nyata dengan takaran 10 dan 20 ton/ha. Hal ini menunjukkan bahwa dosis tersebut masih perlu ditingkatkan karena hasilnya masih menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Haris et al. (2002) mengenai analisis hara nitrogen pada tanaman sawi dengan berbagai perlakuan pupuk, yaitu urea, kotoran ayam, pupuk hijau *Thitonia diversifolia*, kirinyuh, dan *Glyricidae sepium*, menunjukkan bahwa pupuk hijau kirinyuh meninggalkan residu tertinggi dan dapat memperbaiki kesuburan tanah tetapi kurang meningkatkan bobot segar total tanaman sawi dibandingkan pemberian pupuk hijau *T. diversifolia*. Percobaan menggunakan ekstrak daun kirinyuh untuk meningkatkan hasil berbagai jenis tanaman pangan seperti kedelai, buncis, lobak dan ragi (sejenis gandum yang dibudidayakan di India) dilakukan oleh Prawiradiputra (2007). Dalam percobaan tersebut, ekstrak daun kirinyuh yang disiramkan ke tempat tumbuh tanaman menunjukkan hasil yang baik pada hampir semua parameter yang diamati, seperti tinggi tanaman, bobot segar, panjang akar, dan hasil polong meskipun dalam skala laboratorium.

Berdasarkan dari uraian tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mempelajari potensi kirinyuh sebagai bioherbisida dalam budi daya sawi hijau. Kajian perkecambahan dan pertumbuhan sawi hijau dilakukan setelah pemberian ekstrak daun, batang, serta campuran keduanya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh ekstrak daun, batang, serta campuran keduanya terhadap perkecambahan sawi hijau dan mengetahui pengaruh ekstrak daun, batang, serta campuran keduanya terhadap pertumbuhan sawi hijau.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan, mulai dari bulan Januari sampai Mei 2012, di Mojosoongo, Surakarta dan Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cawan plastik, kapas, polibag, timbangan analitik, oven, pisau, blender, penggaris, dan ember untuk uji perkecambahan dan pertumbuhan. Adapun untuk uji

klorofil dan karotenoid digunakan pipet, gelas ukur, erlenmeyer, mortar dan pestle, corong, kertas saring, tabung reaksi, kuvet, spektrofotometer, label, dan kamera digital untuk dokumentasi.

Sementara itu, bahan yang digunakan adalah daun dan batang kirinyuh (*C. odorata*) yang diambil dari kawasan Mojosoongo untuk dibuat ekstrak, biji sawi hijau (*B. rapa* var. *parachinensis*), media tanah, pasir, kompos, air, akuades, dan aseton 80% untuk analisis klorofil dan karotenoid.

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Adapun macam perlakuannya sebagai berikut. Faktor pertama adalah jenis ekstrak yang terdiri atas tiga jenis, yaitu ekstrak daun (E1), ekstrak batang (E2), dan campuran ekstrak daun dan batang (E3), sedangkan faktor kedua adalah konsentrasi ekstrak kirinyuh yang terdiri atas lima taraf, yaitu K1 (0%), K2 (25%), K3 (50%), K4 (75%), dan K5 (100%).

Cara kerja

Persiapan media tanam

Media tanam terdiri dari tanah, pasir, dan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1:1, ketiganya dicampur kemudian dimasukkan ke dalam polibag, masing-masing polibag diisi media sebanyak 1 kg.

Persiapan ekstrak kirinyuh

Kirinyuh diambil dari tanah lapang di kawasan Mojosoongo. Bahan ini kemudian dicuci bersih dan ditiriskan, selanjutnya dikeringanginkan selama 24 jam di tempat terbuka tetapi tidak terkena sinar matahari secara langsung. Pembuatan ekstrak kirinyuh dilakukan berdasarkan metode yang dilakukan Teteki (2010). Daun dan batang kirinyuh dipisahkan kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60°C, setelah kering dibuat serbuk dengan menggunakan blender. Bahan tersebut kemudian dilarutkan dalam akuades dengan perbandingan 10 g bahan dalam 100 ml pelarut dan di-shaker selama 24 jam dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang (25-27°C). Ekstrak yang terbentuk selanjutnya disaring dan diencerkan dengan akuades (v/v) menjadi konsentrasi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Ekstrak tersebut siap digunakan untuk diberikan pada tanaman sawi. Untuk konsentrasi ekstrak 0% hanya digunakan akuades saja, sedangkan ekstrak dengan konsentrasi 100% tidak dilakukan pengenceran.

Persiapan benih sawi untuk pengujian perkecambahan

Cawan plastik disiapkan sebanyak 45 buah. Masing-masing cawan plastik dilapisi dengan satu lapis kapas. Benih sawi diletakkan dalam cawan plastik. Setiap cawan berisi 10 benih sawi.

Persiapan benih sawi untuk pengujian pertumbuhan

Benih sawi ditumbuhkan dalam polibag berisi 1 kg media selama 14 hari. Masing-masing polibag diisi dengan 1 benih.

Penanaman bibit sawi

Bibit sawi yang sudah berumur 14 hari siap diberi perlakuan. Tanaman disiram dengan air secara teratur setiap pagi. Pada pengujian perkecambahan, benih sawi yang sudah diletakkan dalam cawan plastik yang dilapisi kapas, diberi 10 ml ekstrak kirinyuh sesuai dengan taraf konsentrasi. Pemberian ekstrak dilakukan setiap 3 hari sekali sampai kecambah berumur 14 hari. Selama 14 hari, kecambah diamati pada hari ke berapa benih mulai berkecambah dan persentase benih yang berkecambah. Pada pengujian pertumbuhan, setelah berumur 14 hari, bibit sawi dalam polibag diberi ekstrak kirinyuh. Ekstrak kirinyuh sebanyak 10 ml dalam berbagai konsentrasi disiramkan di sekeliling tanaman uji dengan selang pemberian ekstrak seminggu 2 kali sampai 25 hari setelah masa tanam (Teteki 2010).

Perkecambahan

Variabel yang diamati dalam pengujian perkecambahan adalah waktu munculnya kecambah (hari) dan persentase perkecambahan tiap cawan yang dihitung dengan cara:

$$\text{Persentase perkecambahan} = \frac{\text{Jumlah benih yang tumbuh} \times 100\%}{\text{Jumlah semua benih}}$$

Pertumbuhan

Variabel pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, berat basah tanaman, berat kering tanaman, rasio akar-tajuk, panjang akar, kadar klorofil dan karotenoid.

Tinggi tanaman. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 7 hari sekali dari tanaman uji berumur 14 hari sampai 25 hari setelah tanam (hst).

Luas daun. Pengukuran luas daun dilakukan pada saat tanaman berumur 25 hari. Pengukuran luas daun dilakukan berdasarkan metode gravimetri yaitu dengan membandingkan berat daun total dengan berat suatu sampel daun yang telah diketahui luasnya (Sitompul dan Guritno 1995).

Bila sampel daun diambil dari sejumlah daun maka luas daun dapat ditaksir dengan rumus sebagai berikut:

$$LD = \frac{Wr}{Wt \times LK}$$

Keterangan:

LD = luas daun (cm²)

Wr = berat kertas replika daun (g)

Wt = berat total kertas (g)

LK = luas total kertas (cm²)

Jumlah daun. Jumlah daun dihitung pada akhir penelitian yaitu 25 hst.

Berat basah tanaman. Berat basah tanaman ditimbang pada akhir penelitian yaitu 25 hst.

Berat kering tanaman. Berat kering tanaman (g/tanaman) dihitung setelah tanaman dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C sampai tercapai berat kering yang konstan.

Rasio akar-tajuk. Rasio akar:tajuk dilakukan dengan cara membandingkan antara berat kering akar dan tajuk.

Panjang akar. Panjang akar diukur dari ujung akar primer hingga pangkal akar. Pengukuran ini dilakukan pada akhir penelitian yaitu 25 hst.

Kadar klorofil dan karotenoid. Pengukuran kadar klorofil total dan karotenoid sawi hijau dilakukan menurut metode Hendry dan Grime (1993) yaitu sebagai berikut. Daun sawi hijau yang membentang sempurna diambil sebanyak 0,1 g, kemudian potongan daun tersebut dihancurkan dalam mortar dan ditambahkan 10 ml aseton 80%. Larutan didiamkan beberapa saat hingga klorofil larut, lalu disaring dengan kertas saring supaya sisa daun tertinggal. Sebanyak 3 ml filtrat dimasukkan ke dalam kuvet kemudian dimasukkan ke dalam spektrofotometer. Absorbansi (A) diukur pada panjang gelombang 480 nm, 645 nm, dan 663 nm. Konsentrasi dihitung dengan rumus (Hendry dan Grime 1993) sebagai berikut:

$$\text{Klorofil total} = 8,02 (A. 663) + 20,2 (A. 645) \text{ mg/l}$$

$$\text{Karotenoid} = \frac{\{(A480 + (0,114 \times A663) - (0,638 \times A645)\} \times 3 \times 1000}{112,5 \times 100} \text{ umol}$$

Analisis data

Data dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan ekstrak kirinyuh terhadap perkecambahan dan pertumbuhan sawi hijau. Apabila terdapat beda nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Tabel 1. Kombinasi pemberian ekstrak kirinyuh terhadap perkecambahan dan pertumbuhan sawi hijau

KE	K1	K2	K3	K4	K5
E1	E1K1	E1K2	E1K3	E1K4	E1K5
E2	E2K1	E2K2	E2K3	E2K4	E2K5
E3	E3K1	E3K2	E3K3	E3K4	E3K5

Keterangan: E = Jenis ekstrak yang terdiri atas tiga jenis yaitu ekstrak daun (E1), ekstrak batang (E2), dan campuran ekstrak daun dan batang (E3); K = konsentrasi ekstrak kirinyuh yang terdiri atas lima taraf konsentrasi, yaitu K1 (0%), K2 (25%), K3 (50%), K4 (75%), dan K5 (100%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkecambahan

Perkecambahan dapat diartikan dimulainya proses pertumbuhan embrio dari benih yang sudah matang (Sutopo 2004). Benih dapat berkecambah apabila tersedia faktor-faktor pendukung selama terjadinya proses perkecambahan, seperti air, suhu, oksigen, cahaya, senyawa alelopati, dan medium (Kamil 1979). Proses penyerapan air oleh benih merupakan proses imbibisi yang disebabkan oleh perbedaan potensial air antara benih dengan media di sekitarnya (Lakitan 1993), sehingga kadar air dalam benih mencapai persentase tertentu (50-60%) dan akan meningkat lagi pada saat munculnya radikula sampai

jaringan penyimpan. Kecambah yang sedang tumbuh mempunyai kandungan air 70-90%. Akibat terjadinya imbibisi, kulit benih akan menjadi lunak dan retak-retak (Sutopo 2002). Parameter perkecambahan yang diamati dalam penelitian ini meliputi hari ke berapa benih berkecambah dan persentase benih yang berkecambah (Tabel 2).

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh memberikan pengaruh yang nyata terhadap perkecambahan sawi hijau, dimana sebagian benih mulai berkecambah pada hari kedua dan setelah hari kelima semua benih berkecambah. Benih sawi hijau yang diberi ekstrak dengan konsentrasi tinggi (75% dan 100%), berbeda dengan benih yang diberi perlakuan konsentrasi yang lebih rendah, yaitu hanya beberapa benih yang berkecambah pada hari kedua. Hal ini diduga terjadi karena adanya hambatan penyerapan air.

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa rata-rata persentase perkecambahan sawi hijau tidak berbeda nyata, baik pada sumber ekstrak maupun konsentrasi ekstrak. Pemberian ekstrak kirinyuh dengan konsentrasi rendah tidak mempengaruhi perkecambahan sawi hijau (Tabel 2). Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pramiadi dan Suyitno (2000) tentang pemberian ekstrak daun *Gliricidea* terhadap perkecambahan benih sawi dan bayam, dimana konsentrasi ekstrak daun *Gliricidea* yang rendah (5% dan 10%) tidak mempengaruhi perkecambahan sawi dan bayam. Demikian juga halnya dengan hasil penelitian Ilory et al. (2010) yang menyatakan bahwa ekstrak segar kirinyuh, *Helianthus annuus*, dan *Tithonia diversifolia* pada kadar rendah tidak menghambat perkecambahan dan pertumbuhan *Vigna unguiculata*.

Pertumbuhan

Dalam arti sempit, pertumbuhan adalah proses pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran) yang membutuhkan sintesis protein dan merupakan proses yang tidak dapat balik. Apabila pertumbuhan meningkat maka menandakan bahwa proses fotosintesis juga mengalami peningkatan. Hasil fotosintesis berupa gula digunakan untuk membentuk bagian-bagian sel, seperti dinding sel, membran sel, maupun organel-organel sel. Sementara itu, dalam pengertian yang lebih luas, pertumbuhan merupakan perkembangan sel-sel baru, sehingga terjadi pertambahan ukuran dan diferensiasi jaringan (Noggle dan Fritz 1983; Sitompul dan Guritno 1995).

Variabel pertumbuhan yang diamati dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman, panjang akar, jumlah daun, luas daun, berat basah tanaman, berat kering tanaman, rasio akar-tajuk, kadar klorofil dan karotenoid (Tabel 3).

Tinggi tanaman

Tinggi tanaman merupakan ukuran yang sering diamati, baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah diamati. Sebagai parameter pengukuran terhadap pengaruh

lingkungan, tinggi tanaman sensitif terhadap faktor lingkungan tertentu (Sitompul dan Guritno 1995).

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh berbeda nyata terhadap tinggi tanaman sawi hijau. Tanaman uji yang diberi perlakuan ekstrak kirinyuh memiliki rata-rata tinggi tanaman di atas kontrol. Pemberian ekstrak daun dan ekstrak batang pada konsentrasi 25% dan 50%, memberikan hasil tinggi tanaman yang relatif hampir sama. Pemberian ekstrak batang dengan konsentrasi yang semakin tinggi cenderung meningkatkan rata-rata tinggi tanaman uji, sedangkan pemberian ekstrak campuran tidak menunjukkan kecenderungan peningkatan tinggi tanaman seiring dengan kenaikan konsentrasi, tetapi pemberian ekstrak dengan konsentrasi 25% memberikan hasil tinggi tanaman terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanolo (1997) yang menyatakan bahwa pemberian konsentrasi ekstrak yang rendah secara rutin memberikan hasil tanaman yang memuaskan.

Susanto (2002) mengemukakan bahwa pemberian bahan organik harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Apabila bahan organik diberikan dalam jumlah yang berlebihan maka tindakan tersebut merupakan pemborosan dan dapat menyebabkan keracunan pada tanaman, sedangkan pemberian dosis yang kecil tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil tanaman. Tersedianya unsur hara yang cukup dan seimbang untuk pertumbuhan tanaman menyebabkan proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel akan berlangsung cepat (Pracaya 2005).

Hanolo (1997) menyatakan bahwa unsur hara seperti nitrogen dapat memacu pembentukan asam-asam amino menjadi protein. Protein yang terbentuk digunakan untuk membentuk hormon pertumbuhan, yaitu hormon auksin, giberelin, dan sitokinin. Auksin mempengaruhi sintesis protein struktural untuk menyempurnakan struktur dinding sel kembali seperti semula setelah mengalami peregangan atau pembentangan, giberelin mampu merangsang pertumbuhan tinggi tanaman, dan sitokinin berperan dalam pembelahan sel pada ujung batang.

Hasil pengukuran tinggi tanaman sawi hijau yang diberi ekstrak kirinyuh pada berbagai sumber dan konsentrasi ekstrak apabila dibandingkan dengan tanaman kontrol menunjukkan hasil yang lebih baik. Hal ini dikarenakan nutrisi yang terkandung dalam ekstrak kirinyuh tersedia dengan baik dan mencukupi, sehingga sangat baik untuk pertumbuhan sawi hijau.

Gambar 1 menunjukkan bahwa ekstrak daun kirinyuh memberikan pengaruh penghambatan pada konsentrasi 75%, sedangkan ekstrak batang memberikan pengaruh peningkatan seiring dengan semakin bertambahnya konsentrasi ekstrak dan sumber ekstrak. Jenis perlakuan yang memberikan hasil tertinggi terhadap tinggi tanaman adalah ekstrak campuran, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan ekstrak daun cenderung menghambat pertumbuhan tinggi tanaman.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suwal et al. (2010) tentang efek alelopati kirinyuh terhadap perkecambahan dan pertumbuhan padi, dimana ekstrak daun kirinyuh memberikan efek penghambatan terbesar

terhadap perkecambahan dan pertumbuhan padi dibandingkan ekstrak batang maupun ekstrak akar. Phan et al. (2001) menyatakan bahwa daun dari tanaman kirinyuh kaya akan flavonoid, yaitu tanin, *quercetin*, *sinensetin*, *sakuranetin*, *padmatin*, *kaempferol*, dan *salvagenin*. Menurut Putnam (1988), hampir semua senyawa tersebut diketahui berpotensi sebagai agen alelopati.

Menurut Rice (1984), efek penghambatan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan oleh adanya alelokemi yang dapat mempengaruhi aktivitas hormon, salah satunya yaitu asam indol asetat (IAA) atau auksin yang berperan dalam pembesaran sel pada tanaman. Menurut Sastroutomo (1990), alelokemi seperti senyawa fenolik dan glikosida flavonoid dalam kadar tinggi akan menguraikan IAA menjadi IAA oksidase, sehingga fungsi IAA sebagai pemanjang sel menjadi terganggu. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Batish et al. (2002) yang menyatakan bahwa salah satu senyawa yang terkandung dalam *Pharthenium hysterophorus* yaitu *parthenin*, termasuk dalam golongan flavonoid, yang dapat menghambat pertumbuhan tinggi tanaman pada *Avena fatua* dan *Bidens pilosa*.

Panjang akar

Panjang akar merupakan hasil perpanjangan sel-sel di belakang bagian meristem ujung akar. Peran utama akar adalah menyediakan air, mineral, dan bahan-bahan yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman yang tumbuh dalam kondisi kurang air akan membentuk akar lebih banyak dengan hasil yang lebih rendah daripada tanaman yang tumbuh dalam kondisi cukup air. Panjang akar perlu diamati karena panjang akar menggambarkan kemampuan serapan tanaman terhadap unsur hara. Panjang akar diukur dari pangkal batang hingga ujung akar (Gardner et al. 1991; Sitompul dan Guritno 1995).

Tabel 2. Pengaruh waktu dan konsentrasi ekstrak kirinyuh terhadap perkecambahan benih sawi hijau

Konsentrasi ekstrak	Waktu (hari)				
	1	2	3	4	5
E ₁ K ₁	0 ^{pde}	0 ^{qde}	9,67 ^{rde}	9,67 ^{rsde}	10 ^{sde}
E ₁ K ₂	0 ^{pde}	8,33 ^{qde}	9,33 ^{rde}	9,67 ^{rsde}	9,67 ^{sde}
E ₁ K ₃	0 ^{pbde}	5,33 ^{qbde}	8,67 ^{rbde}	9,67 ^{rsbcde}	9,67 ^{sbcde}
E ₁ K ₄	0 ^{pbde}	4,67 ^{qbde}	9,33 ^{rbde}	10 ^{rsbcde}	10 ^{sbcde}
E ₁ K ₅	0 ^{pb}	2 ^{qb}	8,67 ^{rb}	9,33 ^{rsb}	10 ^{sb}
E ₂ K ₁	0 ^{pcde}	7 ^{qcde}	9,33 ^{rcde}	9,67 ^{rsde}	9,67 ^{sde}
E ₂ K ₂	0 ^{pde}	7,67 ^{qde}	9,67 ^{rde}	9,67 ^{rsde}	10 ^{sde}
E ₂ K ₃	0 ^{pcde}	6,33 ^{qcde}	9,67 ^{rcde}	10 ^{rsde}	10 ^{sde}
E ₂ K ₄	0 ^{pbcd}	4 ^{qcd}	9,67 ^{rcd}	10 ^{rscd}	10 ^{scd}
E ₂ K ₅	0 ^{pb}	1,67 ^{qb}	8,67 ^{rb}	8,67 ^{rsb}	10 ^{sb}
E ₃ K ₁	0 ^{pe}	9,33 ^{qe}	10 ^{re}	10 ^{rse}	10 ^{se}
E ₃ K ₂	0 ^{pde}	7,67 ^{qde}	9,33 ^{rde}	9,67 ^{rsde}	10 ^{sde}
E ₃ K ₃	0 ^{pde}	6,67 ^{qde}	10 ^{rde}	10 ^{rsde}	10 ^{sde}
E ₃ K ₄	0 ^{pb}	3 ^{qb}	0 ^{rb}	9,33 ^{rsbc}	10 ^{sbc}
E ₃ K ₅	0 ^{pa}	0,33 ^{qa}	6,67 ^{ra}	8,33 ^{rsa}	9,67 ^{sa}

Keterangan: a-e = menunjukkan perbedaan yang signifikan (p<0,05) pada huruf berbeda dan pada kolom yang sama; p-s = menunjukkan perbedaan yang signifikan (p<0,05) pada huruf berbeda dan pada baris yang sama

Tabel 3. Pengaruh pemberian ekstrak kirinyuh terhadap parameter pertumbuhan sawi hijau

Sumber ekstrak	Konsentrasi ekstrak (%)				
	0	25	50	75	100
Persentase perkecambahan					
Daun	10,00	9,67	9,67	10,00	10,00
Batang	9,67	10,00	10,00	10,00	10,00
Campuran	10,00	10,00	10,00	10,00	9,67
Rata-rata tinggi tanaman (cm)					
Daun	13,83 ^{ab}	17,03 ^{bc}	16,90 ^{bc}	13,67 ^{ab}	15,77 ^{bc}
Batang	11,33 ^a	16,97 ^{bc}	16,47 ^{bc}	18,23 ^{cd}	18,77 ^{cd}
Campuran	18,10 ^{cd}	23,30 ^e	21,27 ^{de}	22,07 ^{de}	21,43 ^{de}
Rata-rata panjang akar (cm)					
Daun	5,17	8,00	5,50	5,83	3,83
Batang	9,33	7,33	7,83	6,17	6,67
Campuran	8,67	8,33	10,10	8,33	8,63
Rata-rata jumlah daun					
Daun	4,33	3,33	4,67	4,00	4,00
Batang	4,67	6,00	4,67	3,67	5,67
Campuran	5,67	5,67	6,00	5,67	6,00
Rata-rata luas daun (cm²)					
Daun	28,25 ^{ab}	45,16 ^c	22,63 ^{ab}	29,02 ^{ab}	31,02 ^b
Batang	15,70 ^a	24,26 ^{ab}	22,78 ^{ab}	35,65 ^{bc}	24,97 ^{ab}
Campuran	22,15 ^{ab}	33,63 ^{bc}	23,33 ^{ab}	34,78 ^{bc}	25,64 ^{ab}
Rata-rata berat basah (g)					
Daun	6,57	7,10	5,07	5,10	5,63
Batang	3,18	6,58	4,67	4,51	4,39
Campuran	4,97	8,45	5,21	5,63	5,70
Rata-rata berat kering (g)					
Daun	0,80	0,78	0,58	0,56	0,64
Batang	0,42	0,76	0,56	0,49	0,36
Campuran	0,48	0,69	0,44	0,52	0,43
Rata-rata rasio akar:tajuk					
Daun	0,18 ^{bcde}	0,16 ^{abcd}	0,3 ^f	0,18 ^{bcde}	0,2 ^{cde}
Batang	0,10 ^{ab}	0,12 ^{abc}	0,17 ^{abcde}	0,13 ^{abcd}	0,25 ^{ef}
Campuran	0,13 ^{abcd}	0,10 ^{ab}	0,09 ^a	0,21 ^{de}	0,17 ^{abcde}
Rata-rata kadar klorofil (mg/L)					
Daun	26,69	24,38	24,70	20,35	23,53
Batang	27,87	25,73	32,63	26,36	17,43
Campuran	24,28	24,95	21,53	32,94	27,84
Rata-rata kadar karotenoid (µmol/L)					
Daun	0,21	0,19	0,20	0,16	0,19
Batang	0,21	0,21	0,25	0,19	0,12
Campuran	0,19	0,18	0,15	0,22	0,19

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh terhadap rata-rata panjang akar sawi hijau tidak berbeda nyata. Meskipun demikian, pada perlakuan pemberian ekstrak daun kirinyuh terjadi penurunan panjang akar seiring dengan kenaikan konsentrasi ekstrak. Konsentrasi ekstrak 25% memberikan hasil tertinggi, sedangkan konsentrasi 100% memberikan hasil terendah. Hal ini diduga karena ekstrak daun memiliki alelokemi seperti senyawa fenolik yang tinggi (Phan et al. 2001). Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Onwugbuta dan Enyi (2001) tentang efek alelopati

kirinyuh terhadap tomat, dimana dalam penelitiannya digunakan ekstrak daun kirinyuh dengan perbandingan konsentrasi 1 g : 140 ml air, 1 g : 80 ml air, dan 1 g : 40 ml air. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil panjang akar tomat yang mengalami penurunan seiring dengan semakin tinggi konsentrasi ekstrak. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Wu et al. (1998) yang menyatakan bahwa pertumbuhan akar *Poa annua* sangat terhambat oleh pemberian ekstrak daun *Buchloe dactyloides* yang banyak mengandung senyawa fenolik yang dapat mengganggu permeabilitas membran sel dan dapat menghambat kerja enzim, sehingga metabolisme di dalam sel menjadi terhambat (Harbone 1996).

Pada perlakuan pemberian ekstrak batang dengan berbagai konsentrasi menunjukkan hasil yang relatif hampir sama meskipun di bawah kontrol, sedangkan perlakuan pemberian ekstrak campuran pada konsentrasi 50% memberikan hasil tertinggi dan di atas kontrol.

Panjang akar dapat digunakan untuk menilai daya penyerapan unsur hara dan air, sehingga dapat mengetahui nilai potensi fotosintesis tajuk. Alelokemi menyebabkan berkurangnya laju penyerapan unsur hara oleh akar. Kekurangan hara tersebut dapat menghambat pembentukan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel di ujung akar yaitu sitokinin dan giberelin. Jika pembelahan dan pemanjangan sel pada akar terhambat maka penambahan panjang akar pun terhambat. Konsentrasi ekstrak 0% menghasilkan panjang akar yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena akar dapat mencari daerah penyerapan yang lebih luas, selain itu tidak adanya alelokemi menyebabkan akar tumbuh normal (Rice 1984).

Hasil penelitian serupa tentang alelokemi juga dilaporkan oleh Batish et al. (2002) yang menyatakan bahwa *parthenin*, senyawa dari *Pharthenium hysterophorus*, dapat menghambat pertumbuhan panjang akar *Avena fatua* dan *Bidens pilosa*.

Jumlah daun

Organ tanaman utama yang berperan dalam menyerap radiasi matahari adalah daun. Untuk memperoleh laju pertumbuhan tanaman yang maksimum, diperlukan cukup banyak daun untuk menyerap sebagian besar radiasi matahari yang jatuh ke atas tajuk tanaman (Gardner et al. 1991).

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh terhadap rata-rata jumlah daun sawi hijau tidak berbeda nyata, hal ini berarti pemberian ekstrak kirinyuh dari berbagai sumber maupun konsentrasi tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun tanaman uji. Pemberian perlakuan ekstrak dengan konsentrasi yang semakin tinggi tidak menunjukkan adanya penurunan jumlah daun pada tanaman uji.

Tanaman yang hanya dipanen bagian daunnya, seperti kubis, selada, sawi, kangkung, dan bayam, membutuhkan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dalam jumlah tinggi, sehingga berguna untuk membentuk asam amino dan protein sebagai bahan dasar dalam menyusun daun (Haryanto 2003). Novizan (2005) juga menyatakan bahwa nitrogen, fosfor, dan kalium merupakan unsur hara yang berperan besar dalam menaikkan potensi

pembentukan daun. Menurut Suntoro et al. (2001) dalam Kastono (2005), kirinyuh mengandung unsur nitrogen, fosfor, dan kalium dalam jumlah yang cukup. Apabila unsur hara tersebut diberikan dalam jumlah banyak, tanaman akan tampak subur, ukuran daun menjadi lebih besar, dan batang menjadi lunak serta berair. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Nataniel et al. (2006) yang menyatakan bahwa perlakuan pemberian pupuk organik cair lamtoro dengan konsentrasi yang semakin tinggi pada tanaman sawi menghasilkan jumlah daun yang banyak. Hal ini disebabkan suplai nitrogen pada tanaman semakin banyak, sehingga proses pertumbuhannya semakin cepat.

Pemberian ekstrak di sekeliling tanaman dalam hal ini merupakan faktor luar (lingkungan) yang dapat mempengaruhi jumlah daun. Namun, pengaruh tersebut tidak terlalu nyata jika dibandingkan dengan faktor dari dalam (genetik) (Gardner et al. 1991).

Luas daun

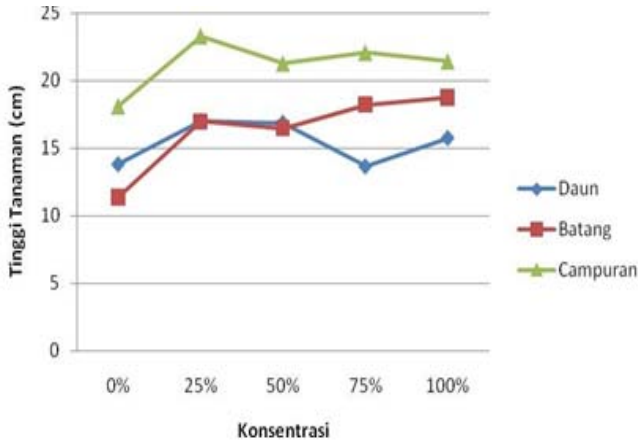
Selain jumlah daun, untuk mengetahui pertumbuhan suatu tanaman juga dapat dilihat dari luas daun yang merupakan salah satu komponen pertumbuhan yang penting. Permukaan daun yang luas dan datar memungkinkan daun untuk menangkap cahaya semaksimal mungkin dan meminimalkan jarak yang harus ditempuh oleh CO₂ dari permukaan daun ke kloroplas (Gardner et al. 1991).

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh terhadap luas daun tanaman sawi hijau berbeda nyata yang berarti pemberian ekstrak kirinyuh mempengaruhi pertumbuhan luas daun tanaman uji. Pada pemberian ekstrak daun kirinyuh dengan konsentrasi yang semakin tinggi tidak menunjukkan adanya penurunan terhadap hasil luas daun, tetapi pemberian ekstrak pada konsentrasi 25% menghasilkan nilai luas daun tertinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Pemberian ekstrak batang dan campuran dalam berbagai konsentrasi menghasilkan nilai rata-rata luas daun yang relatif sama. Pada kedua sumber ekstrak tersebut, konsentrasi 75% menghasilkan nilai luas daun tertinggi.

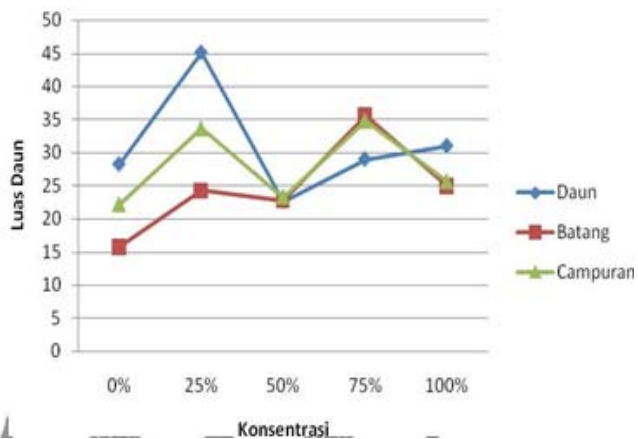
Pada fase vegetatif tanaman, luas daun akan semakin meningkat, sehingga tanaman akan semakin efisien dalam melakukan fotosintesis dan memanfaatkan unsur hara yang diambil bersama air yang akan digunakan untuk membentuk karbohidrat (Sumarni dan Rosliani 2001). Sarief (1989) menyatakan bahwa apabila unsur nitrogen yang tersedia lebih banyak serta dibantu kalium maka akan dihasilkan protein yang lebih banyak dan daun dapat tumbuh lebih lebar.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kirinyuh pada konsentrasi 25% mampu meningkatkan luas daun tanaman sawi hijau dibandingkan pemberian konsentrasi yang tinggi. Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Kastono (2005), yang menunjukkan bahwa perlakuan pemberian kompos kirinyuh pada kedelai hitam dengan tiga konsentrasi berbeda, yaitu 10 ton/ha, 20 ton/ha, dan 30 ton/ha, menghasilkan luas daun optimal pada konsentrasi 20 ton/ha meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Diduga C/N rasio pada takaran kompos 20 ton/ha lebih optimum, sehingga bahan organik

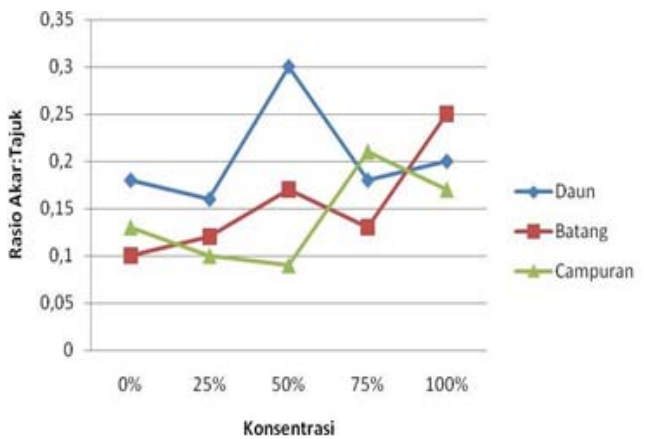
tersebut semakin cepat terdekomposisi dan tersedia bagi tanaman serta menunjang pertumbuhan tanaman, dalam hal ini adalah luas daun.



Gambar 1. Pengaruh pemberian ekstrak kirinyuh terhadap tinggi tanaman sawi hijau (cm)



Gambar 2. Pengaruh pemberian ekstrak kirinyuh terhadap luas daun sawi hijau (cm²)



Gambar 3. Pengaruh pemberian ekstrak kirinyuh terhadap rasio akar:tajuk sawi hijau

Pemberian ekstrak kirinyuh pada konsentrasi 50% dari berbagai sumber ekstrak menunjukkan rata-rata luas daun yang relatif hampir sama (Gambar 2), diduga konsentrasi tersebut mengandung unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dalam jumlah yang sama. Apabila ketiga unsur hara tersebut tersedia dalam jumlah sedikit maka protein yang dihasilkan sedikit dan daun tidak dapat tumbuh dengan maksimal.

Berat basah tanaman

Berat basah tanaman menunjukkan aktivitas metabolisme tanaman. Nilai berat basah dipengaruhi oleh kadar air jaringan, unsur hara, dan hasil metabolisme. Berat segar menggambarkan kandungan air dan kelembapan tanaman. Sekitar 500 g air diperlukan untuk menghasilkan 1 g bahan kering. Sekitar 1 g atau 10% air tersebut menjadi bagian terpadu tanaman dan sisanya hilang melalui stomata pada daun selama penyerapan karbon dioksida (Fitter dan Hay 1981; Salisbury dan Ross 1995; Sitompul dan Guritno 1995).

Hasil analisis varians terhadap berat basah tanaman sawi hijau tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, hal ini berarti antara ekstrak daun, batang, maupun campuran tidak ada yang dominan dalam mempengaruhi berat basah tanaman sawi hijau. Konsentrasi ekstrak daun kirinyuh 25% pada masing-masing sumber ekstrak memberikan nilai tertinggi terhadap berat basah tanaman sawi hijau, sedangkan konsentrasi 50% sampai 100% memberikan hasil berat basah tanaman sawi hijau yang relatif hampir sama, kecuali pada pemberian ekstrak daun yang menghasilkan nilai berat basah di bawah kontrol. Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Rizqiani et al. (2007), yaitu perlakuan pemberian pupuk organik cair pada tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) dengan tiga konsentrasi yaitu 1%, 2%, dan 3% per polibag menghasilkan nilai berat basah optimal pada konsentrasi 2%. Hal ini diduga akibat pemberian hara pada tanaman yang tepat dan seimbang, sehingga dapat meningkatkan nilai berat basah tanaman.

Dwijoseputro (1994) menyatakan bahwa berat segar tanaman dipengaruhi oleh kandungan unsur hara dalam sel-sel jaringan tanaman. Pertumbuhan akar dan daun yang cepat menyebabkan penyerapan unsur hara, air, dan cahaya untuk proses fotosintesis lebih optimal, asimilat yang dihasilkan digunakan untuk perkembangan tanaman yang bertambah cepat, sehingga berat segar tanaman akan bertambah. Menurut Foth (1994), kelembapan tanah penting dalam mempengaruhi laju pergerakan dan fungsi ion ke dalam sel-sel akar, hal ini terkait dengan tingkat kelarutan hara di dalam tanah. Ketersediaan air yang meningkat dapat meningkatkan kelarutan N di dalam tanah, sehingga tanaman mendapatkan pasokan N yang cukup, akibatnya pertumbuhan vegetatif akan semakin lebat dan berat basah tanaman semakin meningkat. Ratna (2002) menyatakan bahwa dengan luas daun yang tinggi dapat membentuk dan menyimpan zat hara lebih banyak, sehingga terjadi peningkatan berat basah tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh berpengaruh nyata terhadap luas daun tanaman uji tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman, hal

ini dikarenakan pemberian ekstrak kirinyuh cenderung menurunkan luas daun tanaman uji, sehingga fotosintat yang dihasilkan tidak mampu meningkatkan berat basah tanaman.

Pengaruh alelokemi dalam menurunkan berat basah tanaman diantaranya dengan menghambat pengikatan unsur hara dalam tanah, sehingga kemampuan sel akar dalam menyerap ion dari dalam tanah tidak maksimal. Hal tersebut menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi terhambat karena sedikitnya hara yang diserap, sehingga berat basah menurun (Sastroutomo 1990).

Berat kering tanaman

Berat kering tanaman adalah hasil keseimbangan antara pengambilan CO₂ (fotosintesis) dan pengeluaran CO₂ (respirasi). Fotosintesis mengakibatkan meningkatnya berat kering tanaman akibat pengambilan CO₂, sedangkan proses katabolisme respirasi menyebabkan pengeluaran CO₂ dan mengurangi berat kering (Gardner et al. 1991).

Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh dari berbagai sumber dan konsentrasi tidak mempengaruhi berat kering tanaman sawi hijau. Hal ini berarti ekstrak daun, batang, maupun campuran tidak ada yang lebih dominan dalam mempengaruhi berat kering tanaman sawi hijau, tetapi pemberian ekstrak dengan konsentrasi yang semakin tinggi menunjukkan adanya kecenderungan penurunan berat kering tanaman uji. Penurunan berat kering menunjukkan penghambatan tersebut disebabkan oleh adanya gangguan fisiologis dalam tubuh tanaman, seperti kerusakan struktur sel yang disebabkan oleh pemberian ekstrak kirinyuh. Walters dan Gilmore (1976) melaporkan bahwa efek alelopati dari *Festuca arundinaceae* Shreb. menyebabkan penurunan berat kering *Liquidambar styraciflua* L. dengan merusak kemampuan tanaman dalam menyerap fosfor dan nitrogen.

Rice (1984) menyatakan bahwa alelokimia secara tidak langsung dapat berpengaruh pada tanaman dengan menghambat mikroorganisme di dalam tanah yang berperan dalam fiksasi nitrogen dan menyebabkan tanaman kekurangan unsur tersebut. Ratna (2002) mengemukakan bahwa apabila unsur hara tersedia dalam kondisi seimbang maka dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan bobot kering tanaman. Akan tetapi, apabila ketersediaan unsur hara dalam kondisi kurang atau lebih maka akan dihasilkan bobot kering yang rendah. Selain itu, berat kering tanaman juga dipengaruhi oleh keseimbangan antara pengambilan CO₂ (fotosintesis) dan pengeluaran CO₂ (respirasi). Apabila respirasi lebih besar dibanding fotosintesis, berat kering tanaman akan berkurang. Penurunan berat kering tersebut sesuai dengan hasil penelitian Cahyanti et al. (2005), bahwa ekstrak akar dan pucuk dari *Acalypha indica* dapat menurunkan berat kering *Portulaca oleracea* pada konsentrasi 5000-10000 ppm. Begitu juga dengan Batish et al. (2002) yang melaporkan bahwa senyawa *parthenin* dari *Pharthenium hysterophorus* dapat menurunkan berat kering *Avena fatua* dan *Bidens pilosa*.

Rasio akar:tajuk

Rasio akar:tajuk merupakan perbandingan antara biomassa akar dibagi dengan biomassa tajuk. Rasio akar:tajuk dilakukan untuk mengetahui tingkat perkembangan tanaman, baik akar maupun daun, pada perlakuan yang diberikan. Menurut Fitter dan Hay (1981), rasio akar:tajuk merupakan sifat yang sangat plastis (mudah berubah). Rasio akar:tajuk meningkat akibat beberapa faktor, seperti rendahnya suplai air, rendahnya suplai nitrogen, rendahnya oksigen tanah, dan rendahnya suhu tanah. Rasio akar:tajuk merupakan indikator yang baik tentang pengaruh lingkungan terhadap pertumbuhan tanaman.

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh terhadap rasio akar:tajuk sawi hijau berbeda nyata. Pemberian ekstrak kirinyuh dalam berbagai sumber dengan konsentrasi yang semakin tinggi cenderung meningkatkan rasio akar:tajuk tanaman uji. Pemberian ekstrak daun kirinyuh pada konsentrasi 50% memberikan nilai tertinggi yang jauh di atas kontrol dan konsentrasi lainnya.

Gambar 3 menunjukkan bahwa sawi hijau yang diberi perlakuan ekstrak kirinyuh cenderung memiliki rasio akar:tajuk yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kontrol. Nilai rasio akar:tajuk sawi hijau pada perlakuan ekstrak daun konsentrasi 50% menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan konsentrasi lainnya, baik dari sumber ekstrak yang sama atau sumber ekstrak yang berbeda.

Berat kering tajuk lebih besar dibandingkan akar, karena fotosintat lebih banyak digunakan untuk perkembangan tajuk daripada perkembangan akar. Penyerapan garam mineral sebagian dikendalikan oleh tajuk. Tajuk akan merangsang akar untuk meningkatkan penyerapan garam mineral dan secara cepat menggunakan garam mineral tersebut dalam produk pertumbuhan (misalnya protein, asam nukleat, dan klorofil). Tajuk memasok karbohidrat melalui floem yang digunakan akar untuk melakukan respirasi yang akan menghasilkan ATP (Salisbury dan Ross 1995).

Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kirinyuh yang diberikan melalui tanah menyebabkan semakin rendahnya suplai hara yang diserap oleh akar. Umumnya rasio akar:tajuk meningkat saat kondisi suplai air, suplai nitrogen, ketersediaan oksigen, dan temperatur tanah yang rendah. Tanaman dalam kondisi stres sering mengalokasikan hasil fotosintesisnya lebih besar ke dalam organ-organ dalam tanah dibandingkan saat kondisi lingkungan normal (Fitter dan Hay 1981). Hal itulah yang menyebabkan rasio akar:tajuk semakin meningkat seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak yang diberikan.

Kadar klorofil

Klorofil banyak terdapat di daun dan bagian tanaman lainnya dengan karakteristik berwarna hijau dan berperan dalam proses fotosintesis tanaman. Klorofil berada dalam kloroplas, tempat berlangsungnya fotosintesis. Pigmen-pigmen yang terdapat di dalam membran tilakoid akan menyerap cahaya yang berasal dari matahari atau sumber lain, kemudian mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP) (Lakitan

1993). Semakin banyak kandungan klorofil maka kemungkinan terjadinya proses fotosintesis akan berjalan lebih cepat, sehingga fotosintat yang dihasilkan pun lebih tinggi. Fotosintat digunakan untuk memenuhi kebutuhan tanaman, pertumbuhan, serta sebagai cadangan makanan.

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh terhadap kadar klorofil tanaman sawi hijau tidak berbeda nyata, hal ini berarti bahwa pemberian ekstrak kirinyuh dari berbagai sumber dan konsentrasi tidak memberikan pengaruh terhadap kadar klorofil tanaman sawi hijau. Meskipun demikian, kadar klorofil tanaman sawi hijau dengan perlakuan pemberian ekstrak daun dalam berbagai konsentrasi menghasilkan nilai kadar klorofil di bawah kontrol. Hal ini diduga ekstrak daun memiliki senyawa alelopati yang mempengaruhi kadar klorofil tanaman uji. Pada perlakuan pemberian ekstrak batang dengan konsentrasi yang semakin tinggi cenderung menurunkan kadar klorofil tanaman uji, sedangkan pemberian ekstrak campuran konsentrasi 75% memberikan hasil tertinggi terhadap kadar klorofil tanaman sawi hijau. Diduga ekstrak campuran konsentrasi 75% mengandung unsur hara seperti N, Mg, dan Fe yang cukup, sehingga sintesis klorofil berlangsung dengan maksimal.

Alelokemi dari ekstrak yang diberikan melalui tanah dapat menghambat penyerapan unsur hara oleh akar, sehingga berpengaruh pada sintesis klorofil. Pembentukan klorofil dipengaruhi oleh adanya N, Mg, Fe, Mn, Cu, dan Zn. Kandungan nutrisi yang berkurang mempengaruhi fotosintesis, terutama dengan mempengaruhi peralatan fotosintesis (Gardner et al. 1991).

Rice (1984) menyatakan bahwa komponen alelopati diduga menghambat sintesis prekursor porfirin pada biosintesis klorofil. Yang et al. (2002) menduga bahwa penurunan klorofil yang disebabkan oleh alelokemi menghambat biosintesis klorofil atau merangsang mekanisme penurunan klorofil. Alelokemi terbukti menurunkan kandungan klorofil padi dan juga porfirin seiring dengan kenaikan konsentrasi yang berupa fenol. Senyawa fenol tidak berefek pada penurunan persentase Mg-Proto, tetapi dapat memperlambat sintesisnya dan meningkatkan protoporfirin IX (*Proto*) dan protoklorofilid (*Pchl_a*) secara berturut-turut. Penelitian Yang et al. (2004) menunjukkan bahwa senyawa-senyawa fenol dapat menurunkan kandungan klorofil pada *Oryza sativa* dengan cara menghambat biosintesis klorofil. Biosintesis tersebut terhambat akibat turunya kerja Mg-chetase dalam menghasilkan Mg-proto. Terhambatnya biosintesis klorofil pada akhirnya akan menurunkan fotosintesis.

Viles dan Reese (1996) mengungkapkan bahwa senyawa yang terdapat pada *Echinacea angustifolia* dapat mempengaruhi kadar klorofil *Lactuca sativa*. Ekstrak akar dan pucuk *E. angustifolia* berupa gas dapat menurunkan kadar klorofil pada *L. sativa*. Ekstrak akar dan pucuk *E. angustifolia* yang berbentuk gas memiliki potensi alelopati lebih besar jika dibandingkan dengan ekstrak akar dan pucuk berbentuk cair. Menurut Einhellig (1995) pada tanaman *Glycine max*, kadar klorofil dan laju fotosintesisnya menurun akibat adanya asam fenolat.

Kadar karotenoid

Karotenoid merupakan pigmen alami berwarna kuning, oranye, dan merah yang tersebar luas pada jaringan fotosintesis tumbuhan. Fungsi karotenoid adalah sebagai pigmen tumbuhan dan pelindung kloroplas dari kerusakan saat penyerapan cahaya pada jaringan fotosintesis (Lea dan Leegood 1993).

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kirinyuh dari berbagai sumber dan konsentrasi terhadap kadar karotenoid tanaman sawi hijau tidak berbeda nyata. Kadar karotenoid semua tanaman yang diberi perlakuan memberikan nilai yang relatif hampir sama. Pemberian ekstrak daun dan batang dengan konsentrasi yang semakin tinggi cenderung menurunkan kadar karotenoid tanaman uji.

Alelokemi menyebabkan turunya aktivitas akar dalam menyerap hara, sehingga fotosintesis terganggu. Kedua hal tersebut lebih disebabkan karena rusaknya struktur sel yang didahului oleh rusaknya membran sel kemudian disusul oleh rusaknya organel-organel sel seperti kloroplas, mitokondria, dan nukleus. Rusaknya organel-organel tersebut juga didahului oleh rusaknya masing-masing membran kemudian strukturnya menjadi tidak jelas (Einhellig 2002). Karotenoid terdapat di membran plastida dan memiliki membran ganda. Salah satu jenis plastida yang terpenting adalah kloroplas. Kloroplas membentuk dan menampung karotenoid (Zaripheh dan Erdman 2002). Penurunan kadar karotenoid dapat disebabkan karena rusaknya kloroplas. Apabila kloroplas mengalami kerusakan maka biosintesis karotenoid dapat terhambat.

Biosintesis karotenoid dimulai dari pembentukan prenil pirofosfat pada plastida tumbuhan yang merupakan perintis biosintesis karotenoid. Prenil pirofosfat dibentuk oleh transferase prenil, setelah itu membentuk dimetilalil pirofosfat (DMAPP) menjadi isopentenil pirofosfat (IPP). Kemudian disintesis geranyl geranyl pirofosfat (GGPP). Kondensasi 2 molekul GGPP membentuk prefitoen pirofosfat sebagai suatu intermediet (sintesis fitoen). Fitoen dibentuk dengan pembuangan kelompok pirofosfat. Selanjutnya, konversi fitoen menjadi likopen yang membentuk berbagai macam karotenoid (Hirschberg et al. 1997; Sandmann 2000).

Hasil penelitian mengenai potensi alelopati dari ekstrak kirinyuh terhadap sawi hijau secara umum belum menunjukkan adanya efek penghambatan karena tidak semua variabel yang diamati terhambat pertumbuhannya. Meskipun demikian, terdapat kecenderungan penurunan nilai pada beberapa variabel seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak.

Ekstrak kirinyuh memang memiliki potensi alelopati karena memiliki beberapa senyawa metabolit sekunder, namun penghambatannya belum terlihat secara nyata. Pada pemberian ekstrak kirinyuh konsentrasi rendah, umumnya dihasilkan nilai pertumbuhan sawi hijau yang optimal, sedangkan pemberian ekstrak konsentrasi tinggi menyebabkan penghambatan pertumbuhan sawi hijau.

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa ekstrak daun kirinyuh paling menghambat hampir seluruh variabel pertumbuhan tanaman sawi hijau apabila dibandingkan dengan ekstrak batang maupun ekstrak campuran. Hasil ini

serupa dengan penelitian yang dilakukan Suwal et al. (2010) tentang efek alelopati kirinyuh terhadap perkecambahan dan pertumbuhan padi, dimana ekstrak daun kirinyuh memberikan efek penghambatan terbesar pada perkecambahan dan pertumbuhan padi dibandingkan ekstrak batang maupun ekstrak akar. Phan et al. (2001) menyatakan bahwa daun dari tanaman tersebut kaya akan flavonoid, yaitu tanin, *quercetin*, *sinensetin*, *sakuranetin*, *padmatin*, *kaempferol*, dan *salvagenin*. Menurut Putnam (1988), hampir semua senyawa tersebut diketahui berpotensi sebagai agen alelopati.

Senyawa alelokemi mempunyai efek tidak spesifik terhadap spesies tertentu dan dapat berperan sebagaimana penghambatan yang dilakukan oleh herbisida (Wu et al. 1998). Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa tanaman kirinyuh berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai herbisida alami pada lahan budi daya sawi hijau. Namun, masih perlu diteliti lebih lanjut mengenai pengaruh ekstrak kirinyuh terhadap gulma yang umum tumbuh di lahan budi daya sawi hijau.

KESIMPULAN

Pemberian ekstrak kirinyuh tidak berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan sawi hijau, tetapi berpengaruh nyata terhadap waktu perkecambahan sawi hijau, dimana sebagian benih mulai berkecambah pada hari kedua dan seluruh benih berkecambah pada hari kelima. Pemberian ekstrak kirinyuh dengan konsentrasi yang semakin tinggi meningkatkan tinggi tanaman dan rasio akar:tajuk, tetapi cenderung menurunkan luas daun tanaman uji. Pemberian ekstrak kirinyuh tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar, jumlah daun, berat basah, berat kering, kadar klorofil, dan karotenoid tanaman sawi hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- Batish DR, Singh HP, Kohli RK et al. 2002. Allelopathic effects of parthenin against two weedy species *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. *Environ Exp Bot* 47(2): 149-155.
- Cahyanti ID, Anggarwulan E, Mudyantini W. 2005. Pertumbuhan, kadar klorofil dan nitrogen total gulma krokot (*Portulaca oleracea* Linn.) pada pemberian ekstrak anting-anting (*Acalypha indica* Linn.). *Biosmart* 7(1): 27-31.
- Cahyono B. 2003. Teknik dan strategi budidaya sawi hijau. Yayasan Pustaka Nusatama, Jakarta.
- Darana S. 2006. Aktivitas alelopati ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dan salira (*Lantana camara*) terhadap pertumbuhan gulma di perkebunan teh. *Jurnal Pusat Penelitian Teh dan Kina* 9(1): 2-8.
- Dwijoseputro. 1994. Pengantar fisiologi tumbuhan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Einhellig FA. 1995. Allelopathy: Current status and future goals. In: Inderjit, Dakshini KMM, Einhellig FA (eds). *Allelopathy: Organisms Processes and Applications*. ACS Symposium Series 582. American Chemical Society, Washington DC.
- Einhellig FA. 2002. The physiology of allelochemical action: Clues and views. In: Reigosa MJ, Pedrol N (eds.). *Allelopathy from Molecules to Ecosystems*. Science Publisher New, Hampshire.
- Fitter AH, Hay RKM. 1981. Fisiologi lingkungan tanaman. (Diterjemahkan oleh: Andani S, Purbayanti ED). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Foth HD. 1994. Dasar-dasar ilmu tanah. (Diterjemahkan oleh: Adisoemarto S). Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Gardner FP, Pearce RB, Mitchell RI. 1991. Fisiologi tanaman budidaya. (Diterjemahkan oleh: Susilo H). Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Hanolo W. 1997. Tanggapan tanaman selada dan sawi terhadap dosis dan cara pemberian pupuk cair stimulan. *Jurnal Agrotropika* 1(1): 25-29.
- Harbone JB. 1996. Metode fitokimia, penuntun cara modern menganalisa tumbuhan. (Diterjemahkan oleh: Padmawinata K, Soediro I). Penerbit ITB, Bandung.
- Haris A, Soemarno, Agustina L. 2002. Analisis perharan nitrogen tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) pada berbagai perlakuan pupuk organik dan anorganik. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Haryanto E. 2003. Sawi dan selada. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hendry GAF, Grime JP. 1993. *Methods in comparative plant ecology*. Chapman and Hall, London.
- Hirschberg J, Cohen M, Harker M et al. 1997. Molecular genetics of the carotenoid biosynthesis pathway in plant and algae. *Chemistry* 69(10): 2151-2158.
- Ilory OJ, Otusanya OO, Adelusi AA et al. 2010. Allelopathic activities of some weeds in the Asteraceae family. *Int J Bot* 6: 161-163.
- Kamil. 1979. *Teknologi Benih 1*. Angkasa Raya. Anggota IKAPI, Padang.
- Kastono D. 2005. Tanggapan pertumbuhan dan hasil kedelai hitam terhadap penggunaan pupuk organik dan biopestisida gulma siam (*Chromolaena odorata*). *Ilmu Pertanian* 12(2): 103-116.
- Lakitan B. 1993. *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lea PJ, Leegood RC. 1993. *Plant biochemistry and molecular biology*. John Wiley and Sons Ltd., London.
- Marthen LM. 2007. Pemanfaatan semak bunga putih (*Chromolaena odorata*) untuk peningkatan produksi tanaman dan ternak. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Nataniel P, Robert L, Hamzah F. 2006. Pengaruh ekstrak daun lamtoro sebagai pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi. *Jurnal Agrisistem* 2(2): 23-35.
- Noogler GR, Fritz GJ. 1983. *Introductory Plant Physiology*. Second edition. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Novizan. 2005. *Petunjuk pemupukan yang efektif*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Okorogbona AOM, Van Averbek W, Ramusandiwa TD. 2011. Growth and yield response of chinese cabbage (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis*) as affected by nutrient in air-dried and pulverized different types of animal manure using low biological activity soil. *World J Agric Sci* 7(1): 1-12.
- Onwugbuta, Enyi J. 2001. Allelopathic effects of *Chromolaena odorata* L. (R. M. King and Robinson – (Awolowo Plant)) toxin on tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). *J Appl Sci Environ Manag* 5(1): 69-73.
- Phan TT, Wang L, See P et al. 2001. Phenolic compounds of *Chromolaena odorata* protect cultured skin cells from oxidative damage: Implication for cutaneous wound healing. *Biol Pharm Bull* 24: 1373-1379.
- Pracaya. 2005. *Bertanam sayur organik*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pramiadi D, Suyitno AI. 2000. Uji daya alelopati ekstrak daun kleresede (*Gliricidia* sp.) melalui bioassay perkecambahan dengan biji sawi (*Brassica* sp.) dan biji bayam (*Amaranthus* sp.). Makalah. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Prawiradiputra BR. 2007. Kirinyuh (*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King dan H. Robinson): Gulma padang rumput yang merugikan. *Wartazoa* 17(2): 12-18.
- Putnam AR. 1988. Allelopathy: Problem and opportunities in weed management. In: Altieri MA, Liebman M (eds). *Weed Management in Agroecosystem: Ecological Approaches*. CRC Press, Florida.
- Ratna DI. 2002. Pengaruh kombinasi konsentrasi pupuk hayati dengan pupuk organik cair terhadap kualitas dan kuantitas hasil tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) Klon Gambung 4. *Ilmu Pertanian* 10(2): 17-25.
- Rizqiani NF, Ambarwati E, Yuwono NW. 2007. Pengaruh dosis dan frekuensi pemberian pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) dataran rendah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 7(1): 43-53.
- Rice EL. 1984. *Allelopathy*. Second edition. Academic Press Inc., Orlando.
- Rukmana R. 2002. *Bertanam petsai dan sawi*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

- Salisbury FB, Ross CW. 1995. Fisiologi tumbuhan. (Diterjemahkan oleh: Lukman DRD, Sumaryono). Penerbit ITB, Bandung.
- Sandmann G. 2000. Carotenoid biosynthesis and biotechnological application. Botanisches Institut, University Frankfurt, Frankfurt Germany.
- Sarieff ES. 1989. Kesuburan dan pemupukan tanah pertanian. Pustaka Buana, Bandung.
- Sastroutomo SS. 1990. Ekologi gulma. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sitompul NM, Guritno B. 1995. Analisis pertumbuhan tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sumarni N, Rosliani R. 2001. Media tumbuh dan waktu aplikasi larutan hara untuk penanaman cabai secara hidroponik. Jurnal Hortikultura 11(4): 237-243.
- Suntoro, Handayanto SE, Soemarno. 2001. Penggunaan bahan pangkasan kirinyu (*Chromolaena odorata*) untuk meningkatkan ketersediaan P, K, Ca, dan Mg. Agritivia 23(1): 20-26.
- Susanto R. 2002. Penerapan pertanian organik masyarakat dan pengembangan. Kanisius, Yogyakarta.
- Sutedjo MM. 1995. Pupuk dan cara pemupukan. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sutopo L. 2004. Teknologi benih. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Suwal MM, Devkota A, Lekhak HD. 2010. Allelopathic effects of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson on seed germination and seedlings growth of paddy and Barnyard grass. Scientific World 8(8): 73-75.
- Teteki GS. 2010. Pengaruh ekstrak pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) sebagai alelokemi terhadap perkecambah dan pertumbuhan bayam duri (*Amaranthus spinosus*) serta tomat (*Lycopersicon esculentum*). Laporan Penelitian. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Viles AL, Reese RN. 1996. Allelopathic potential of *Echinacea angustifolia* D.C. Environmental and Experimental Botany 36: 39-43.
- Walters DT, Gilmore AR. 1976. Allelopathic effects of fescue on the growth of sweetgum. J Chem Ecol 2: 469-479.
- Wu L, Guo X, Harivandi AM. 1998. Allelopathic effects of phenolic acids detected in buffalograss (*Buchloe dactyloides*) clippings on growth of annual bluegrass (*Poa annua*) and buffalograss seedlings. Environ Exper Bot 39: 159-167.
- Yang CM, Lee CN, Chou CH. 2002. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: I. Inhibition of supply-orientation. Bot Bull Acad Sin 43: 299-304.
- Yang CM, Chang IF, Lin SJ et al. 2004. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: II. Simulation of consumption-orientation. Bot Bull Acad Sin 45(3): 119-125.
- Zaripheh S, Erdman JW. 2002. Factors in influences the bioavailability of xanthophylls. J Nutr 9(8): 531-534.