

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bayam Duri (*Amaranthus spinosus* L.)

Bayam duri ialah gulma berdaun lebar yang termasuk famili Amaranthaceae, bayam duri (*Amaranthus spinosus* L.) tumbuh baik di tempat-tempat yang cukup sinar matahari dengan suhu udara antara 25 – 35 Celcius. Tumbuhan ini merupakan herba setahun dengan batang yang lunak atau basah, tegak atau agak condong, tinggi 0,4-1 m, dan bercabang. Bayam duri lebih menyukai lahan yang kering, seperti lahan padi gogo atau tumbuh bersama tanaman lain dilahan yang kering (Laela, 2012). Tanda khas tumbuhan bayam duri adalah pada batang, tepatnya dipangkal tangkai daun terdapat duri, sehingga orang mengenal sebagai bayam duri. Bayam duri termasuk tumbuhan liar diantara semak-semak, tepi jalan atau lahan kosong yang tidak dipelihara. Tanaman ini mudah tumbuh di daratan rendah sampai ketinggian 1.400 m dpl. Bayam duri ini mudah berkembang dengan bijinya yang kecil-kecil (Kusumawardhani, 2012).

Bayam duri ialah gulma yang mengganggu tanaman sayuran, tanaman ini berasal dari daerah tropis dataran rendah di Amerika, gulma menyebar ke daerah tropis dan subtropis diseluruh dunia. Bayam duri telah menjadi gulma utama tanaman padi di Filipina (Chauhan dan Johnson, 2009). Penyebaran gulma yang terjadi secara luas dan mempunyai duri yang tajam menyebabkan pengendalian gulma tidak dapat dilakukan secara manual. Bayam duri termasuk 15 gulma pertanian yang terburuk di dunia (Holm *et al.*, 1991). Bayam duri juga dilaporkan menimbulkan masalah pertanian di daerah Afrika Barat, Afrika Selatan, serta beberapa daerah di Asia Timur dan Asia Tenggara. Sekitar 44 negara melaporkan bayam duri sebagai gulma pada 28 tanaman pertanian seperti kedelai, tomat, gandum, jagung, cabai, dan lain-lain (Holm *et al.*, 1997).

2.2 Alelopati

Alelopati berasal dari bahasa Yunani “allelon” yang berarti lainnya dan “pathos” yang berarti penyakit (Salibusy dan Ross, 1985). Alelopati ialah peristiwa dimana spesies tanaman secara kimiawi mempengaruhi spesies dari tanaman lain, baik pada fase perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang telah dikenal lebih dari 2000 tahun. Istilah awal alelopati pertama kali diperkenalkan pada 300 tahun sebelum masehi ketika tanaman barley

(*Hordeum vulgare*) menghambat pertumbuhan gulma dan tanaman lain selain barley (Krusse *et al.*, 2000). Sedangkan masyarakat mendefinisikan alelopati sebagai proses yang melibatkan metabolit sekunder yang diproduksi tidak hanya oleh tanaman, melainkan juga mikroorganisme yang mempengaruhi perkembangan pertanian dan sistem biologi, baik positif ataupun negatif, sebagai stimulator ataupun inhibitor (Reigosa *et al.*, 2006).

Sastroutomo (1990) menyatakan bahwa terdapat banyak fakta yang menunjukkan bahwa alelopati juga mempunyai peranan penting di dalam menentukan ekosistem alami. Adapun jenis tumbuhan yang menghambat jenis-jenis lainnya dan pengaruh seresahnya yang meracuni merupakan contoh jelas dalam keadaan ini. Contoh dari peristiwa alelopati ialah di sekitar pohon walnut (*juglans*) jarang ditumbuhi tumbuhan lain karena tumbuhan ini menghasilkan zat yang bersifat toksik. Pada mikroorganisme istilah alelopati dikenal sebagai anabiosa atau antibiotisme. Contoh, jamur *Penicillium* sp. dapat menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu (Willis, 2007). Daya alelopati adalah daya yang menimbulkan pengaruh yang merugikan dari zat kimia (alelokimia) dan dapat mengganggu pertumbuhan tanaman lain yang tumbuh disekitarnya, tumbuhan mati karena menyerap zat kimia beracun berupa metabolit sekunder (Moenandir, 1988). Pengaruh alelokimia bersifat selektif, yaitu berpengaruh terhadap kelompok organisme tertentu namun tidak terhadap organisme lain (Weston, 1996).

Peristiwa alelopati merupakan peristiwa yang sangat spesifik. Alelopati tidak selalu menimbulkan dampak pada berbagai jenis tumbuhan, tetapi mungkin hanya pada tumbuhan tertentu saja. Demikian juga bagian tanaman yang dihambat, hanya sebagian yang mengalami penghambatan, tidak terjadi pada semua proses. Terdapat dua jenis alelopati berdasarkan cara pelepasannya, yang pertama ialah pelepasan alelopat dari tumbuhan ke lingkungan sekitar berupa senyawa asli dan pelepasan alelopat dari tumbuhan ke lingkungan sekitar yang baru bersifat racun setelah mengalami perubahan akibat interaksinya dengan mikroba tanah (Sastroutomo, 1990).

Pada umumnya alelokimia yang berpotensi sebagai alelopat merupakan metabolit sekunder yang dikelompokkan menjadi 14 golongan, yaitu asam

organik larut air, lakton, asam lemak rantai panjang, quinon, terpenoid, flavonoid, tanin, asam sinamat dan derivatnya, asam benzoat dan derivatnya, kumarin, fenol dan asam fenolat, asam amino nonprotein, sulfida serta nukleosida. Alelopat pada tumbuhan dibentuk di berbagai organ, diantaranya dibentuk di akar, batang, daun, bunga atau biji. Organ pembentuk dan jenis alelopat bersifat spesifik pada setiap spesies. Alelopat dapat dibentuk pada semua organ tumbuhan. 3 jenis flavanoid yang merupakan quercetin, luteolin, dan taxifolin dapat ditemukan pada organ daun, kayu, biji dan bunga dari tumbuhan berpembuluh, bahkan serbuk sari dan residu tanaman mengandung alelopat, hanya kandungannya saja yang berbeda (Einhellig, 1995). Alelopat ialah senyawa sekunder yang bersifat sporadik dan kurang berperan dalam metabolisme dasar dari organisme. Diantaranya ialah α -pinene, β -pinene 1.8-cineole ialah senyawa monoterpenoid dan β -bisabolene adalah senyawa sesquiterpenoid yang dihasilkan dari lintasan asam malvonat (Walalangi, 1994).

Berbagai teknik dan metode percobaan telah diaplikasikan untuk membuktikan adanya peristiwa alelopati, diantaranya ialah dengan ekstraksi jaringan tumbuhan, jaringan tumbuhan yang dihancurkan diatas tanah kemudian bisa dicampur dengan tanah, eksudat akar, ekstraksi tanah di daerah perakaran serta berbagai perlakuan untuk percobaan lapang lainnya (Reigosa *et al.*, 2006).

2.3 Sumber Alelopati

Alelopati berasal dari berbagai sumber, ada yang berasal dari tanaman maupun yang berasal dari mikroorganisme, berikut adalah sumber-sumber alelopati yaitu :

a. Alelopati dari Gulma

Banyak spesies gulma menimbulkan kerugian dalam budidaya tanaman yang berakibat pada berkurangnya jumlah dan kualitas hasil panen. Rice (1984) mencatat 59 spesies gulma yang memiliki potensi alelopati. Inderjit dan Keating (1999) melaporkan hingga 112 spesies, bahkan Qasem dan Foy (2001) menambahkannya hingga 239 spesies. Selain itu, Qasem dan Foy (2001) mencatat 64 spesies gulma yang bersifat alelopati terhadap gulma lain, 25 spesies gulma yang bersifat *autotoxic/autopathy*, dan 51 spesies gulma aktif sebagai antifungi atau antibakteri. Jenis gulma yang memberikan pengaruh negatif alelopati pada

tanaman berkontribusi pada berkurangnya jumlah dan kualitas panen tanaman melalui alelopati dan juga kompetisi sarana tumbuh.

b. Alelopati dari Tanaman Semusim

Alelopati dari tanaman budidaya dapat menimbulkan efek negatif pada tanaman budidaya yang lain maupun gulma (Rice, 1995). Senyawa alelopati yang dikeluarkan tanaman dapat berdampak pada tanaman yang ditanam berikutnya bahkan juga bisa bersifat alelopati pada tanaman itu sendiri atau *autotoxicity* (Putnam dan Weston, 1986). Inderjit dan Keating (1999) melaporkan 41 spesies tanaman semusim mengeluarkan senyawa alelopati, termasuk padi, jagung, buncis, dan ubi jalar. Batish *et al.*, (2001) melaporkan 56 spesies tanaman semusim bersifat alelopati terhadap tanaman yang lain, 56 spesies tanaman semusim bersifat alelopati terhadap gulma, dan 31 spesies tanaman semusim bersifat *autotoxic*. Adanya senyawa alelopati dari tanaman dapat memberikan dampak yang baik jika senyawa alelopati tersebut menyebabkan penekanan terhadap pertumbuhan gulma, patogen, ataupun hama. Namun demikian, keadaan ini perlu mendapatkan perhatian sebagai pertimbangan pola pertanaman ganda dan menetapkan pola penggiliran tanaman.

c. Alelopati dari Tanaman Berkayu

Alelopati dari tanaman berkayu telah dilaporkan oleh Elakovich dan Wooten (1995) berdasarkan studi literatur hingga 1994. Tanaman berkayu yang dilaporkan bersifat alelopati antara lain: *Acacia* spp., *Albizia lebbek*, *Eucalyptus* spp., *Grewia optiva*, *Glirycidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Populus deltoides*, *Abies balsamea*, *Picea mariana*, *Pinus divaricata*, *P. resinosa*, dan *Thuja occidentalis* (Rice 1995; Gill & Prasad 2000; Reigosa *et al.*, 2000; Singh *et al.*, 2001). Adanya senyawa alelopati dari tanaman berkayu dapat dimanfaatkan dalam pertanaman sistem wanatani (*agroforestry*) serta dalam pengendalian gulma, patogen, ataupun hama. Alelopati dalam sistem wanatani dapat dimanfaatkan dalam strategi pengurangan keragaman vegetasi di bawah tegakan.

d. Alelopati dari Residu Tanaman dan Gulma

Residu tanaman dan gulma dilaporkan menimbulkan efek alelopati pada spesies yang ditanam kemudian. Inderjit dan Keating (1999) melaporkan pengaruh alelopati dari residu tanaman jagung, buah persik (*Prunus persica*), gandum hitam (*Secale cereale*), gandum (*Triticum aestivum*), dan seledri (*Apium graveolens*). Chung *et al.*, (2003) dan Jung *et al.*, (2004) melaporkan pengaruh alelopati dari residu sekam, batang, dan daun padi. Hong *et al.*, (2004) melaporkan pengaruh alelopati dari beberapa jenis tumbuhan yang dapat menekan pertumbuhan gulma sekaligus meningkatkan hasil tanaman padi. Adanya senyawa alelopati dari residu tumbuhan perlu menjadi pertimbangan dalam kegiatan persiapan tanam (pengolahan tanah), pengendalian gulma, dan penggunaan serasah sebagai mulsa organik. Residu gulma dan tanaman yang memiliki pengaruh negatif alelopati sebaiknya tidak dibiarkan terdekomposisi di areal pertanaman dan tidak dipergunakan sebagai mulsa organik.

e. Alelopati dari Mikroorganisme

Alelopati dari mikroorganisme telah dilaporkan sejak tahun 1951, yaitu identifikasi senyawa *griseofulvin* dari *Penicillium griseofulvum* yang menghambat pertumbuhan tanaman gandum. Beberapa galur *Fusarium equiseti* juga dilaporkan menghasilkan senyawa yang bersifat toksik terhadap tanaman kapri. Beberapa *Rhizobacteria* juga dilaporkan menyebabkan penghambatan perkecambahan benih, gangguan pertumbuhan akar dan menjadi peka terhadap serangan patogen pada tanaman target. Selain pengaruhnya pada tanaman, alelopati dari mikroorganisme juga dapat mempengaruhi mikroorganisme lain (Rice 1995). Pada pertanaman padi, inokulasi sianobakteri yang dimaksud untuk meningkatkan ketersediaan N, dilaporkan adanya potensi negatif alelopati dari senyawa metabolit sekunder yang dihasilkannya (Inderjit dan Keating 1999). Bakteri *Streptomyces sagonensis*, *S. hygroscopicus*, dan *Pseudomonas fluorescens* dilaporkan mengeluarkan senyawa alelopati yang menghambat pertumbuhan beberapa tanaman (Singh *et al.*, 2001).

f. Alelopati dari Tepung Sari

Tepung sari dari gulma *Parthenium hysterophorus*, *Agrotis stolonifera*, *Erigeron annuus*, *Melilotus alba*, *Phleum pratense*, *Vicia cracca*, dan *Hieracium*

aurantiacum dilaporkan memiliki pengaruh alelopati. Tepung sari tanaman jagung juga dilaporkan memiliki pengaruh alelopati. Pengaruh alelopati tersebut dapat terjadi pada perkecambahan, pertumbuhan, maupun pembuahan dari spesies target (Inderjit dan Keating 1999). Hal ini perlu mendapatkan perhatian karena alelopati dari tepung sari kemungkinan menjadi penyebab rendahnya pembuahan pada spesies tertentu.

2.4 Mekanisme Pelepasan Senyawa Alelopati

Alelokimia pada tumbuhan dibentuk di berbagai organ yaitu akar, batang, daun, buah, dan biji. Organ pembentuk dan jenis alelokimia bersifat spesifik pada setiap spesies. Pelepasan alelokimia pada umumnya terjadi pada stadium perkembangan tertentu dan kadarnya dipengaruhi oleh stress biotik maupun abiotik (Hilwan, 1993).

Sastroutomo (1990), menyatakan senyawa alelopati dilepaskan ke lingkungan menjadi 4 jalur yaitu :

a. Eksudat akar

Banyak terdapat senyawa kimia yang dapat dilepaskan oleh akar tumbuhan (eksudat akar), yang kebanyakan berasal dari asam-asam benzoat, sinamat, dan fenolat.

b. Penguapan

Senyawa alelopati ada yang dilepaskan melalui penguapan. Beberapa genus tumbuhan yang melepaskan senyawa alelopati melalui penguapan adalah *Artemisia*, *Eucalyptus*, dan *Salvia*. Senyawa kimianya termasuk ke dalam golongan terpenoid. Senyawa ini dapat diserap oleh tumbuhan di sekitarnya dalam bentuk uap, bentuk embun, dan dapat pula masuk ke dalam tanah yang akan diserap akar.

c. Pencucian

Sejumlah senyawa kimia dapat tercuci dari bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas permukaan tanah oleh air hujan atau tetesan embun. Hasil cucian daun tumbuhan *Crysanthemum* sangat beracun sehingga tidak ada jenis tumbuhan lain yang dapat hidup di bawah naungan tumbuhan ini.

d. Pembersukan organ tumbuhan

Setelah tumbuhan atau bagian-bagian organ yang mati, senyawa-senyawa kimia yang mudah larut dapat tercuci dengan cepat. Sel-sel pada bagian-bagian organ yang mati akan kehilangan permeabilitas membran dan dengan mudah senyawa-senyawa kimia yang ada didalamnya dilepaskan.

2.5 Pengaruh Alelopati Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Alelopati dapat sangat berpengaruh langsung maupun tidak langsung pada tumbuhan dan tanaman disekitarnya (Rice, 1984). Senyawa alelopat berkadar (konsentrasi) tinggi dapat bertindak sebagai penghambat (inhibitor) bagi pertumbuhan tanaman. Sebaliknya pada senyawa berkadar relatif rendah sama sekali tidak berpengaruh buruk bahkan dapat menjadi pemicu (stimulator) pada pertumbuhan tanaman, daya kerja autotoksi senyawa alelopat mempunyai dampak yang tergantung pada tipe dan lama interaksi dengan tanaman (Sparks, 1999).

Menurut Sukman dan Yakub (1991) alelopati tersebut dapat menyebabkan gangguan perkecambahan biji, kecambah menjadi abnormal, terjadi klorosis, kerdilnya pertumbuhan tanaman, pertumbuhan memanjang, akar terhambat, perubahan susunan-susunan sel, dan lain sebagainya. Moenandir (1988), menambahkan bahwa terhambatnya pertumbuhan tersebut dimulai dengan adanya hambatan pada pembelahan sel, pengambilan mineral, respirasi, penutupan stomata, sintesis protein, dan lain-lainnya.

Batish (2001 dalam Hanum, 2009) menyatakan bahwa pengaruh alelopati dari suatu tanaman bervariasi tergantung umur tanaman, bagian dan tipe kultivar yang digunakan. Pada saat ini alelopati tanaman banyak digunakan sebagai alat untuk pengendalian gulam dalam sistem pengendalian hama terpadu. Berdasarkan hasil penelitian Martho (2009) bahwa ekstrak senyawa terkandung alelopati alang-alang dan teki secara sendiri-sendiri ternyata efektif memberikan hambatan pada pertumbuhan tanaman bayam duri (*Amaranthus spinosus*).

Lebih lanjut Sastroutomo (1990) menjelaskan tentang pengaruh alelopati terhadap pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut :

1. Penghambat dalam penyerapan hara

Senyawa-senyawa alelopati dapat menurunkan kecepatan penyerapan ion-ion oleh tumbuhan. Ini ialah salah satu mekanisme yang dihasilkan oleh adanya

interaksi antar tumbuhan yang lebih dikenal sebagai kompetisi. Contohnya saja asam salisilat, yang termasuk kedalam golongan fenol, dapat menghambat pengikatan kalium oleh tumbuhan. Asam-asam salisilat dan ferulat ialah senyawa penghambat penyerapan K oleh akar terutama pada pH yang rendah.

2. Penghambat pembelahan sel

Beberapa jenis alelopati menunjukkan pengaruh yang menghambat pembelahan sel-sel akar tumbuhan. Contohnya kumarin, dapat menghambat pembelahan sel akar secara total pada bawang beberapa jam setelah perlakuan. Terpen yang mudah menguap yang dihasilkan *Salvia leucophylla* ialah senyawa penghambat pembelahan sel pada kecambah ketimun.

3. Penghambat Pertumbuhan

Hormon pertumbuhan asam indolaselat (IAA) dan giberelin (GA) telah dibuktikan mempengaruhi pembesaran sel pada tumbuh-tumbuhan baik dalam bentuk yang aktif maupun tidak, dan menjadi tidak aktif oleh adanya enzim IAA oksidase, beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa-senyawa fenol dan glikosida flavonoid memegang peranan penting didalam mengontrol aktivitas IAA oksidase pada tumbuh-tumbuhan.

4. Penghambat aktivitas fotosintesis

Einhelling *et al.* (1970) memperoleh hasil pengamatannya bahwa setelah perlakuan dengan skopoletin yang termasuk golongan kumarin, aktivitas fotosintesis pada bunga matahari, tembakau dan bayam menjadi menurun. Senyawa-senyawa ini juga menyebabkan penutupan stomata/mulut daun. Masih belum diketahui pengaruhnya yang lebih awal apakah mulut daun tertutup dulu baru fotosintesis menurun atau sebaliknya.

5. Pengaruh terhadap respirasi

Senyawa-senyawa kimia dapat menstimulir atau menghambat respirasi. Pada keadaan yang memberikan stimulasi (meningkat penyerapan O_2), proses fosforilasi akan dihambat dan menyebabkan pembentukan ATP (energi) menjadi berkurang. Juglon yang termasuk senyawa asam aromatic, fenolat, aldehid, flavonoid, dan kumarin juga mempengaruhi terjadinya fosforilasi.

6. Pengaruh terhadap sintesis protein

Penelitian untuk mengamati pengaruh alelokimia terhadap sintesis protein biasanya memerlukan penggunaan gula atau asam amino yang ditandai dengan radio aktif (^{14}C) yang kemudian dimasukkan kedalam protein. Asam amino ferulat dan kumarin dapat menghambat pengikatan fenilalanin (^{14}C) ke dalam rantai rantai protein pada biji dan kecambah. Demikian juga yang terjadi pada ganggang yang dihambat oleh penggunaan kinon.

7. Penghambat aktivitas enzim

Beberapa jenis enzim tumbuh-tumbuhan yang dapat dihambat oleh adanya alelokimia, sebagai contoh enzim fosforilase pada tomat dihambat oleh adanya asam khlorogenat, kafein, dan katekol. Tanin juga dapat menghambat aktivitas enzim-enzim peroksidase, katalase, selulose poligalakturonase, amilase dan enzim-enzim lain sejenisnya.

2.6 Teki (*Cyperus rotundus*)

Teki termasuk gulma yang termasuk family Cyperaceae. Rumput teki mempunyai tinggi sekitar 15-95 cm, bentuk batang segitiga, daun 4-10 helai terdapat pada pangkal batang membentuk roset akar, dengan pelepah daun tertutup tanah. Helaian daun bangun pita, pertulangan daun sejajar, tepi daun rata, permukaan atas berwarna hijau mengkilap dengan panjang 10-60 cm, dan lebar 2-6 mm. Perbungaan majemuk berbentuk bulir mempunyai 8-25 bunga yang berkumpul berbentuk payung, berwarna kuning atau cokelat kuning. Umbi menjalar, berbentuk kerucut yang besar pada pangkalnya, kadang-kadang melekuk, berwarna cokelat, berambut halus berwarna cokelat atau cokelat kehitaman, keras, wangi dan panjang 1,5-4,5 cm dengan diameter 5-10 mm (Dalimartha, 2009). Tanaman ini biasanya tumbuh liar di kebun, ladang ataupun tempat lain dengan ketinggian sampai 1000 m dari permukaan laut. Ciri khasnya terletak pada buah-buahnya yang berbentuk kerucut besar pada pangkalnya, Umbi-umbi ini biasanya mengumpul berupa rumpun (Balasoka, 2012).

Rumput teki (*Cyperus rotundus*) yang masih hidup dan yang sudah mati dapat mengeluarkan senyawa alelopati lewat organ yang berada di atas tanah maupun yang di bawah tanah. Rumput teki mengganggu tanaman lain dengan mengeluarkan senyawa beracun dari umbi akarnya dan dari pembusukan bagian

vegetatif (Sastroutomo, 1990). Alelokimia pada rumput teki menurut Rahayu (2003) dibentuk di berbagai organ, di akar, batang, daun, bunga dan atau biji. Alelokimia pada rumput teki (*Cyperus rotundus*) dilepaskan ke lingkungan dan mencapai organisme sasaran melalui eksudasi akar. Umbi teki (*Cyperus rotundus*) mengandung *cyperene*, *flavonoid*, *sitosterol* dan *ascorbic acid* yang mampu memacu proses penyembuhan luka dan sudah dipakai pada pengobatan tradisional (Nuryana, 2007). Akar teki mengandung alkaloid, glikosida jantung, flavonoid dan minyak sebanyak 0,3-1% yang isinya bervariasi, tergantung daerah asal tumbuhnya. Akar yang berasal dari Jepang berisi cyperol, cyperene I & II, alfa-cyperone, cyperotundone dan cyperolone, sedangkan yang berasal dari China berisi patchoulone dan cyperence (Swari, 2007).

