

Kemampuan Aktinomiset Menghambat Pertumbuhan *Sclerotium rolfii* dan Pemiakannya pada Medium Serbuk Gergaji

Ability of Actinomycetes to Suppress the Growth of *Sclerotium rolfii* and Use of Sawdust as Its Culture Medium

Nurul Widyanti, Giyanto*
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

ABSTRAK

Aktinomiset merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agens hayati. Pemiakan aktinomiset secara massal untuk aplikasinya di lapangan mengalami kendala terutama dari segi biaya yang tinggi, oleh karena itu dibutuhkan medium alternatif yang murah dan mudah didapat sebagai medium pertumbuhan aktinomiset. Tujuan penelitian ialah memiliki isolat aktinomiset untuk menekan pertumbuhan *Sclerotium rolfii* serta menganalisis pertumbuhannya dalam medium tumbuh berbasah dasar limbah organik serbuk gergaji dan dedak. Biakan aktinomiset APS 7, APS 9, APS 12, dan ATS 5 diuji secara *in vitro* terhadap *S. rolfii*. Hasil penelitian menunjukkan hanya isolat APS 7 yang memiliki potensi sebagai agens hayati terhadap *S. rolfii* dengan nilai penghambatan sebesar 91.73% pada inkubasi minggu ketiga. Secara umum baik medium serbuk gergaji maupun medium dedak memiliki potensi dijadikan medium tumbuh aktinomiset APS 7. Setelah 8 minggu periode inkubasi rata-rata populasi aktinomiset yang tumbuh pada medium yang mengandung serbuk gergaji atau dedak berturut-turut 335×10^6 cfu/g dan 331×10^6 cfu/g.

Kata kunci: agens hayati, dedak, limbah organik padat

ABSTRACT

Antagonistic microorganisms, such as actinomycetes, are potential biological control agents for plant diseases. Mass culture of actinomycetes to provide enough inoculum for field application is sometimes costly. Therefore alternative medium with simple preparation and relatively less costly is required for mass culture of actinomycetes. This research was conducted to evaluate the ability of 4 actinomycetes isolates, i.e. APS 7, APS 9, APS 12, and ATS 5, in suppressing growth of *Sclerotium rolfii* in vitro and to assess the growth of actinomycetes in alternative medium containing organic wastes, i.e. sawdust and bran. Among 4 tested isolates of actinomycetes only APS 7 showed its potency as biocontrol agents for *S. rolfii* with growth suppression rate of 91.73% after 3 weeks incubation. In general, both sawdust and bran has the potency as culture medium for APS 7. After 8 weeks incubation period the average population of actinomycetes grew in culture medium containing sawdust and bran was 335×10^6 cfu/g and 331×10^6 cfu/g, respectively.

Key words: biocontrol agents, bran, organic waste

*Alamat penulis korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Jalan Kamper, Bogor 16680
Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362, Surel: giyanto2@yahoo.com

PENDAHULUAN

Sclerotium rolfsii merupakan patogen yang memiliki kisaran inang luas di antaranya, bawang merah, kacang hijau, kacang tanah, kubis, timun dan tomat. Tanaman inang yang terinfeksi akan mengalami rebah kecambah, busuk pangkal batang, dan busuk akar sehingga proses fisiologi tanaman terganggu. Pada tanaman dewasa gejala yang ditimbulkan berupa bercak kuning hingga kemerahan pada pangkal batang dan menghasilkan sklerotium yang mampu bertahan hidup di dalam tanah. Pengendalian *S. rolfsii* yang sudah banyak dilakukan meliputi upaya memusnahkan inokulum cendawan seperti pembuangan sisa tanaman, solarisasi, rotasi tanaman, dan penggunaan fungisida.

Pengendalian menggunakan fungisida berbahan dasar mikroorganisme telah banyak digunakan, diantaranya ialah aktinomiset. Aktinomiset memegang peranan penting dalam memacu pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung dilakukan dengan menghasilkan fitohormon, melarutkan fosfat, dan meningkatkan kemampuan menyerap nutrisi; sedangkan secara tidak langsung dengan mengendalikan patogen (kompetisi, parasitisme, produksi metabolit sekunder) dan menginduksi ketahanan tanaman (Barreto *et al.* 2008). Uji aktinomiset telah dilakukan pada biji, bibit, dan medium tanam untuk menekan perkembangan patogen rebah kecambah dan patogen tular tanah lainnya (Lahdenpera 2000). *Streptomyces* sp. mampu menghambat pertumbuhan patogen *Ralstonia solanacearum* pada tanaman pangan (Akhdiya dan Susilowati 2008), *S. rolfsii* pada buncis (Reddy 2010), dan *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada padi (Putra 2011).

Pembiakan aktinomiset secara massal membutuhkan biaya produksi yang tinggi karena medium pembiakan aktinomiset cukup mahal harganya. Medium tumbuh alternatif agens hayati dalam bentuk formulasi dengan bahan dasar limbah organik telah banyak

diteliti dan diproduksi secara massal. Ratdiana (2007) dan Rismawan (2011) membuat formulasi medium berasal dari limbah organik cair dan limbah cair ternak sebagai medium untuk *Pseudomonas fluorescens*.

Nonomura dan Ohara (1969) menjelaskan bahwa banyak aktinomiset hidup sebagai saprob dan aktif mendekomposisi bahan organik di dalam tanah. Jumlah aktinomiset dalam tanah ditentukan oleh ketersediaan bahan organik segar dan pH tanah. Berdasarkan ketersediaan limbah organik berupa sisa serutan kayu dan limbah penggilingan padi maka dibuatlah suatu gagasan untuk menjadikan limbah organik tersebut sebagai medium pembiakan aktinomiset. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kemampuan isolat aktinomiset dalam menekan pertumbuhan *S. rolfsii* serta menentukan pertumbuhannya pada medium berbahan dasar limbah organik serbuk gergaji dan dedak.

BAHAN DAN METODE

Perbanyak Aktinomiset dan *S. rolfsii*

Isolat aktinomiset APS 7, APS 9, dan APS 12 berasal dari Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor, dan isolat aktinomiset ATS 5 berasal dari tanah persawahan di daerah Cikarawang (Himmah 2012). Isolat murni diperbanyak menggunakan medium agar-agar *water yeast extract* (WYE) (0.25 g ekstrak khamir, 0.5 g K_2HPO_4 , 18 g agar-agar, dan 1 L akuades) (Crawford *et al.* 1993) dan diinkubasi pada suhu ruang 28 °C selama 7–14 hari. Isolat *S. rolfsii* diremajakan pada medium *potato dextrose agar* (PDA) lalu diinkubasi pada suhu ruang 28 °C selama 7 hari.

Uji *in Vitro* Penghambatan *S. rolfsii* oleh Aktinomiset

Uji antagonis aktinomiset dilakukan menggunakan metode peracunan medium tumbuh (*medium poisoning*) *S. rolfsii*. Medium yang digunakan ialah PDA. Sebanyak satu ose aktinomiset berumur 14 hari diinokulasikan

ke dalam 15 mL medium WYE cair dan diinkubasi pada inkubator bergoyang dengan kecepatan 100 rpm selama 7, 14, 21, dan 28 hari. WYE cair yang mengandung biakan aktinomiset, masing-masing sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung *ependorf* dan disentrifugasi dengan kecepatan 12 000 rpm selama 10 menit untuk mendapatkan supernatan yang mengandung senyawa bioaktif aktinomiset.

Supernatan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer steril 200 mL dan dipanaskan pada inkubator pada 65 °C selama 30 menit. Supernatan selanjutnya didiamkan pada suhu ruang selama 60 menit dan dipanaskan kembali selama 30 menit pada suhu yang sama supaya sel vegetatif aktinomiset mati. Penyiapan supernatan dengan sentrifugasi dan pemanasan dilakukan untuk memastikan bahwa supernatan yang dihasilkan bebas sel aktinomiset yang dibuktikan dengan uji pencawan pada medium tumbuh. Cairan yang mengandung senyawa bioaktif dicampurkan ke dalam medium PDA cair (50 °C). Medium ini dituang ke dalam cawan petri (diameter 9 cm), selanjutnya diinokulasikan *S. rolfsii* yang berumur 7 hari dan diinkubasi pada suhu ruang 28 °C selama 3 hari. Percobaan diulang sebanyak dua kali.

Penghambatan pertumbuhan *S. rolfsii* dihitung dengan persamaan:

$$\text{Daya hambat} = \frac{\text{DK}-\text{DP}}{\text{DK}} \times 100\%, \text{ dengan}$$

DK, diameter koloni *S. rolfsii* pada kontrol;
DP, diameter koloni *S. rolfsii* pada perlakuan.
Aktinomiset yang memiliki keefektifan tertinggi dalam menekan pertumbuhan *S. rolfsii* diuji lanjut.

Pertumbuhan Aktinomiset pada Medium Limbah Organik

Serbuk gergaji kayu kihyang (*Albizzia procerra*) dan dedak kering digunakan sebagai bahan utama dalam medium tumbuh (Tabel 1).

Bahan-bahan pembuatan medium limbah organik dicampurkan hingga kondisi homogen dengan penambahan air sehingga campuran bahan dapat menggumpal, tetapi tidak sampai meneteskan air. Derajat keasaman medium diukur menggunakan kertas lakmus dengan nilai antara 6.5 dan 8. Sebanyak 200 g bahan dimasukkan ke dalam plastik polipropilen 1 kg tahan panas. Ujung plastik diberi cincin pipa (diameter 4 cm), disumbat kapas dan ditutup dengan kertas putih, kemudian medium tumbuh ini disterilkan pada suhu 120 °C selama 15 menit. Medium tumbuh steril disimpan pada suhu 28 °C selama 24 jam sebelum diinokulasi dengan biakan aktinomiset.

Pembiakan aktinomiset dilakukan dengan mencampurkan 10 mL air steril ke dalam biakan aktinomiset (berumur 14 hari), kemudian spora dipanen menggunakan spatula steril hingga tersuspensi. Suspensi spora yang telah tercampur diambil sebanyak 1.25 mL (1 g medium terdapat koloni aktinomiset dengan kerapatan 1×10^3 cfu/mL) lalu disuspensikan ke dalam 8.75 mL air steril hingga total menjadi 10 mL. Suspensi sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam 200 g medium limbah organik, kemudian suspensi dihomogenkan bersamaan dengan medium. Semua proses inokulasi aktinomiset ke dalam medium dilakukan secara aseptik. Medium diinkubasi selama 0, 2, 4, 6, dan 8 minggu pada suhu ruang (28 °C). Pengulangan dilakukan sebanyak lima kali.

Tabel 1 Komposisi medium serbuk gergaji dan dedak untuk perbanyakan aktinomiset

Bahan	Serbuk gergaji (g)	Dedak (g)
Serbuk gergaji	90.0	0.0
Dedak	0.0	90.0
Ampas tahu	88.6	77.0
Kapur pertanian	5.4	17.0
Glukosa	10.0	10.0
Susu skim	5.0	5.0
Tepung limbah udang	1.0	1.0

Penghitungan Populasi Aktinomiset pada Medium Limbah Organik

Penghitungan populasi aktinomiset dilakukan dengan metode pengenceran berkala (10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5}) pada medium tumbuh yang telah diinkubasi selama 0, 2, 4, 6, dan 8 minggu. Setiap pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} diambil masing-masing sebanyak 0.1 mL untuk disebar secara merata pada medium agar-agar WYE. Aktinomiset diinkubasi selama 3–7 hari untuk menghitung populasi koloninya. Indikator adanya koloni aktinomiset ialah terdapat koloni tunggal berukuran 1–10 mm yang memiliki filamen berdebu seperti miselium dan berbau khas tanah. Data diambil berdasarkan pada penghitungan koloni yang terdapat pada medium agar-agar WYE, koloni dihitung menggunakan metode *plate count*. Populasi aktinomiset APS 7 pada medium limbah organik dihitung dengan persamaan:

$$\text{Populasi bakteri} = \frac{X_i \times V}{p_i \times r \times g}, \text{ dengan}$$

X_i , rata-rata koloni aktinomiset dengan faktor pengenceran ke- i (cfu/mL); V , volume pengenceran medium (mL); p_i , faktor pengenceran ke- i ; r , volume suspensi yang disebar pada cawan (mL); g , bobot medium yang digunakan.

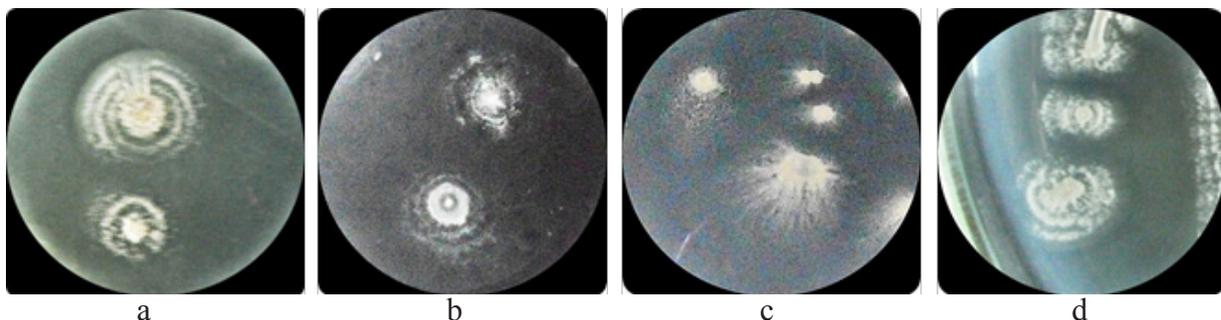
Analisis Data

Data pengamatan uji *in vitro* penghambatan *S. rolfsii* oleh aktinomiset ditabulasi menggunakan program *microsoft excel 2007* dan data penghitungan kepadatan populasi aktinomiset diolah menggunakan program *statistical analysis system 9.1.3* untuk *Windows*. Pengaruh yang berbeda nyata akan diuji lanjut selang berganda Duncan pada taraf nyata α 5%.

HASIL

Pertumbuhan Aktinomiset pada Medium WYE

Pada permukaan agar-agar aktinomiset dapat dibedakan dengan mudah dari bakteri nonaktinomiset. Pertumbuhan aktinomiset pada medium WYE menampilkan karakter morfologi yang berbeda-beda untuk tiap isolat (Gambar 1). Pertumbuhan aktinomiset pada permukaan agar-agar sangat lambat. Mula-mula permukaan agar-agar relatif licin kemudian membentuk tenunan hifa udara yang menunjukkan konsistensi berdebu. Koloni aktinomiset melekat erat pada permukaan agar-agar menghasilkan berbagai pigmen yang menimbulkan warna pada miselium vegetatif, miselium udara, dan substrat.



Gambar 1 Koloni aktinomiset pada medium agar-agar WYE. a, Isolat APS 7 memiliki koloni dengan bentuk sirkular tak penuh dan berwarna cokelat kekuningan dengan hifa aerial yang menutupi permukaan koloni; b, Isolat APS 9 memiliki koloni dengan bentuk sirkular penuh dan berwarna putih dengan hifa aerial yang tidak menutupi permukaan koloni; c, Isolat APS 12 memiliki koloni dengan hifa aerial menyebar teratur ke segala arah dan berwarna cokelat; dan d, Isolat ATS 5 memiliki koloni dengan bentuk pipih memanjang dan berwarna abu-abu dengan hifa aerial yang menutupi permukaan koloni.

Uji *in Vitro* Penghambatan *S. rolfsii* oleh Aktinomiset

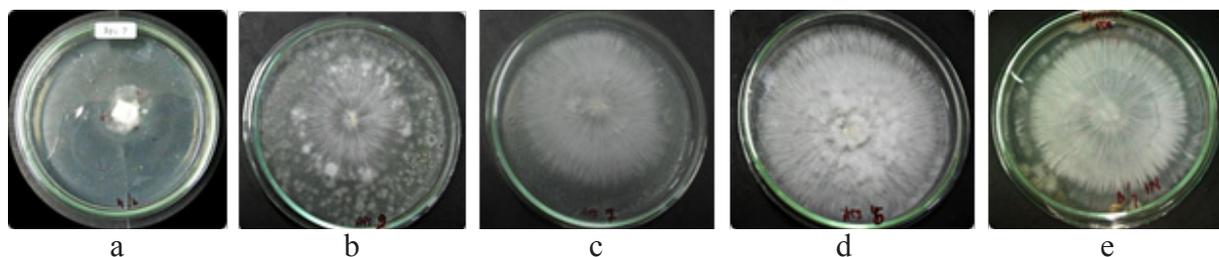
Pengaruh senyawa bioaktif aktinomiset terhadap pertumbuhan miselium cendawan *S. rolfsii* menunjukkan hasil yang bervariasi jika dibandingkan dengan kontrol (Gambar 2). Kemampuan daya hambat isolat aktinomiset terhadap pertumbuhan miselium cendawan *S. rolfsii* merupakan suatu akibat adanya aktivitas antimikrob yang dimiliki oleh aktinomiset

Di antara keempat isolat aktinomiset yang digunakan untuk uji antagonis terhadap cendawan, isolat APS 7 memiliki daya hambat tertinggi pada pertumbuhan *S. rolfsii* selama 4 minggu waktu inkubasi (Tabel 2). Pada inkubasi minggu pertama, daya hambat isolat APS 7, APS 9, APS 12, dan ATS 5 berturut-turut 46.42%, 21.42%, 17.50%, dan 1.75%. Pada inkubasi minggu ke-2 semua isolat yang digunakan mengalami peningkatan kemampuan daya hambat dengan daya hambat tertinggi tetap pada isolat APS 7 (74.02%) dan terendah pada isolat ATS 5 (38.98%). Pada inkubasi minggu ke-3 daya hambat oleh isolat APS 7 (91.73%) dan ATS 5

(64.06%) mengalami peningkatan, tetapi APS 9 (26.04%) dan APS 12 (23.88%) mengalami penurunan. Pada inkubasi minggu ke-4 daya hambat oleh isolat APS 9 (35.50%) dan APS 12 (69.50%) mengalami peningkatan, tetapi APS 7 (79.87%) dan ATS 5 (56.12%) mengalami penurunan.

Penghitungan Populasi Aktinomiset pada Medium Limbah Organik

Pembiakan aktinomiset APS 7 pada medium tumbuh serbuk gergaji dan dedak menunjukkan adanya kondisi yang fluktuatif pada jumlah populasi (Gambar 3). Berdasarkan pada penghitungan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan jumlah populasi aktinomiset APS 7 pada setiap minggunya. Pertumbuhan aktinomiset pada medium serbuk gergaji dan dedak memiliki nilai yang tidak berbeda nyata. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa medium serbuk gergaji dan medium dedak memiliki potensi yang sama sebagai medium pembiakan aktinomiset. Medium serbuk gergaji memiliki nilai log populasi aktinomiset

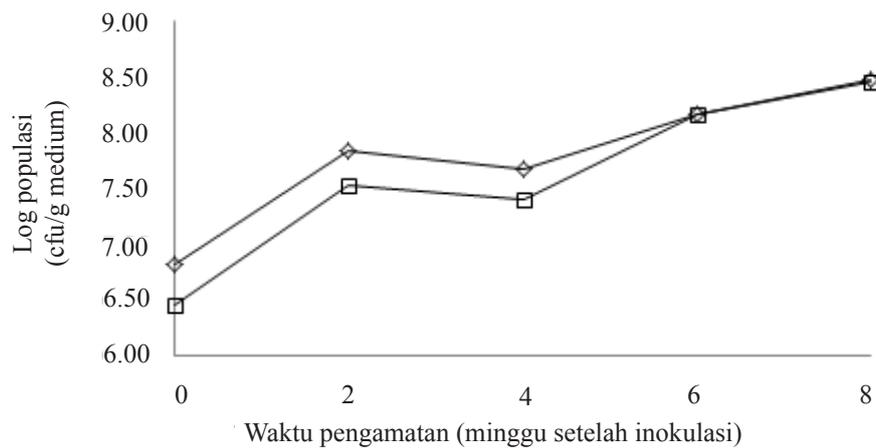


Gambar 2 Variasi aktivitas penghambatan pertumbuhan miselium *Sclerotium rolfsii* pada senyawa bioaktif aktinomiset. a, APS 7; b, APS 9; c, APS 12; d, ATS 5; e, Kontrol (tidak diberi larutan senyawa bioaktif aktinomiset).

Tabel 2 Penghambatan pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* oleh beberapa isolat aktinomiset selama 4 minggu masa inkubasi

Perlakuan (isolat aktinomiset)	Daya hambat (%)* pada minggu ke-			
	1	2	3	4
Kontrol	0.00	0.00	0.00	0.00
APS 7	46.42	74.02	91.73	79.87
APS 9	21.42	41.96	26.04	35.50
APS 12	17.50	38.98	23.88	69.50
ATS 5	1.75	18.97	64.06	56.12

*Rata-rata dari dua ulangan yang diukur pada hari ke-3 setelah masa inkubasi.



Gambar 3 Perkembangan populasi aktinomiset APS 7 pada medium serbuk gergaji (—◇—) dan dedak (—□—) dengan masa inkubasi 0–8 minggu.

sebesar 6.81 (7.9×10^6 cfu/g medium) pada inkubasi minggu ke-0. Peningkatan populasi terjadi pada inkubasi minggu ke-2 dengan nilai sebesar 7.84 (71.5×10^6 cfu/g medium). Pada inkubasi minggu ke-4, terjadi penurunan nilai log populasi sebesar 7.68 (50.2×10^6 cfu/g medium), tetapi populasi kembali meningkat pada inkubasi minggu ke-6 dan ke-8, berturut-turut sebesar 8.16 (148×10^6 cfu/g medium) dan 8.48 (335×10^6 cfu/g medium).

Keadaan yang sama terjadi pada medium dedak dengan nilai log populasi awal sebesar 6.44 (3.16×10^6 cfu/g medium) diikuti dengan terjadinya peningkatan pada minggu ke-2 sebesar 7.52 (34.75×10^6 cfu/g medium). Penurunan populasi terjadi pada inkubasi minggu ke-4 sebesar 7.40 (28.80×10^6 cfu/g medium) tetapi kemudian nilai populasi terus meningkat pada minggu ke-6 dan ke-8 dengan nilai berturut-turut 8.16 (143.5×10^6 cfu/g medium), dan 8.45 (331×10^6 cfu/g medium).

PEMBAHASAN

Beberapa penelitian terdahulu membuktikan bahwa aktinomiset mampu menghambat pertumbuhan berbagai jenis patogen. Isolat *Streptomyces* sp. dibuktikan mampu menekan pertumbuhan *Pythium ultimum* pada tanaman selada (Crawford *et al.* 1993) dan *Streptomyces nigrifaciens* mampu menghambat pertumbuhan *S. rolfii* pada tanaman buncis (Reddy 2010). Aktinomiset merupakan

mikroorganisme yang mampu menyintesis banyak senyawa bioaktif berupa metabolit sekunder, antibiotik, pestisida, antiseptik, selulase, dan xylanase (Oskay *et al.* 2004). Aktinomiset juga mampu menghasilkan senyawa antimikrob seperti tertasiklin, streptomisin, eritromisin, kloramfenikol, ivermektin, dan rifampisin (Todar 2008). Pertumbuhan aktinomiset pada medium biakan tampak mengalami dinamika.

Populasi aktinomiset dapat meningkat karena tersedianya nutrisi pada medium biakan, sedangkan menurunnya populasi aktinomiset diduga karena pengurangan aktivitas yang disebabkan oleh adaptasi awal pemindahan biakan ke medium biakan baru (medium limbah organik), berkurangnya sumber hara esensial dan terbentuknya senyawa penghambat pertumbuhan. Hasil penghitungan populasi dan rata-rata koloni aktinomiset pada masing-masing medium uji menunjukkan bahwa aktinomiset mampu beradaptasi dengan baik terhadap medium yang terdiri atas beberapa komponen limbah organik. Perpaduan limbah serbuk gergaji/dedak, ampas tahu, tepung limbah udang serta penambahan bahan penunjang lainnya terbukti dapat mendukung pertumbuhan aktinomiset. Bahan penunjang yang digunakan untuk membuat medium seperti glukosa, susu skim dan tepung limbah udang memiliki komposisi jumlah bahan yang sama pada setiap medium uji, kecuali jumlah ampas tahu dan kapur

pertanian. Pada medium serbuk gergaji terdapat 44.3% ampas tahu dan 2.7% kapur, sedangkan pada medium dedak hanya terdapat 38.5% ampas tahu dan 8.5% kapur.

Kandungan nutrisi dan mineral yang terdapat di dalam 100 g serbuk gergaji, yaitu 35.3 g serat kasar, 31.0 g selulosa, 30.9 g lignin, 0.9 g protein kasar, dan 1.9 g lemak kasar. Berdasarkan pada kandungan nutrisi yang terdapat di dalam serbuk gergaji, medium ini dapat dijadikan bahan utama sumber karbon, fosfor, dan kalium yang telah tersedia dalam jaringan kayu. Sesuai dengan karakteristik aktinomiset yang mampu mendegradasi selulosa dan lignin di samping kapang dan khamir (Xu *et al.* 1996) maka serbuk gergaji dapat dijadikan medium tumbuh karena kandungan selulosa dan lignin yang tinggi.

Kandungan nutrisi dan mineral yang terdapat dalam 100 g ampas tahu, yaitu 17.4 g karbohidrat, 67.5 g protein, 10.6 g lemak, dan 4.499 g mineral (Sulistiani 2004). Adanya kandungan protein yang cukup tinggi tersebut dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan aktinomiset karena bila kekurangan protein atau salah satu asam amino esensial akan mengakibatkan penurunan pertumbuhan secara menyeluruh sesuai dengan derajat kekurangannya.

Pembiakan aktinomiset pada medium dedak didasarkan pada kandungan nutrisi yang terdapat di dalamnya. Dalam 100 g dedak mengandung 70 g karbohidrat, 12 g lemak, dan 16 g protein serta terdapat 200 mg vitamin B15 (Blair 2008). Medium ini menyumbang banyak karbohidrat untuk pertumbuhan aktinomiset dilihat dari jumlah kandungan karbohidrat dalam 100 g dedak. Pemberian kapur pada medium berfungsi untuk mengontrol pH, selain itu kapur juga mengandung kalsium, kandungan kalsium dibutuhkan untuk pertumbuhan aktinomiset. Jumlah kapur pada medium dedak yang tinggi menandakan bahwa medium ini memiliki tingkat derajat keasaman yang tinggi pula. Aktinomiset dapat tumbuh pada pH 6.5–8.0, hal ini menunjukkan bahwa mikrob ini hanya dapat hidup pada lingkungan yang memiliki pH netral sampai sedikit basa.

Penampakan medium dedak setiap minggunya memiliki tingkat kebasahan yang lebih

tinggi daripada medium serbuk gergaji. Hal ini didasarkan pada karakteristik dedak yang higroskopis, diperkuat dengan ditambahkan ampas tahu pada medium dedak menjadikan medium ini selalu dalam keadaan basah atau tidak kering. Aktinomiset relatif menyukai kondisi lingkungan yang kering atau sedikit air (Hasegawa *et al.* 2005). Medium serbuk gergaji memiliki kondisi yang selalu kering, sesuai dengan komponen yang terdapat di dalamnya berupa serat kasar dari kayu yang memiliki daya serap yang tinggi terhadap air.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa baik medium serbuk gergaji maupun medium dedak memiliki potensi sebagai medium tumbuh aktinomiset dan hanya isolat APS 7 yang memiliki potensi sebagai agens pengendalian hayati terhadap *S. rolfsii*. Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk pengujian keefektifan isolat APS 7 menghambat pertumbuhan *S. rolfsii* pada tahap *in vivo*, pembiakan aktinomiset pada medium tumbuh limbah organik dengan aplikasi di lapangan, dan mengevaluasi daya simpannya dalam jangka waktu tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhdiya A, Susilowati DN. 2008. Aktivitas penghambatan bakteriosin dari aktinomiset terhadap bakteri patogen dan patogen tular makanan. *Jurnal Tanaman Pangan*. 27(1):55–60.
- Barreto TR, Silva AC, Soares, Souza JT. 2008. Population densities and genetic diversity of actinomycetes associated to the rhizosphere of *Theobroma cacao*. *Braz J Microbiol*. 39(3):464–470. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822008000300010>.
- Blair R. 2008. *Nutrition and Feeding of Organic Poultry*. Pondicherry (IN): Cromwell Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1079/9781845934064.0000>.
- Crawford DL, James ML, John MW, Margaret AO. 1993. Isolation and characterization of actinomycete antagonists of a fungal root pathogen. *Appl Environ Microbiol*. 59(11):3899–3905.

- Hasegawa S, Akane M, Kazuhiro T, Tomio N, Hitoshi K. 2005. Drought tolerance of tissue cultured seedlings of mountain Laurel (*Kalmia latifolia* L.) induced by an endophytic actinomycete. *Actinomycetologica*. 19(1):13–17. DOI: <http://dx.doi.org/10.3209/saj.19.13>.
- Himmah NF. 2012. Seleksi dan indentifikasi aktinomiset sebagai agens hayati untuk pengendalian penyakit kresak yang diakibatkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada padi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Lahdenpera ML. 2000. How mycostop acts in the control of fungal plant diseases. *Infoletter Verdera*. 5:1–2.
- Nonomura H, Ohara Y. 1969. Distribution of soil actinomycetes-culture method effective for both preferential isolation and enumeration of Microbispora and Streptosporangium strains in soil. *J Ferment Technol*. 47:463–469.
- Oskay MO, Tamer U, Azeri C. 2004. Antibacterial activity of some actinomycetes isolated from farming soils of Turkey. *Afr J Biotechnol*. 3(9):441–446.
- Putra MC. 2011. Kompatibilitas *Bacillus* spp. dan aktinomiset sebagai agens hayati *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan pemicu pertumbuhan padi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ratdiana. 2007. Kajian pemanfaatan air kelapa dan limbah cair peternakan sebagai medium alternatif perbanyakan *Pseudomonas fluorescens* serta uji potensi antagonismenya terhadap *Ralstonia rolfsii* [skripsi]. Bogor (ID): Intitut Pertanian Bogor.
- Reddy PP. 2010. *Fungal Disease and their Managemant in Horticultural Crops*. New Delhi (IN): Scientific Publishers Journals Dept.
- Rismawan AK. 2011. Keefektifan formulasi *Pseudomonas fluorescens* dalam limbah organik sebagai pestisida hayati dan pemicu pertumbuhan tanaman cabai [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sulistiani. 2004. Pemanfaatan ampas tahu sebagai alternatif bahan baku pangan fungsional [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Todar K. 2008. *Antimicrobial Agents Used in Treatment of Infection Disease* [research report]. Madison (US): University of Wisconsin.
- Xu LH, QR Li, CL Jiang. 1996. Diversity of soil actinomycetes in Yunnan, China. *Appl Environ Microbiol*. 62(1):244–248.