PROSIDING
Seminar Nasional

Pemanfaatan Sumber Daya Genetik (SDG) Lokal Mendukung Industri Perbenihan Nasional dalam Rangka Purna Bakti Staf Pengajar Pemuliaan Tanaman UNPAD dan Kongres PERIPI Komda Jabar

10 Desember 2011

Tim Editor :

Ade Ismail

Agung Karuniawan

Dedi Ruswandi

Farida Damayanti

Hawan Mughni R

Noladhi Wicaksana

Suseno Amien

Windhy Chandria

Program Studi Pemuliaan Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

ISBN 978-602-18209-0-2

Respon Pertumbuhan Dan Hasil Galur-Galur Padi Gogo Generasi Lanjut Pada Sistem Tanaman Sela
Priatna Sasmita 226

Produktivitas Galur-Galur Padi Sawah Toleran Salinitas di 8 Lingkungan Tumbuh
Priatna Sasmita, Cucu Gunarsih, Ali Imamuddin, dan M. Zairin 238

Pembuatan Starter Inokulum Jamur *Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus dan Trichoderma viridae* Untuk Bibit Fermentasi Kulit Pisang Kepok *(Musa balbisiana Colla)*
Ratu Safitri, Noor Arida Fauzana, Prima Nanda Fauziah 249

Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh Alami Pada Pertumbuhan Awal Setek Sukun Lokal (Arthocarpus communis)
Rima Melati 262

Efek Penanaman Klon-Klon Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Pada Akhir Musim Kering Terhadap Pertumbuhan Vegetatif
Sartono Putrasamedja 269

Studi Berbagai Genotip Bengkuang (*Pachyrhizus* spp.) untuk Bahan Kosmetik sebagai Kearifan Lokal Indonesia
Sofiya Hasani, Wieny H. Rizky and A. Karuniawan 274

Studi Awal Pemanfaatan Marka Molekuler Rapd Untuk Penentuan Kebenaran Tiga Kultivar Nilam
Suseno Amien dan Wilman Latief 280

Penyimpanan Eksplan Pisang Ambon Kuning Pada Beberapa Formula Media In Vitro
Sunyoto, Makful dan Tri Budiyanti 289

Keragaan Pertumbuhan Vegetatif 20 Hibrid Dan 5 Tetua Dari Genotipe Pepaya *(Carica papaya L.)* Koleksi Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika
Tri Budiyanti, Sunyoto dan Noflindawati 299

Uji Daya Hasil Galur-galur *Green Super Rice* Pada Kondisi Sawah Irigasi Pesisir Trungtum, Subang
Untung Susanto, EF Pramudyawardani, Irmantoro 307

Evaluasi Beberapa Varietas Padi Sawah Di Kabupaten Karawang
Wage Ratna Rohaeni, M. Iskandar Ishaq 316

Makalah Presentasi

Analisis Dampak Ekonomi Dan Sosial Sekolah Lapangan Petani Jawa Barat (Perlakuan Petak Benih dan Petak Penanggulangan Penyakit Hawar Daun Pada Kentang)
Asma Sembiring dan Eri Sofiari 325

Potensi Genetik Ubi Jalar Di Jawa Barat
Budi Waluyo dan Agung Karuniawan 335

Karakteristik Mutu Gabah Dan Beras Inpari 14 Pakuan, Inpari 15 Parahiyangan Dan Inpari 16 Pasundan
Cucu Gunarsih, Trias Sitaresmi dan Siti Dewi Indrasari 348

Keragaman Genetik dan Hubungan Kekerabatan 120 Aksesi Kerabat Liar Ubi Jalar Asal Citatah Jawa Barat
Cucu Jamilah, Budi Waluyo, Meddy Rachmadi, Yudithia Maxiselly, Agung Karuniawan 357

Evaluasi Keragaman Genetik Jarak Pagar (Jatropha curcas L.) Berdasarkan Marka Molekuler
Darmawan Saptadi, Rr Sri Hartati, Sudarsono, Asep Setiawan, Bambang Heliyanto 366

Keragaman Genetik 11 Aksesi Plasma Nutfah Garut (*Maranta arundinacea* L.) Berdasarkan Karakter Morfologi dan Komponen Hasil
Dinda Mutiara Sakti, Citra Bakti, Yudithia Maxiselly, dan Agung Karuniawan 376

Evaluasi Galur Padi Fatmawati Hasil Mutasi Dan Kultur Antera Di Dua Lokasi Sukabumi Dan Pusakanagara
Endang Gati Lestari, Iswari. S. Dewi dan Rossa Yunita 386

Pengujian Ketahanan Lima Genotipe Cabai (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Tingkat Serangan Penyakit *Pytophtora capsici*
Eti Heni Krestini,Chotimatul Azmi, Iteu M. Hidayat, Yenni Kusandriani dan Imam Firmansyah 395

Evaluasi Dan Seleksi F_1 Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Varietas Lokal Dan Cilembu Berdasarkan Karakter Komponen Hasil Di Jatinangor
Haris Maulana, Agung Karuniawan, dan Farida Damayanti 403

Pewarisan Kadar Antosianin, Kadar Air, Tebal Kulit Buah, Kadar Lignin Kulit Buah, dan Ketahanan Tanaman Cabai Merah Terhadap Penyakit Antraknos
Lia Amalia, Ai Komariah, Dadang Sumardi 416

Pemanfaatan marka gen *OsIRT1* untuk seleksi galur populasi silang ganda turunan padi lokal Markuti toleran cekaman keracunan Fe
Marjam Toding, dan Dwinita W Utami 432

Keanekaragaman Jenis Pisang (*Musa.* sp.) Di Jawa Barat
M. Khais Prayoga, Ade Ismail, Murdaningsih H. K. 444

Perbenihan Hortikultura, 66 Tahun Indonesia Merdeka
Nana Laksana Ranu 453

Profil Karakteristik, Distribusi, Dan Perbenihan Varietas Unggul Kedelai Di Indonesia
N. Nugrahaeni, Gatut Wahyu A.S., dan Titik Sundari 457

Analisis Komponen Hasil Dan Hasil 77 Galur Harapan Kedelai Hitam Pada Dua Musim
Nurbani Rosmala, Dwi Siska Febrina, Elia Azizah, Yudithia Maxiselly, Citra Bakti dan Agung Karuniawan 467

Keragaman Genetik Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)
Respatijarti, Lita Soetopo, Noer Rahmi Ardiarini,
Gita Puspita Purwanti 475

Diversitas Genetik Karakter Kandungan Isoflavon Pada Kacang Tanah
Sesilia Anita Wanget, Neni Rostini dan Agung Karuniawan 482

Keragaman Pala (*Myristica* spp) Maluku Utara Berdasarkan Penanda Morfologi dan Agronomi
Sri Soenarsih DAS, Sudarsono, H.M.H. Bintoro Djoefrie, dan Yudiwanti Wahyu E.K. 486

Potensi Hasil Plasma Nutfah Kelapa Kopyor Asal Kalianda, Pati, Sumenep dan Jember
Ismail Maskromo, Hengky Novarianto, Dewi Sukma dan
Sudarsono 499

Peningkatan Daya Simpan Benih Untuk Menunjang Program Pemuliaan Tanaman
Sumadi 507

Adaptasi Galur-Galur Mutan Varietas Lokal Pada Lingkungan Berbeda Elevasi
Trias Sitaresmi, Cucu Gunarsih, dan Yamin Samaullah 513

Pencarian Donor Baru Ketahanan Terhadap Penyakit Tungro Melalui Pengujian Koleksi Plasma Nutfah BB Padi
Untung Susanto, Dede Kusdiaman, Umi Barokah 525

Diversitas Genetik Ubi Jalar Unggulan Hasil Pemuliaan Tanaman Unpad Berdasarkan Analisis Kluster Karakter Morfologi
Utary Shaumi, W. Chandria, Budi Waluyo, dan A. Karuniawan 542

Ketahanan Terhadap Antraknos Pada Empat Genotip Cabai Merah Hasil Persilangan Cabai Rawit Dan Cabai Merah
Wildan, Hersanti, Ridwan Setiamihardja, Neni Rostini 550

Pengujian Daya Hasil Lanjutan Beberapa Calon Varietas Unggul Cabai Keriting Yang Memiliki Produktivitas Tinggi (> 10 Ton/Ha) Di Dataran Medium Subang Pada Musim Hujan
Yenni Kusandriani, R. Kirana dan Luthfy 560

Keragaan Heterosis Beberapa Padi Hibrida Di Lahan Sawah Irigasi
Yuniati Pieter Munarso 566

Identifikasi Galur Tetua Padi Hibrida Melalui Teknik Uji Silang
Yuni Widyastuti, I.A. Rumanti, Satoto, dan N. Kartina 573

Pembuatan Starter Inokulum Jamur *Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus* dan *Trichoderma viridae* untuk Bibit Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla)

The Making of Fungus Inoculum Starter from Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus and Trichoderma viridae for Fermentation of Kepok Banana Peels (Musa balbisiana Colla)

Ratu Safitri[1], Noor Arida Fauzana[2], Prima Nanda Fauziah[3*]
[1,3] Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Padjadjaran, Jatinangor
Jalan Bandung-Sumedang Km 21 Jatinangor
[2] Fakultas Perikanan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
*email : primayaa@yahoo.com

The research was aimed to obtain information about the best of harvest time for the supply of fungus inoculum starter until it can be used in the fermentation process of kepok banana peels (Musa balbisiana Colla) by creating a growth curve on the PDB (Potatoes Dextrose Broth) and starter medium. The experiment was carried out at Laboratory of Microbiology, FMIPA, UNPAD. This research used descriptive method by performing TPC (Total Plate Count) on isolates of cellulolytic fungal on PDB and starter medium. The results showed that three species of fungus had the differences on time, speed and number when reached the highest growth phase (log). Based on the growth curve of fungus on the starter medium, Trichoderma viride had the highest growth (36.72 x 107 CFU /mL), followed by Rhizopus oligosporus (20.93 x 107 CFU / mL) and Aspergillus oryzae (15 x 107 CFU / mL). In starter medium, Trichoderma viride and Aspergillus oryzae were the fastest fungus that reached log phase at 48 hours, followed by Rhizopus oligosporus at 60 hours. Trichoderma viride had the fastest generation time (7.27 hours), followed by Rhizopus oligosporus (16,12 hours) and Aspergillus oryzae (13.78 hours0. Aspergillus oryzae and Rhizopus oligosporus had optimum growth in PDB medium, whereas Trichoderma viride had optimum growth in starter medium.

Keywords: *Aspergillus oryzae, banana peels, fungus starter, generation time, growth curve, Musa balbisiana Colla, Rhizopus oligosporus, Trichoderma viride*

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai waktu panen yang tepat untuk penyediaan starter inokulum jamur sehingga dapat digunakan dalam proses fermentasi kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) dengan membuat kurva pertumbuhan jamur pada medium PDB (*Potatoes Dextrose Broth*) dan medium starter. Percobaan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNPAD. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu dengan melakukan TPC (*Total Plate Count*) pada isolat jamur selulolitik pada medium PDB dan juga pada isolat jamur selulolitik yang ditanam pada medium starter untuk kemudian dibuat kurva pertumbuhannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tiga jenis jamur tersebut memiliki waktu,

kecepatan dan jumlah yang berbeda ketika mencapai fase pertumbuhan tertinggi (log). Berdasarkan kurva pertumbuhan jamur di starter, *Trichoderma viride* merupakan jamur yang paling banyak tumbuh yaitu 36,72 x 10^7 CFU/mL, disusul oleh jamur *Rhizopus oligosporus* sebanyak 20,93 x 10^7 CFU/mL dan terakhir jamur *Aspergillus oryzae* sebanyak 15 x 10^7 CFU/mL. Pada medium starter jamur *Trichoderma viride* dan *Aspergillus oryzae* merupakan jamur yang paling cepat mencapai fase log yaitu pada jam ke- 48 disusul oleh jamur *Rhizopus oligosporus* pada jam ke-60. Pada medium starter jamur *Trichoderma viride* merupakan jamur yang memiliki waktu generasi tercepat selama 7,27 jam, disusul oleh jamur *Rhizopus oligosporus* 16,12 jam dan terlama adalah jamur *Aspergillus oryzae* 13,78 jam. *Aspergillus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* lebih tumbuh optimal di medium PDB, sedangkan *Trichoderma viride* lebih tumbuh optimal pada medium starter.
Kata kunci: *Aspergillus oryzae*, kulit pisang, kurva pertumbuhan, starter jamur, *Rhizopus oligosporus*, *Trichoderma viride*, waktu generasi

Salah satu mikroorganisme yang terdapat pada kulit pisang adalah jamur. Salah satu kelompok jamur yang terdapat pada kulit pisang adalah jamur selulolitik. Jamur selulolitik merupakan jamur yang dapat menguraikan selulosa dengan menghasilkan enzim kompleks selulase. (Davidek *et. al.*, 1990 *dalam* Ningrum, 2007).Kulit pisang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa serta zat tanin yang memberikan rasa sepat pada pisang (Kardia, 2011).

Salah satu upaya untuk meningkatkan mutu kulit pisang dan mengurangi kandungan zat tanin yang terdapat pada kulit pisang adalah dengan memanfaatkan jasa mikroba khususnya bakteri atau jamur selulolitik dengan cara fermentasi limbah tersebut.

Starter memegang peranan penting dalam proses fermentasi sebagai inisiator. Starter dapat dibuat dengan menggunakan berbagai substrat, diantaranya beras dan ongok yang kemudian diinokulasikan dengan spora kapang dari biakkan murni (Fardiaz, 1992). Kandungan nutrisi mikroorganisme pada suatu substrat seperti bakteri dan jamur akan menjadi lebih meningkat dengan dibuatnya starter. Karena starter tersebut dapat dipanen pada saat kurva pertumbuhan suatu mikroorganisme mencapai puncak, dimana jumlah sel dalam substrat mencapai jumlah terbesar (Realita dan Sumanti, 2009).

Jamur selulolitik seperti *Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus* dan *Trichoderma viride* dapat mendegradasi selulosa sehingga memiliki peranan penting dalam proses penyediaan energi pada pakan. Oleh karena itu dilakukan pembuatan starter inokulum dari jamur tersebut untuk bibit fermentasi kulit pisang.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi autoklaf, alumunium foil, batang pengaduk, beaker glass, blender, bunsen, cawan petri, erlenmeyer, grinder,hand sprayer, inkubator, kaca objek, kaca penutup, kamera digital, karet, kasa, kertas pembungkus, kantong plastik tahan panas, kertas timbang, kompor, korek api, label, lemari pendingin, mikropipet (100-1000 µl), mikroskop, mortir, neraca analitik, ose,

ose tusuk, oven, panci, pipet tetes, rak tabung, suntikan, spatula, tabung reaksi, tips dan tissue.

Bahan yang digunakan meliputi akuades, alkohol 96%, beras, isolat *Aspergillus oryzae*, isolat *Rhizopus oligosporus*, isolat *Trichoderma viride*, tetrasiklin, NaCl fisiologis 0,9 %, PDA (*potatoes dextrose agar*), PDB (*Potatoes Dextrose Broth*), spirtus, tepung bungkil kedele, tepung jagung, dan tepung kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla).

Cara Kerja

Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian dicuci terlebih dahulu. Setelah itu, dikeringkan dalam oven dengan suhu 50^{0}C, kemudian dibungkus dengan menggunakan kertas, dan disterilisasi di dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit. Kemudian alat-alat tersebut dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 50 °C hingga kering.

Media dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu disumbat dengan kapas, kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf dan klep ditutup. Waktu sterilisasi 10-15 menit, dengan suhu 110 ^{0}C, tekanan 1 atm.

Penyiapan Tepung Kulit Pisang

Kulit pisang kepok dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari beberapa hari. Setelah kering kulit pisang diambil untuk kemudian dijadikan tepung kulit pisang dengan bantuan grinder hingga berukuran 30 mesh.

Perbanyakan Biakan Jamur

Biakan murni jamur hasil isolasi kulit pisang yang telah *discreening*, diambil sebanyak 1 ose secara aseptis, kemudian digoreskan ke tabung steril atau cawan petri steril yang telah berisi medium, lalu diinkubasi pada suhu ruang selama tiga hari. Setelah panen, disuspensikan dengan 10 ml larutan NaCl fisiologis 0,9 %.

Perhitungan Jumlah Jamur (TPC) dan Waktu Regenerasi Jamur

Perhitungan jumlah jamur dilakukan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Sampel diambil sebanyak 1 ml, kemudian dimasukkan ke dalam 9 ml NaCl fisiologis steril 0,9 %. Setelah itu dikocok hingga homogen, sehingga didapat pengenceran pertama (10^{-1}). Dari pengenceran pertama diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml NaCl 0,9%, didapatkan pengenceran kedua (10^{-2}). Selanjutnya dilakukan langkah yang sama hingga didapatkan pengenceran 10^{-7}.

Dari empat pengenceran terakhir (10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}), masing-masing diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril yang berbeda. Kemudian ke dalam cawan petri tersebut diberikan antibiotik tetrasiklin dan kemudian dituangkan media *PDA (Potatoes Dextrose Agar)* steril yang telah didinginkan hingga suhunya mencapai 40 °C. Setelah itu, cawan petri diputar perlahan hingga jamur tersebar merata. Setelah agar membeku, posisi cawan dibalik supaya air kondensasi tidak jatuh ke permukaan agar. Lalu diinkubasi pada suhu ruangan 24 – 26 °C , pengamatan dilakukan setiap 12 jam.

Hal yang sama dilakukan untuk perhitungan jumlah jamur pada starter menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dimana sampel diambil sebanyak 1 g. Pengamatan dilakukan setiap hari (setiap 24 jam) selama 7 hari. Koloni jamur yang tumbuh pada masing-masing cawan petri dihitung jumlahnya.

Setelah dihitung, nilai yang didapat dari setiap petri dimasukkan ke dalam rumus. Misalkan nilai yang dapat diandalkan ada pada pengenceran 10^{-5} (a), 10^{-6}, dan 10^{-7} (c), maka:

$$Jumlah\ mikroorganisme = \frac{(a\,x\,10^5) + (b\,x\,10^6) + (c\,x\,10^7)}{3}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah jamur per gram atau per ml sampel. Setelah itu dibuat kurva pertumbuhannya, dengan sumbu X waktu inkubasi dan sumbu Y jumlah mikroba.

Selanjutnya waktu generasi suatu jamur dapat dihitung dengan rumus:

$$G = \frac{t}{3{,}3 \log (b/B)}$$

Dimana G merupakan waktu generasi, t merupakan selang waktu antara pengukuran jumlah sel di dalam populasi pada suatu saat di dalam fase log (B) dan kemudian lagi pada suatu titik waktu kemudian (b), B merupakan populasi awal, b merupakan populasi setelah waktu t dan 3,3 merupakan faktor konversi $\log_2$ menjadi $\log_{10}$ (Pelczar dan Chan, 2006).

Pembuatan Starter (Inokulum Bubuk)

Beras disiapkan sebanyak 200 g untuk pembuatan starter (inokulum bubuk) sebanyak 250 g, selanjutnya beras ditambahkan 5% tepung jagung, 5% tepung kedele dan 10% tepung kulit pisang. Beras, tepung jagung, tepung kedele dan tepung kulit pisang dimasukkan ke dalam plastik tahan panas, kemudian ditambahkan air dengan perbandingan 1 : 1. Suspensi diaduk sampai tercampur rata, selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik. Kemudian dilakukan pengukusan selama 1 jam. Setelah itu didinginkan sampai suhu 28 °C, ke dalam kantong plastik starter tersebut ditambahkan 10 ml suspensi biakan murni jamur yang mengandung 10^7 CFU/gr. Kemudian kantong plastik diberi lubang-lubang. Inkubasi dilakukan pada suhu ruangan 25 - 26 °C sesuai hari puncak titik tumbuh masing-masing jamur pada starter. Kemudian dimasukkan ke oven hingga mengering (4-5 hari). Setelah kering, inokulum digiling dengan blender hingga menjadi tepung.

Selanjutnya starter inokulum jamur siap digunakan sebagai bahan baku fermentasi kulit pisang.

Hasil dan Pembahasan

Pembuatan starter inokulum dari beberapa jamur pendegradasi selulosa ini ditujukan untuk memperkaya nutrisi yang dibutuhkan mikroba sebelum dilakukan inokulasi pada kulit pisang dan untuk mengetahui waktu tercepat pertumbuhan jamur, jumlah jamur dan waktu generasi jamur dari kurva starter sehingga dapat diketahui waktu

panen yang tepat untuk memasukkan starter inokulum jamur ke dalam fermentasi kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla).

Mikroorganisme adalah kunci keberhasilan atau kegagalan suatu fermentasi. Oleh sebab itu, starter memegang peranan penting dalam proses fermentasi sebagai inisiator (Fardiaz, 1992).

Pemanfaatan mikroorganisme berupa jamur secara fermentasi merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas kulit pisang sehingga dapat dimanfaatkan. Jamur *Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus*, dan *Trichoderma viride* merupakan jamur dengan aktivitas selulolitik yang tinggi. Ketiga jamur tersebut mampu memanfaatkan selulosa dan mendegradasi selulosa dengan cara mengeluarkan enzim selulose, sehingga dapat menurunkan kadar tanin kulit pisang dan meningkatkan kualitas nutrisi kulit pisang (Darmawan, 2007).

Ada tiga tahapan utama selama penyiapan starter fermentasi, yaitu penumbuhan masing – masing jamur pada media PDA (*Potatoes Dextrose Agar*) untuk kemudian dilakukan penentuan kurva pertumbuhan ketiga spesies jamur tersebut pada media PDB (*Potatoes Dextrose Broth*), penentuan kurva pertumbuhan ketiga jamur tersebut pada media starter.Tahapan yang terakhir adalah pembuatan, perbanyakan dan pemanenan starter inokulum jamur sesuai waktu tumbuh optimum masing – masing jamur pada starter.

Dari data yang diperoleh berdasarkan kurva pertumbuhan jamur pada medium PDB diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil antara kurva pertumbuhan jamur *Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus*, dan *Trichoderma viride*.

Pada kurva pertumbuhan diketahui bahwa ketiga jamur tersebut mengalami fase awal yang merupakan fase adaptasi (lag). Dalam fase adaptasi (lag) ini, jamur berada dalam tahap penyesuaian terhadap lingkungan yang baru. Pada Grafik 1 terlihat bahwa jamur *Aspergillus oryzae* mengalami fase adaptasi pada jam ke-12 sampai dengan jam ke-48. Kurva pada Grafik 2 menunjukkan bahwa jamur *Rhizopus oligosporus* mengalami fase adaptasi pada jam ke-12 sampai jam ke-36, sedangkan Grafik 3 menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma viride* mengalami fase adaptasi pada jam ke-12 sampai dengan jam ke 48 seperti pada kurva pertumbuhan jamur *Aspergillus oryzae*. Menurut Sarles (1956), suatu mikroorganisme yang ditempatkan pada lingkungan baru, memerlukan waktu untuk terbiasa (adaptasi) pada lingkungan tersebut sebelum sel-selnya memperbanyak diri, atau apabila suatu mikroorganisme ditumbuhkan pada suatu substrat yang baru baginya, maka pertama – tama jamur tersebut memerlukan waktu untuk membentuk enzim baru guna memecah substrat yang baru tersebut.

Pada jam ke-60 jamur *Aspergillus oryzae* mencapai titik puncak pertumbuhan akibat mengalami pertumbuhan secara terus – menerus pada jam ke-60 dengan jumlah koloni mencapai 25,49 x 10^7 CFU/mL, jamur *Trichoderma viride* pun mencapai titik puncak pertumbuhan akibat mengalami pertumbuhan secara terus menerus pada jam ke-60 dengan jumlah koloni mencapai 16,17 x 10^7 CFU/mL. Jamur *Rhizopus oligosporus* mencapai titik puncak pertumbuhan akibat mengalami pertumbuhan secara terus menerus pada jam ke-48 dengan jumlah koloni 26,87 x 10^7 CFU/mL. Pertumbuhan jamur secara terus menerus yang digambarkan pada ketiga kurva jamur tersebut menandakan bahwa ketiga jamur tersebut masuk ke

dalam fase logaritma (eksponensial) yang merupakan fase pertumbuhan kedua setelah fase adaptasi.

Setelah mengalami fase logaritma yang ditandai dengan pertumbuhan jamur secara terus menerus, dari data yang digambarkan pada kurva diketahui bahwa jamur mengalami fase stationer yang kemudian diikuti dengan fase penurunan. Dari kurva pertumbuhan diketahui bahwa jamur *Aspergillus oryzae* mengalami fase stationer yang kemudian diikuti dengan fase penurunan pada jam ke-72 sampai dengan jam ke-96. Jamur *Rhizopus oligosporus* mengalami fase stationer yang kemudian diikuti dengan fase penurunan pada jam ke-60 sampai dengan jam ke-84. Sedangkan jamur *Trichoderma viride* mengalami fase stationer yang kemudian diikuti dengan fase penurunan pada jam ke-72 sampai dengan jam ke-96.

Pada akhir fase logaritma (eksponensial) banyak sel akan mati, sedangkan yang masih ada sudah tidak mampu lagi mengadakan pembelahan. Gejala ini memberikan kenaikan dalam jumlah sel yang mati dan kemunduran jumlah sel yang dibentuk, sehingga jumlah sel menjadi konstan dan biasa disebut fase stationer. Fase penurunan akibat penurunan jumlah sel tersebut disebabkan akibat kompetisi makanan, sehingga enzim yang aktif menjadi berfungsi untuk menghancurkan selnya sendiri. Mula – mula penurunan dalam jumlah sel ini sangat lambat tetapi lama kelamaan menjadi semakin cepat (Darmawan, 2007).

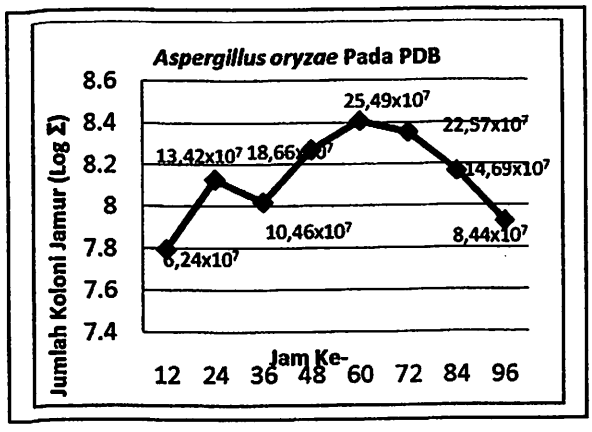
Pada tahap kedua, setelah diketahui kurva pertumbuhan ketiga jamur pada medium PDB adalah penentuan kurva pertumbuhan jamur *Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus,* dan *Trichoderma viride* pada medium starter. Dari kurva pertumbuhan jamurpada Grafik 4, 5 dan 6 diketahui bahwa pada jam ke-24 sampai jam ke-36 merupakan fase adaptasi (lag) bagi jamur *Aspergillus oryzae,* dan *Trichoderma viride,* sedangkan *Rhizopus oligosporus* mengalami fase adaptasi (lag) pada jam ke-24 sampai jam ke-48 . Fase logaritma (eksponensial) pada jamur *Aspergillus oryzae* terjadi pada jam ke-48 dengan jumlah koloni mencapai 15×10^7 CFU/mL, *Rhizopus oligosporus* terjadi pada ke-60 dengan jumlah koloni mencapai $20{,}93 \times 10^7$ CFU/mL, dan *Trichoderma viride* terjadi pada jam ke-48 dengan jumlah koloni mencapai $36{,}72 \times 10^7$ CFU/mL. Fase logaritma (log/eksponensial) ini ditandai dengan pertumbuhan jamur secara terus menerus.

Setelah mengalami fase logaritma (eksponensial) ketiga jamur tersebut mengalami fase stationer yang kemudian diikuti dengan fase penurunan. Pada jamur *Aspergillus oryzae* fase stationer terjadi pada jam ke-60 sampai jam ke-84 yang kemudian terjadi fase penurunan pada jam ke-96. Setelah mengalami fase penurunan, jamur *Aspergillus oryzae* mengalami kembali fase stationer pada jam ke-120. Hal tersebut dapat disebabkan karena kemampuan jamur *Aspergillus oryzae* untuk tetap memperbanyak jumlah sel sehingga fase penurunan tidak terjadi secara keseluruhan, melainkan *Aspergillus oryzae* mengalami pertumbuhan sel yang menyebabkan fase penurunan terhenti dan jumlah bakteri menjadi konstan (fase stationer). Peristiwa tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti nutrisi yang dibutuhkan jamur untuk memperbanyak diri masih tersedia dan lingkungan disekitar jamur yang juga mendukung. Pada jamur *Rhizopus oligosporus* fase stationer terjadi pada jam ke-72 yang kemudian diikuti dengan fase penurunan.

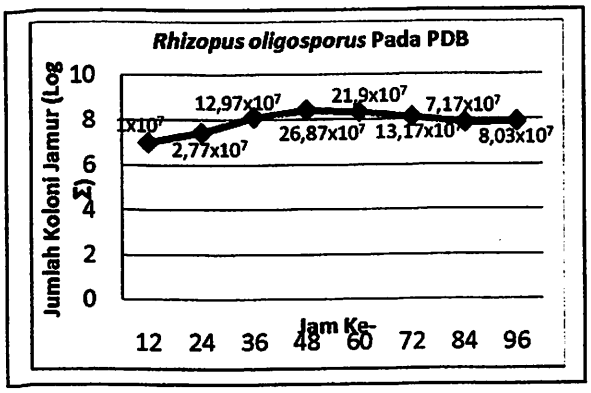
Pada jamur *Trichoderma viride* fase stationer terjadi pada jam ke-60 yang diikuti dengan fase penurunan.

Berdasarkan kurva pertumbuhan jamur pada starter yang terdapat pada Grafik 4, 5, dan 6 diketahui bahwa pertumbuhan optimal jamur *Aspergillus oryzae* terjadi jam ke-48, jamur *Rhizopus oligosporus* pada jam ke-60 dan jamur *Trichoderma viride* tumbuh optimal pada jam ke-48 sama seperti jamur *Aspergillus oryzae*. Kurva pertumbuhan jamur pada medium starter ini justru menunjukkan bahwa *Rhizopus oligosporus* dengan jumlah koloni 20,93 x 10^7CFU/mL merupakan jamur yang membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mencapai titik puncak (fase eksponensial) dibandingkan jamur *Aspergillus oryzae* dengan jumlah koloni 15 x 10^7 CFU/mL dan *Trichoderma viride* dengan jumlah koloni 36,72 x 10^7 CFU/mL.

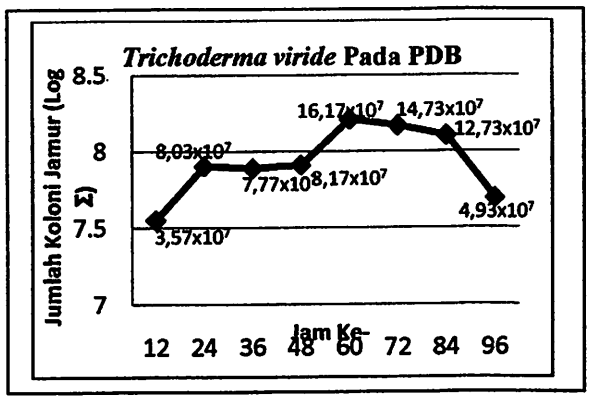
Gambar 1. Grafik kurva pertumbuhan jamur *Aspergillus oryzae* pada medium PDB
Figure 1. *Growth curve graph of Aspergillus oryzae on PDB*



Gambar 2. Grafik kurva pertumbuhan jamur *Rhizopus oligosporus* pada medium PDB
Figure 2. *Growth curve graph of Rhizopus oligosporus on PDB*

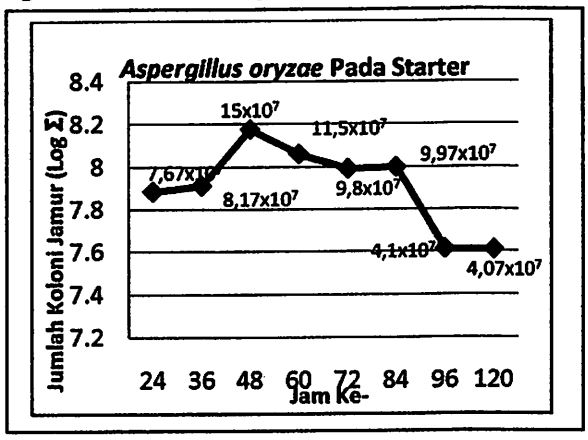


Gambar 3. Grafik kurva pertumbuhan jamur *Trichoderma viride* pada medium PDB
Figure 3. *Growth curve graph of Trichoderma viride on PDB*



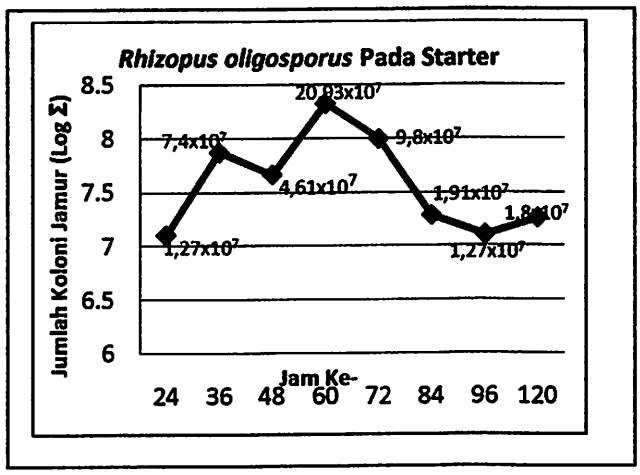
Gambar 4. Grafik kurva pertumbuhan jamur *Aspergillus oryzae* pada medium starter

Figure 4. *Growh curve graph of Aspergillus oryzae on starter*



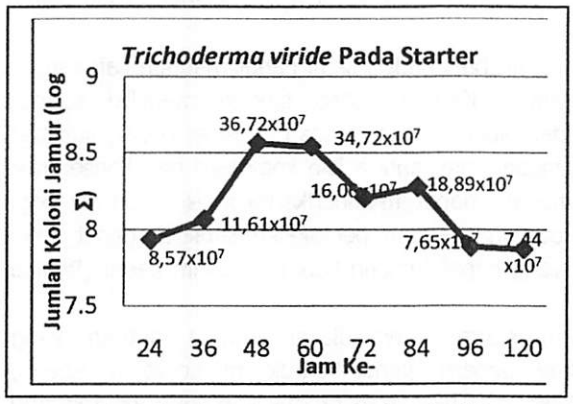
Gambar 5. Grafik kurva pertumbuhan jamur *Rhizopus oligosporus* pada medium starter

Figure 5. *Growh Curve Graph of Rhizopus oligosporus on Starter*



Gambar 6. Grafik Kurva Pertumbuhan Jamur *Trichoderma viride* pada Medium Starter

Figure 6. *Growh Curve Graph of Trichoderma viride on Starter*



Dari Gambar 1 sampai 6 dapat dihitung waktu generasi ketiga jamur pada kedua medium berbeda tersebut di atas (Tabel 1). Diketahui bahwa jamur *Trichoderma viridae* memiliki waktu generasi yang paling cepat pada medium starter, yang kemudian disusul oleh jamur *Aspergillus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus*. Sedangkan pada medium PDB, jamur *Rhizopus oligosporus* yang memiliki waktu generasi tercepat disusul oleh *Aspergillus oryzae* dan *Trichoderma viride*. Namun, bila dilihat dari nilai G (waktu generasi) baik pada medium PDB ataupun starter diketahui bahwa ketiga jamur tersebut pada umumnya lebih cepat bergenerasi pada medium starter terutama jamur *Trichoderma viride* dan *Aspergillus oryzae*.

Tabel 1. Waktu generasi jamur pada medium PDB dan starter
Table 1. Fungus generation time in PDB medium and starter

Spesies Jamur	Waktu Generasi (G)	
	Medium PDB	Medium Starter
Aspergillus oryzae	1126,76 menit = 18,77 jam	826,64 menit = 13,78 jam
Rhizopus oligosporus	442,26 menit =7,37 jam	966,44 menit = 16,12 jam
Trichoderma viride	1372,21 menit = 22,87 jam	436,36 menit = 7,27 jam

Perbedaan waktu tumbuh optimum, jumlah koloni dan waktu generasi dari ketiga jamur pada medium PDB dan starter di kurva pertumbuhan jamur tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

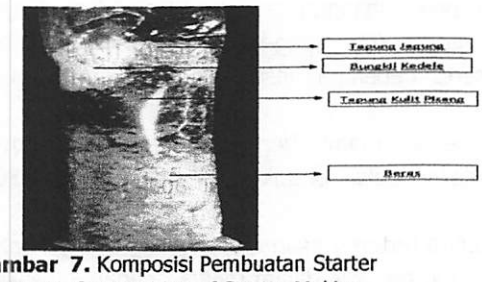
1. Nutrisi, untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur, memerlukan sumber nutrisi dalam bentuk hara seperti karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), belerang (S), kalium (K), kalsium (Ca), serta beberapa unsur lainnya seperti vitamin (Realita dan Sumanti, 2009).
2. Temperatur, suhu optimum untuk berbagai jamur berbeda-beda setiap jenisnya. Suhu optimum untuk pertumbuhan sebagian besar jamur adalah 25° – 30°C (Darmawan, 2007).
3. pH, pengaturan pH media pada range tertentu akan merangsang supaya enzim yang bekerja memecah makanan yang tersedia dalam media dengan kecepatan maksima, sehingga akan menghasilkan sel dan kecepatan tumbuh yang optimal.

pH optimum untuk pertumbuhan jamur adalah sekitar 3-7, akan tetapi masih dapat hidup pada kisaran pH antara 3 – 8,5 (Darmawan, 2007).

4. Suplai Oksigen, adanya suplai oksigen secukupnya, maka akan mempersingkat berlangsungnya fase adaptasi (terutama pada jamur aerob) (White, 1954 *dalam* Realita dan Sumanti, 2009).
5. Substrat Medium, substrat medium baik padat, semi padat maupun cair sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur. Karena setiap bakteri memiliki kondisi karakteristik yang berbeda – beda. Dibandingkan dengan substrat padat, substrat cair mempunyai beberapa keuntungan, yaitu antara lain komposisi dan konsentrasi substrat dapat diatur dengan mudah, dapat memberikan kondisi optimum bagi pertumbuhan dan aktifitas mikroorganisme dan pemakaian substrat dapat lebih efisien. Namun ada juga jamur yang dapat tumbuh baik di medium padat (Realita dan Sumanti, 2009).

Secara umum, medium starter menyediakan semua nutrien yang dibutuhkan oleh mikroorganisme seperti jamur untuk memperoleh energi, pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesa produk – produk metabolisme (Realita dan Sumanti, 2009). Sehingga menyebabkan ketiga jamur tersebut lebih cepat mengalami generasi di medium starter.Setelah diketahui waktu tumbuh optimum jamur pada medium starter dan waktu generasinya, maka dilakukanlah tahap terakhir yaitu pembuatan, perbanyakan dan pemanenan starter inokulum jamur sesuai titik tumbuh optimum.

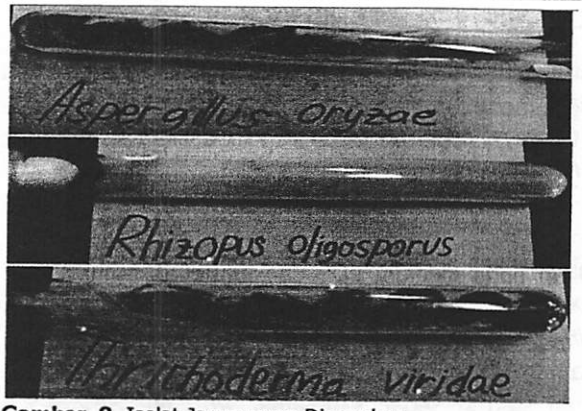
Starter merupakan inokulum bubuk atau kultur mikroba yang diinokulasikan ke dalam medium fermentasi (Fardiaz, 1992). Komposisi pembuatan starter inokulum ini terdiri dari beras sebanyak 80%, tepung kedele 5%, tepung jagung 5%, kulit pisang sebanyak 10% dan air (1:1). Beras dan tepung jagung merupakan sumber karbon dalam pembuatan starter, tepung kedele merupakan sumber nitrogen, sedangkan kulit pisang merupakan substar yang akan difermentasi (Hidayat, dkk., 2006). Kemudian dalam proses ini, air berperan untuk menghomogenkan keempat bahan tersebut. Sebagian besar mikroorganisme yang penting dalam industri fermentasi merupakan mikroorganisme yang membutuhkan senyawa-senyawa organik sebagai sumber energi. Sumber energi yang biasa digunakan adalah senyawa organik sumber karbon seperti karbohidrat, lemak dan protein (Realita dan Sumanti, 2009). Selain itu, mikroorganisme akan mampu tumbuh dengan cepat dengan adanya organik nitrogen, dan beberapa membutuhkan kebutuhan nitrogen yang absolut (Riadi, 2007).



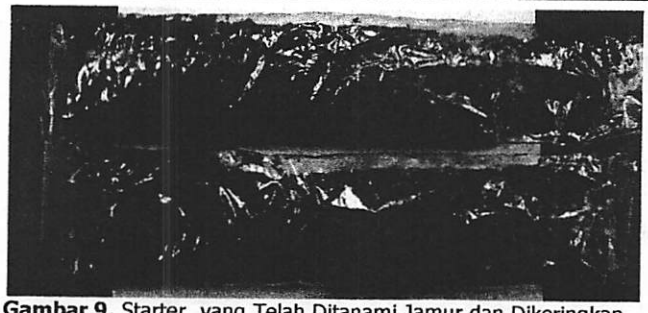
Gambar 7. Komposisi Pembuatan Starter
Figure 7. Composition of Starter Making

Bahan – bahan starter tersebut digabungkan dan dihomogenkan dengan bantuan air dan diukus hingga matang ±1 jam. Pengukusan ini bertujuan untuk mensterilkan kulit pisang dan bahan-bahan yang lain. Selain itu, proses pengukusan ini dapat membantu kulit pisang menyatu dengan air, sehingga inokulum dan substrat lebih mudah untuk menyatu (homogen). Selesai dikukus, starter inokulum kemudian didinginkan. Hal ini dikarenakan jamur yang akan diinokulasikan tidak dapat tumbuh pada suhu yang tinggi.

Setelah dingin, masing – masing jamur *Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus*, dan *Trichoderma viride* ditanamkan ke dalam substrat starter tersebut (Gambar 8). Sebelum ditanamkan ke dalam starter, masing – masing jamur tersebut disuspensikan dengan NaCl. Hal ini dimaksudkan agar jamur dapat dengan mudah tercampur bersama substrat starter. Selanjutnya starter inokulum dipanen pada saat titik tumbuh optimum pertumbuhan jamur sesuai dengan kurva pertumbuhan jamur pada starter, dimana jumlah sel jamur dalam substrat starter mencapai jumlah besar. Kemudian starter inokulum dikeringkan (Gambar 9) dan diblender sehingga berbentuk bubuk (powder) (Gambar 10).



Gambar 8. Isolat Jamur yang Digunakan
Figure 8. *Fungal Isolates Used*



Gambar 9. Starter yang Telah Ditanami Jamur dan Dikeringkan
Figure 9. Starter which has been Planted with Fungus and Dried

Gambar 10. Starter Inokulum Bubuk untuk Bibit Fermentasi
Figure 10. Starter of powder inoculum for seed of fermentation

Hal tersebut dimaksudkan agar starter inokulum dapat dengan mudah digunakan dalam proses fermentasi. Setelah menjadi bubuk, starter inokulum jamur *Aspergillus oryzae, Rhizopus oligosporus*, dan *Trichoderma viride* siap digunakan sebagai bibit fermentasi kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla).

Kesimpulan

Berdasarkan kurva pertumbuhan pada medium PDB dan starter diketahui bahwa *Aspergillus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* tumbuh lebih optimal pada medium PDB, namun *Trichoderma viride* tumbuh lebih optimal pada medium starter. Berdasarkan waktu generasi, jamur *Trichoderma viride* dan *Aspergillus oryzae* lebih cepat bergenerasi pada medium starter, sedangkan jamur *Rhizopus oligosporus* mengalami waktu generasi tercepat pada medium PDB.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

Darmawan. 2007. Inokulasi Strain Jamur *Aspergillus oryzae, Trichoderma resei, Trichoderma viride,* dan *Rhizopus oligosporus* Serta Ragi Pada Fermentasi Jerami Dalam Pembuatan Pakan Ternak Probiotik. Jurusan Biologi FMIPA UNPAD. Jatinangor.

Fardiaz, S. 1992. *Fisiologi Fermentasi.* PAU-ITB. Bekerja sama dengan LSI-IPB Bogor 15,16, dan 40.

Hidayat, Nur., *et al.* 2006. *Mikrobiologi Industri.* Penerbit Andi. Yogyakarta.

Kardia, Egi. 2011. Peningkatan Kualitas Nutrisi Kulit Pisang Kepok (*Musa Balbisiana* Colla) Dengan Cara Fermentasi Oleh *Bacillus Licheniformis* Dan *Bacillus*

Megaterium Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan . Jurusan Biologi FMIPA UNPAD. Jatinangor.

Ningrum, Ery Setya. 2007. *Fermentasi Jerami Oleh Konsorsium Ragi, Trichoderma viride, dan Trichoderma reseii Untuk Meningkatkan Kualitas Gizi Jerami.* Jurusan Biologi FMIPA UNPAD. Jatinangor.

Pelczar, Michael, J dan E.S.C. Chan. 2006. *Dasar – dasar Miksrobiologi.* Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.

Realita, T. dan Debby, Sumanti. M. 2009. *Teknologi Fermentasi.* Widya Padjadjaran. Bandung.

Riadi, Lieke. 2007. *Teknologi Fermentasi.* Graha Ilmu. Yogyakarta.

Sarles,W.B. 1956. *Microbiology General and Applied.* Second Edition. Harper and Brother. New York.