

Sinergisme Fungi Selulolitik Berbasis Limbah Jagung Sebagai Bioaktivator Pakan Berserat

Synergisme of Corn-Based Cellulolytic Fungi as Fiber Feed Bioactivators

Fahri Husaini Nasution¹⁾, Yunilas^{1*)}, Tri Hesti Wahyuni¹⁾

¹⁾Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155
yunilasu@yahoo.co.id

Diterima : 03 Februari 2019
Disetujui : 25 Agustus 2019
Diterbitkan : 31 Agustus 2019

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah menguji kemampuan sinergisme fungi selulolitik asal limbah jagung untuk dikonsorsiumkan sebagai bioaktivator pakan berserat. Isolate fungi selulolitik yang dikonsorsiumkan merupakan hasil isolasi dari limbah tanaman jagung yaitu isolate JB (*Aspergillus sp.*), JC (*Fusarium sp.*), JD (*Aspergillus sp.*), JE (*Rhizoctonia sp.*). Parameter yang diamati adalah sinergisme fungi selulolitik yang dikonsorsiumkan pada medium padat, pola interaksi antara fungi yang dikonsorsiumkan pada medium padat dan sinergisme fungi selulolitik yang dikonsorsiumkan pada medium cair (cocktail inokulum). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari konsorsium isolate fungi selulolitik diperoleh 5 pasangan isolat fungi selulolitik yang dapat bersinergi dan 1 pasangan tidak dapat bersinergi. Pola pertumbuhan yang terbentuk bersifat Mutual Intermingling (pasangan isolate JB vs JC dan JB vs JD), Partial Intermingling (pasangan isolate JB vs JE; JC vs JD; dan JD vs JE); dan Inhibition at touching point (pasangan isolate JC vs JE). Sinergisme fungi selulolitik yang dikonsorsiumkan pada medium cair (cocktail inokulum) menunjukkan tingkat pertumbuhan yang berfluktuatif seiring bertambahnya waktu fermentasi. Kesimpulan: dari 5 pasangan isolat fungi selulolitik yang dikonsorsiumkan diperoleh 1 pasang isolate yang tidak dapat bersinergis, dan sinergisme antara fungi membentuk pola interaksi yang bervariasi. Pertumbuhan fungi selulolitik pada medium cair berfluktuatif dan menunjukkan tingkat pertumbuhan optimum pada hari ke-3.

Kata Kunci: fungi selulolitik, limbah jagung, sinergisme

Abstract: The purpose of this study was to test the synergistic ability of cellulolytic fungi originating from corn waste to be sponsored as fibrous feed bioactivators. The cellulolytic fungi isolated were the result of isolation from corn waste, namely JB (*Aspergillus sp.*), JC (*Fusarium sp.*), JD (*Aspergillus sp.*), JE (*Rhizoctonia sp.*) Isolates. The parameters observed were the synergism of the cellulolytic fungi that were sponsored on solid medium, the interaction pattern between the fungi that were consorted on solid medium and the synergism of the cellulolytic fungi which were consorted in the cocktail inoculum. The results showed that from a consortium of cellulolytic fungi isolates 5 pairs of cellulolytic fungi isolates that could synergize and 1 pair could not work together. The growth patterns formed are Mutual Intermingling (pairs of JB vs JC and JB vs JD isolates), Partial Intermingling (pairs of JB vs JE isolates; JC vs JD; and JD vs. JE); and Inhibition on touching points (pairs isolates JC vs JE). The synergism of the cellulolytic fungus, which was contorted in the cocktail inoculum, showed fluctuating growth rates with increasing fermentation time. Conclusion: from 5 pairs of consolatory cellulolytic fungi isolates obtained 1 pair of isolates who could not synergize, and synergy between fungi formed a pattern of varied interactions. The growth of cellulolytic fungi on liquid medium fluctuated and showed the optimum growth rate on day 3.: synergism, cellulolytic fungi, waste corn.

Keywords: cellulolytic fungi, corn waste, synergism.

1. Pendahuluan

Produktivitas ternak sebagai sumber protein hewani salah satunya dipengaruhi oleh kualitas pakan yang diberikan pada ternak. Pakan pada kegiatan budidaya umumnya adalah pakan komersial

yang menghabiskan sekitar 70% - 80% dari total biaya produksi yang dikeluarkan [1].

Limbah tanaman jagung dapat digunakan sebagai pakan sumber energi bagi ternak ruminansia. [2] menyatakan proporsi yang terkandung dalam

limbah tanaman jagung yaitu tongkol (janggal) yang mengandung SK 46,52%, PK 2,67%. Jerami jagung (brangkasan) mengandung SK 30,19%, PK 6,38% [3]. Kulit buah jagung (klobot) mengandung kadar air 45-50%, PK 2,8% [4]. Kandungan serat yang tinggi menyebabkan pencernaan yang rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan pencernaan limbah tanaman jagung adalah secara biologis (fermentasi) menggunakan mikroba indigenous.

Mikroorganisme lokal (*indigenous microorganism*) merupakan mikroba yang dieksploitasi dari substratnya sendiri yang memiliki kemampuan optimal dalam mendegradasi pakan berserat. Melalui eksplorasi mikroba indigenous akan dihasilkan multi enzim yang sangat berperan dalam proses pengolahan pakan. Pengolahan pakan fermentasi menggunakan mikroba indigenous akan mengoptimalkan kemampuan mikroorganisme rumen dalam mencerna pakan berserat tinggi [5].

Mikroba yang berasal dari substratnya sendiri memiliki kemampuan tinggi dalam mendegradasi substratnya [5]. Selanjutnya [6] menyatakan penggunaan fungi *indigenous* lebih adaptif dan efektif perkembangannya, sehingga kemampuannya dalam mendegradasi selulosa lebih tinggi.

Penggunaan konsorsium mikroba cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan penggunaan isolat tunggal, karena diharapkan kerja enzim dari tiap jenis mikroba dapat saling melengkapi sehingga proses fermentasi menjadi lebih cepat [6]. Penggunaan konsorsium beberapa mikroba *indigenous* dari limbah sawit seperti fungi, yeast dan bakteri mampu menurunkan kadar lignin dari limbah sawit itu sendiri [7].

Beberapa inokulan yang sudah beredar dipasaran dapat digunakan sebagai bioaktivator dalam proses fermentasi pakan diantaranya EM4, Starbio, promol dll. Akan tetapi kebanyakan produk yang beredar di masyarakat tidak ada masa kadaluarsa. Apabila produk bioaktivator yang telah kadaluarsa dipakai maka tidak akan membantu proses fermentasi itu sendiri karena mikroba sudah mati.

Menurut [8], inokulan yang sudah dikemas akan menurun seiring dengan habisnya nutrisi pada media pembawa yang disebabkan pertumbuhan yang semakin banyak namun nutrisi yang ada jumlahnya terbatas. Menurut [9], populasi mikroba yang akan digunakan sebagai produk inokulan harus ($\geq 10^5$ cfu/ml).

Selain itu pertumbuhan mikroba harus tetap tinggi pada saat akan diaplikasikan. Salah satu cara mengetahui pertumbuhannya dengan mengetahui pola pertumbuhannya. Untuk itu perlu dilakukan penelitian dalam memperoleh fungsi yang dapat

dikonsorsiumkan sehingga nantinya dapat dijadikan bioaktivator pakan berserat.

Berdasarkan hal tersebut di atas perlu dilakukan penelitian untuk mengamati sinergisme fungsi selulolitik asal limbah jagung yang dikonsorsiumkan sebagai bioaktivator pakan berserat.

2. Materi dan Metode

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2018, di Laboratorium Produksi Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.

2.2. Alat dan Bahan

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah inkubator, autoklaf, mikroskop, Erlenmeyer, petri dish, tabung reaksi, rak tabung, pipet, micro pipet, stirer, vortex, bunsen, objek glass, cover glass, gelas ukur, becker glass, thermometer, pH meter, hot plate, timbangan digital, oven, jangka sorong, kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat fungi selulolitik asal limbah jagung telah lulus uji degradasi selulosa yang diperoleh pada penelitian sebelumnya yaitu JB (*Aspergillus sp.*), JC (*Fusarium sp.*), JD (*Aspergillus sp.*), JE (*Rhizoctonia sp.*). Air kelapa, gula merah, garam. Medium umum PDA (*Potato Dextrose Agar*), medium selektif untuk uji dalam mendegradasi serat berupa medium agar selektif yang dimodifikasi yaitu: 0,2 % NaNO₃; 0,05% KCL; 0,05% MgSO₄.7H₂O; 0,001% FeSO₄.7H₂O; 0,05% KH₂PO₄; 0,04% yeast ekstrak; 2% agar dan 1% (masing-masing CMC, xylan, lignin), klorofenikol (1 mg dalam 100 ml air), pH diatur 4,5 [7]

2.3. Metode Pelaksanaan

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap. Tahap pertama yaitu uji sinergisme fungsi selulolitik pada media padat menggunakan metode oposisi langsung. Tahap kedua uji sinergisme fungsi selulolitik pada media cair (*cocktail inoculum*) yang dimodifikasi [7] yaitu Mineral 1%, urea 0,5%, molases 0,5%, dedak 2%, suspensi 1 % dan aquadest 1 L. Pada tahap ini melihat pertumbuhan isolat fungi selulolitik yang telah lulus uji sinergi. Pasangan isolat hasil uji sinergi ditumbuhkan pada medium cair (*cocktail inoculum*) untuk melihat pola pertumbuhan yang terbentuk pada hari ke 1, 3, 5, dan 7.

2.4. Parameter

Parameter yang diamati meliputi

1. Sinergisme fungsi yang dikonsorsiumkan pada medium padat.
2. Pola interaksi antara fungsi yang dikonsorsiumkan pada medium padat.
3. Sinergisme fungsi yang dikonsorsiumkan pada medium cair.

2.5. Prosedur Penelitian

2.5.1. Peremajaan isolat fungi

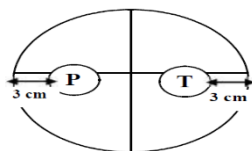
Isolat fungi selulolitik diremajakan kembali secara aseptik dari agar miring untuk ditumbuhkan di cawan petri dengan menggunakan media PDA. Media PDA yang sebelumnya telah dipersiapkan dituang ke dalam cawan petri secukupnya, kemudian dibiarkan hingga memadat. Setelah itu, spora isolat fungi diambil sebanyak satu ose dan diletakkan ke bagian dalam cawan petri. Setelah itu, cawan petri dibungkus dengan kertas dan diinkubasi selama 3 hari.

2.5.2. Uji sinergis pada medium padat (PDA)

Masing-masing isolate fungi selulolitik JB (*Aspergillus sp.*), JC (*Fusarium sp.*), JD (*Aspergillus sp.*), JE (*Rhizoctonia sp.*) dipasang satu sama lain. Setiap cawan petri dengan ukuran 9 cm ditanam dua isolat fungi yang berbeda (metode oposisi langsung) sehingga antar isolat akan bertemu. Diinkubasi selama 6 hari dengan suhu 27-29 °C dan diamati apakah terdapat zona hambat diantara dua isolat yang dipasang. Isolat dikatakan kompatibel bersinergis untuk dikonsorsiumkan apabila tidak terdapat zona penghambatan pada daerah pertemuan kedua isolat dan pertumbuhan tidak berhenti setelah bersinggungan [10].

Uji sinergisme menggunakan metode oposisi langsung dilakukan pada medium padat PDA (Potato Dextrose Agar) yang ditempatkan dengan jarak 3 cm dari tepi petri dish dengan pola sebagai berikut:

- a) Isolat JB (*Aspergillus sp.*) vs Isolat JC (*Fusarium sp.*)
- b) Isolat JB (*Aspergillus sp.*) vs Isolat JD (*Aspergillus sp.*)
- c) Isolat JB (*Aspergillus sp.*) vs Isolat JE (*Rhizoctonia sp.*)
- d) Isolat JC (*Fusarium sp.*) vs Isolat JD (*Aspergillus sp.*)
- e) Isolat JC (*Fusarium sp.*) vs Isolat JE (*Rhizoctonia sp.*)
- f) Isolat JD (*Aspergillus sp.*) vs Isolat JE (*Rhizoctonia sp.*)

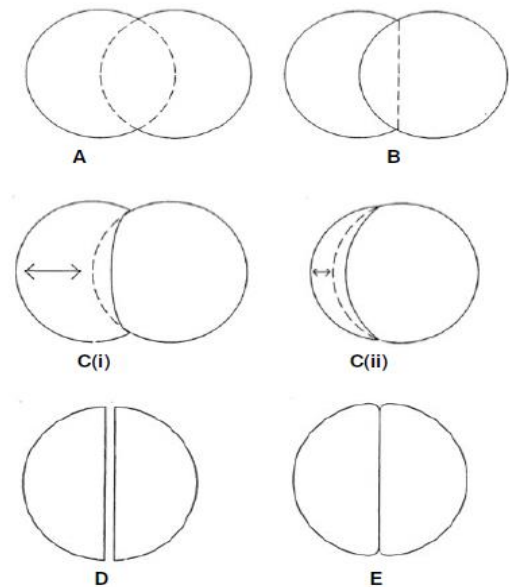


Gambar 1. Posisi peletakan isolat pada uji sinergis [10]

2.5.3. Pola interaksi fungi pada medium padat

Beberapa pasangan isolate fungi yang diuji diinokulasi pada medium padat kemudian diamati pola interaksi yang terbentuk.

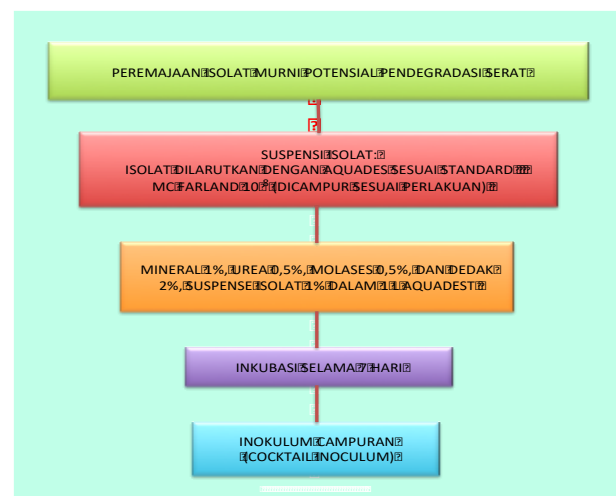
Interaksi yang terbentuk mengacu pada hubungan: 1) *Mutual intermingling* : dimana koloni fungi yang dipasangkan akan tumbuh menuju satu sama lain; 2) *Partial intermingling* : Dimana diantara dua koloni fungi yang dipasangkan akan ada satu fungi yang pertumbuhannya mengarah pasangannya; 3) *Invasion/ replacement*: dimana salah satu koloni fungi tumbuh ke arah pasangan dan mulai mengkonsumsi pasangannya; 4) *Inhibition at touching point* : dimana pertumbuhan akan berhenti setelah miselium dua koloni fungi bertemu; 5) *Inhibition* : Adanya zona hambat $\geq 2\text{mm}$ [11].



Gambar 2. Pola interaksi yang akan terjadi saat uji sinergis [11]

2.5.4. Konsorsium fungi selulolitik pada medium cair

Pembuatan inokulum campuran menggunakan bahan: Mineral 1%, urea 0,5%, molases 0,5%, dedak 2%, suspensi 1 %. Semua bahan dicampur sesuai perlakuan lalu inkubasi selama 7 hari.



Gambar 3. Diagram alir inokulum campuran (Cocktail inoculum) [7].

Pertumbuhan koloni fungi (CFU) diukur dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Ambil 0,1 ml dari erlenmeyer tiap perlakuan yang berisi konsorsium fungi hasil fermentasi selama satu hari lalu diencerkan dengan 9 ml aquadest steril (pengenceran 10¹)
- b) Kemudian encerkan kembali pada konsentrasi 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷.
- c) Dengan pipet mikro ambil sebanyak 100 µl dari pengenceran 10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷ disebar dalam cawan petri kemudian dituang PDA. Dari ketiga pengenceran tersebut masing-masing diulang sebanyak tiga kali dalam cawan petri.
- d) Kultur selanjutnya diinkubasi selama 48-72 jam pada suhu ruang dan diamati pertumbuhannya serta dihitung rerata koloni (CFU/ml) yang terbentuk.

- e) Pengamatan dilakukan pada hari 1, 3, 5, dan 7 untuk melihat grafik pertumbuhannya. Jumlah koloni yang hidup dianggap setara dengan jumlah sel. [12].

$$\text{Jumlah Sel (CFU)} = \text{Jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{Fak. Pengenceran}}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sinergisme Fungi yang Dikonsorsiumkan Pada Medium Padat

Berdasarkan uji sinergi antar isolat yang dikultur bersama pada media padat PDA, dengan lama inkubasi selama 6 hari terdapat 5 pasangan isolat fungi selulolitik yang bersinergi dan 1 pasangan isolat fungi selulolitik yang tidak bersinergi (Tabel 1).

Tabel 1. Uji sinergisme fungi selulolitik

No	Isolat Fungi	<i>Aspergillus sp.</i> (JB)	<i>Fusarium sp.</i> (JC)	<i>Aspergillus sp.</i> (JD)	<i>Rhizoctonia sp.</i> (JE)
1	<i>Aspergillus sp.</i> (JB)	o	+	+	+
2	<i>Fusarium sp.</i> (JC)	+	o	+	-
3	<i>Aspergillus sp.</i> (JD)	+	+	o	+
4	<i>Rhizoctonia sp.</i> (JE)	+	-	+	o

Keterangan: Sinergis (+); Antagonis (-) dan Tidak dilakukan uji (o)

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa pasangan isolat fungi selulolitik asal limbah jagung *Aspergillus sp.* (JB) vs *Fusarium sp.* (JC), *Aspergillus sp.* (JB) vs *Aspergillus sp.* (JD), *Aspergillus sp.* (JB) vs *Rhizoctonia sp.* (JE), *Fusarium sp.* (JC) vs *Aspergillus sp.* (JD), *Aspergillus sp.* (JD) vs *Rhizoctonia sp.* (JE), menunjukkan hubungan yang saling sinergis dengan tidak terbentuk zona hambat, sedangkan pasangan isolat fungi selulolitik asal limbah jagung *Fusarium sp.* (JC) vs *Rhizoctonia sp.* (JE) menunjukkan hubungan yang tidak bersinergis (antagonis). Nampak walaupun isolate berasal dari sumber yang sama namun pada saat dikonsorsiumkan untuk melihat kemampuan sinergisme antara isolate-isolat fungi menunjukkan ada diantaranya yang bersifat antagonis.

Hasil penelitian memperlihatkan isolate fungi *Rhizoctonia sp.* vs *Fusarium sp.* bersifat antagonis. Hal ini dapat disebabkan mekanisme kompetisi yang tinggi antara fungi tersebut sehingga menyebabkan salah satu tumbuh lebih dominan dibanding yang lainnya. Mekanisme kompetisi dapat terjadi disebabkan kemampuan yang berbeda dalam memanfaatkan substrat (nutrient yang terdapat pada medium) atau diduga terinduksi metabolisme sekunder yang mampu menghambat pertumbuhan fungi lain.

Kemampuan mendegradasi selulosa fungi *Rhizoctonia sp.* lebih tinggi dibanding fungi

Fusarium sp. Kondisi inilah yang menyebabkan daya kompetisi *Rhizoctonia sp.* lebih tinggi dari pada *Fusarium sp.* Berbeda halnya dengan pasangan fungi *Aspergillus sp.* vs *Fusarium sp.* atau *Aspergillus sp.* vs *Rhizoctonia sp.* walaupun kemampuan mendegradasi pada *Aspergillus sp.* lebih rendah dibanding *Fusarium sp.* atau *Rhizoctonia sp.* namun pasangan fungi ini dapat bersinergis. Hal ini diduga karena hasil degradasi oleh fungi *Fusarium sp.* atau *Rhizoctonia sp.* dapat dimanfaatkan oleh *Aspergillus sp.* untuk pertumbuhannya sehingga fungi ini mampu tumbuh bersama (bersinergis).

[13] menyatakan bahwa mekanisme sinergisme antar isolat dalam konsorsium masih belum diketahui dengan pasti, namun beberapa penelitian menduga disebabkan karena beberapa faktor antara lain: (1) salah satu anggota genus mampu menyediakan satu atau lebih faktor nutrisi yang tidak dapat disintesis oleh anggota genus yang lain, (2) salah satu anggota genus yang tidak mampu mendegradasi bahan organik tertentu akan bergantung pada anggota genus yang mampu menyediakan hasil degradasi bahan organik tersebut, (3) salah satu anggota genus melindungi anggota genus lain yang sensitif terhadap bahan organik tertentu dengan menurunkan konsentrasi bahan organik yang bersifat toksik dengan cara memproduksi faktor protektif yang spesifik maupun non spesifik.

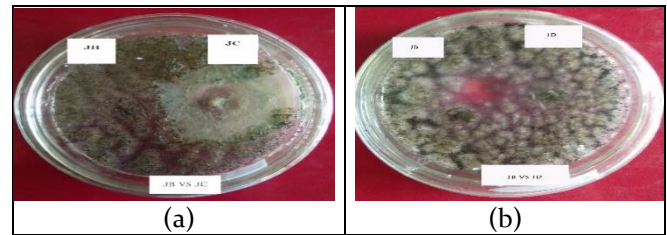
3.2. Pola Interaksi Antara Fungi Yang Dikonsorsiumkan Pada Medium Padat

Pertumbuhan dan pergerakan miselium dari isolat fungi yang dipasangkan mampu menggambarkan hubungan yang bersinergis maupun yang tidak bersinergis dari setiap isolat fungi yang dipasangkan satu sama lain. Dari penelitian sebelumnya didapatkan bahwa isolat JB dan JD merupakan fungi (*Aspergillus sp.*) yang termasuk kelompok fungi dengan pertumbuhan yang lambat sedangkan isolat fungsi JC (*Fusarium sp.*), Isolat JE (*Rhizoctonia sp.*) merupakan kelompok fungi yang memiliki laju pertumbuhan yang cepat. Kombinasi Isolat fungsi *Aspergillus sp.* (JB) vs *Fusarium sp.*, dan *Aspergillus sp.* (JB) vs *Aspergillus sp.* (JD) menunjukkan hubungan *Mutual intermingling* (*compatible*) hal ini dapat dilihat dari Tabel 2 dan pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa dua isolat fungi yang dipasangkan dapat tumbuh bersama dengan saling mendekati pasangannya satu sama lain tanpa adanya zona hambatan.

Tabel 2. Jenis interaksi yang berbeda dari empat jenis fungi selulolitik pada konsorsium fungi secara *Invitro*

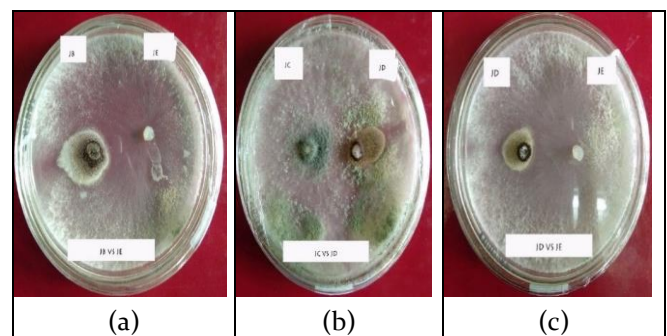
Kode Isolat yang dipasangkan	Keterangan
<i>Aspergillus sp.</i> (JB) vs <i>Fusarium sp.</i> (JC)	<i>Mutual Intermingling</i> ; Dua isolat yang dipasangkan tumbuh bersama satu sama lain (sinergis) tanpa menunjukkan dominansi oleh salah satu isolat terhadap pasangannya.
<i>Aspergillus sp.</i> (JB) vs <i>Aspergillus sp.</i> (JD)	<i>Mutual Intermingling</i> ; Dua isolat yang dipasangkan tumbuh bersama satu sama lain (sinergis) tanpa menunjukkan dominansi oleh salah satu isolat terhadap pasangannya.
<i>Aspergillus sp.</i> (JB) vs <i>Rhizoctonia sp.</i> (JE)	<i>Partial Intermingling</i> ; Isolat fungi <i>Rhizoctonia sp.</i> tumbuh memenuhi cawan petri namun tidak menghambat pertumbuhan dari isolat <i>Aspergillus sp.</i> (A) (sinergis).
<i>Fusarium sp.</i> (JC) vs <i>Aspergillus sp.</i> (JD)	<i>Partial Intermingling</i> ; Isolat fungi <i>Fusarium sp.</i> tumbuh memenuhi cawan petri namun tidak menghambat pertumbuhan dari isolat <i>Aspergillus sp.</i> (B) (sinergis).
<i>Aspergillus sp.</i> (JD) vs <i>Rhizoctonia sp.</i> (JE)	<i>Partial Intermingling</i> ; Hampir sama situasinya seperti isolat fungi <i>Aspergillus sp.</i> (A) vs isolat fungi <i>Rhizoctonia sp.</i> (sinergis)
<i>Fusarium sp.</i> (JC) vs <i>Rhizoctonia sp.</i> (JE)	<i>Inhibition at touching point</i> ; Kedua isolat fungi pertumbuhannya berhenti setelah bertemu ditengah (tidak sinergis)

Kesamaan waktu tumbuh menjadi alasan mengapa isolat *Aspergillus sp.* (JB) Vs Isolat *Aspergillus sp.* (JD) terlihat sama-sama mengalami pertumbuhan tanpa adanya dominansi namun pada pasangan isolat *Aspergillus sp.* (JB) Vs Isolat *Fusarium sp.* (JC) terlihat bahwa isolat fungi *Aspergillus sp.* (JB) dapat mengikuti kecepatan pertumbuhan yang dihasilkan isolat *Fusarium sp.* (JC). Interaksi isolate fungi membentuk pola pertumbuhan *Mutual Intermingling*.



Gambar 4. *Mutual Intermingling*; (a): Isolat *Aspergillus sp.* (JB) Vs Isolat *Fusarium sp.* (JC), (b): Isolat *Aspergillus sp.* (JB) Vs Isolat *Aspergillus sp.* (JD)

Konsorsium isolat fungi *Aspergillus sp.* (JB) Vs Isolat *Rhizoctonia sp.* (JE), Isolat *Fusarium sp.* (JC) Vs Isolat *Aspergillus sp.* (JD), Isolat *Aspergillus sp.* (JD) Vs Isolat *Rhizoctonia sp.* (JE), menunjukkan hubungan *partial mutual intermingling* (*partial Compatible*). Dimana Salah satu isolat tumbuh menuju pasangannya namun tidak menghambat pertumbuhan dari pasangannya. Hal ini dapat dilihat dari Tabel 2 dan pada Gambar 5 yang menunjukkan bahwa fungi yang dipasangkan dapat tumbuh bersama satu sama lain tanpa adanya zona hambatan. Pada Gambar terlihat bahwa salah satu isolat mendatangi pasangannya yang disebabkan perbedaan kecepatan waktu tumbuh namun isolat pasangannya tidak terhambat pertumbuhannya. Dari ketiga pasangan isolat tersebut terlihat dominansi salah satu isolat terhadap pasangannya hal ini dikarenakan isolat fungi *Fusarium sp.* dan isolat fungi *Rhizoctonia sp.* memiliki laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan pasangannya namun tidak menghambat pertumbuhan pasangannya.



Gambar 5. *Partial Intermingling*; (a) *Aspergillus sp.* (JB) vs *Rhizoctonia sp.* (JE); (b) *Fusarium sp.* (JC) vs *Aspergillus sp.* (JD) dan (c) *Aspergillus sp.* (JD) vs *Rhizoctonia sp.* (JE)

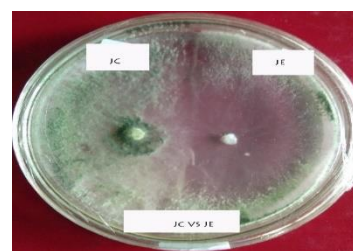
Namun konsorsium pada pasangan isolat fungi *Fusarium sp.* Vs *Rhizoctonia sp.* menunjukkan penghambatan setelah kedua pasangan bertemu dimana pertumbuhan berhenti setelah titik temu. Hal ini disebabkan karena adanya zat antibiosis yang dikeluarkan oleh pasangan isolat tersebut sehingga menghambat perkembangan isolat lainnya dengan membentuk garis pemisah. Pada pasangan ini terjadi kompetisi dalam memperoleh nutrisi pada media

biakan PDA oleh isolat-isolat tersebut. Terjadinya saling kompetisi menunjukkan fungi bersifat antagonis.

Hal ini dapat dilihat dari Tabel 2 dan pada Gambar 6 bahwa terbentuk dinding atau garis batas antara dua isolat. Batas tersebut dapat berupa dinding *sclerotia* dan mengalami pigmentasi hal ini menunjukkan reaksi yang tidak sinergis. [14] menyatakan bahwa pasangan isolat fungi yang dilakukan uji sinergis jika sampai mengalami perubahan warna maka hal itu menandakan hubungan tidak sinergis yang kuat sementara jika hanya terbentuk zona jarang/hambat maka digolongkan tidak sinergis lemah.

Fungi yang tidak saling sinergis menunjukkan sifat yang saling berkompetisi. Tidak terjadinya keseimbangan pada pasangan fungi tersebut akan saling merugikan pada salah satu isolat atau bahkan keduanya. Kompetisi menunjukkan adanya interaksi negatif antar dua populasi mikroorganisme dimana kedua populasi tersebut akan terpengaruh kehidupan

dan pertumbuhannya. Ketika salah satu populasi mikroorganisme memproduksi zat antimikroba untuk menghambat populasi lainnya maka interaksi antar kedua populasi tersebut disebut antagonisme.



Gambar 6. Inhibition at touching point; Isolat fungi *Fusarium sp.* Vs *Rhizoctonia sp.*

3.3. Sinergisme Fungi yang Dikonsorsiumkan Pada Medium Cair (*cocktail inokulum*)

Sinergisme fungi yang dikonsorsiumkan dalam medium cair dilihat dari pertumbuhan (total populasi koloni yang tumbuh) Tabel 3.

Tabel 3. Populasi konsorsium mikroba (fungi) selulolitik selama fermentasi

Isolat Fungi	Jumlah Koloni Fungi (Logx, CFU/ml)			
	Hari 1	Hari 3	Hari 5	Hari 7
<i>Aspergillus sp.</i> (JB) vs <i>Fusarium sp.</i> (JC)	1,69 x 10 ⁹	2,19 x 10 ⁹	1,38x 10 ⁹	1,06 x 10 ⁹
<i>Aspergillus sp.</i> (JB) vs <i>Aspergillus sp.</i> (JD)	1,01 x 10 ⁹	1,19 x 10 ⁹	1,15 x 10 ⁹	6,37 x 10 ⁸
<i>Aspergillus sp.</i> (JB) vs <i>Rhizoctonia sp.</i> (JE)	6,83 x 10 ⁸	8,90 x 10 ⁸	7 x 10 ⁸	4,23 x 10 ⁸
<i>Fusarium sp.</i> (JC) vs <i>Aspergillus sp.</i> (JD)	1,26 x 10 ⁹	1,57 x 10 ⁹	1,08 x10 ⁹	1,14 x 10 ⁸
<i>Aspergillus sp.</i> (JD) vs Isolat <i>Rhizoctonia sp.</i> (JE)	7,37 x 10 ⁸	1,04 x 10 ⁹	9,2 x 10 ⁸	5,17 x 10 ⁸

Fungi yang dikonsorsiumkan pada medium cair memperlihatkan pertumbuhan yang beragam selama masa inkubasi 1, 3, 5, dan 7 hari (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan bahwa terjadinya interaksi antara fungi di dalam medium cair. Interaksi yang terjadi terlihat dari total populasi koloni yang tumbuh yang menunjukkan kemampuan fungi tumbuh bersinergis dengan pasangannya selama dikonsorsiumkan.

Keberhasilan proses fermentasi sangat dipengaruhi oleh keberhasilan dalam mengoptimalkan faktor-faktor dari pertumbuhan mikroba yang diinginkan. Faktor-faktor tersebut akan memberikan kondisi yang berbeda untuk setiap mikroba sesuai dengan lingkungan hidupnya masing-masing sehingga mempengaruhi kinetika fermentasinya [15].

Secara umum gambaran pertumbuhan fungi selulolitik selama waktu inkubasi 1 hari, 3 hari, 5 hari, 7 hari dapat dibuat dalam bentuk grafik kurva

pertumbuhan, dimana pertumbuhan jumlah koloni fungi selulolitik di transformasi terlebih dahulu dalam bentuk (log x) agar dapat dilihat grafik pertumbuhan konsorsium fungi tersebut (Gambar 7).

Pembuatan kurva pertumbuhan merupakan bagian yang penting dari suatu penelitian karena dapat menggambarkan karakteristik populasi fungi. Selain itu, penghitungan waktu generasi juga diperlukan untuk mengetahui prediksi populasi setiap mikroorganisme dalam jangka waktu yang sama serta keaktifannya dalam proses metabolisme [12]. Pertumbuhan konsorsium fungi selulolitik yang telah di transformasi dalam satuan (logx) adalah sebagai berikut.

Berikut data hasil pertumbuhan konsorsium isolat fungi pada medium cair. Pertumbuhan konsorsium fungi selulolitik yang telah di transformasi dalam satuan (logx) adalah sebagai berikut.

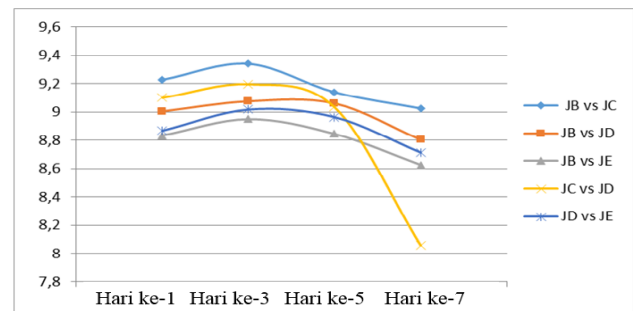
Tabel 4. Populasi konsorsium mikroba (fungi) selulolitik selama fermentasi (Transformasi ke log x)

Isolat Fungi	Jumlah Koloni Fungi (Logx, CFU/ml)			
	Hari 1	Hari 3	Hari 5	Hari 7
P1: Isolat <i>Aspergillus sp.</i> (A) vs Isolat <i>Fusarium sp.</i>	9,227	9,340	9,139	9,025
P2: Isolat <i>Aspergillus sp.</i> (A) vs Isolat <i>Aspergillus sp.</i> (B)	9,004	9,075	9,060	8,804
P3: Isolat <i>Aspergillus sp.</i> (A) vs Isolat <i>Rhizoctonia sp.</i>	8,834	8,949	8,845	8,626
P4: Isolat <i>Fusarium sp.</i> vs Isolat <i>Aspergillus sp.</i> (B)	9,100	9,195	9,033	8,056
P5: Isolat <i>Aspergillus sp.</i> (B) vs Isolat <i>Rhizoctonia sp.</i>	8,867	9,017	8,963	8,713

Pada awal pengujian tingkat pertumbuhan koloni isolat fungi selulolitik hasil konsorsium pada hari pertama terlihat masih rendah namun sudah bisa digunakan sebagai bioaktivator. Hal ini sesuai dengan pernyataan [9] bahwa batasan tinggi rendahnya tingkat pertumbuhan koloni fungi ditentukan berdasarkan banyak sedikitnya rerata kerapatan koloni isolat fungi yang tumbuh. Isolat yang menunjukkan tingkat pertumbuhan tinggi (rerata CFU $\geq 1 \times 10^7$ /ml) dan sedang (rerata CFU $\geq 1 \times 10^6$ /ml). Adapun isolat yang menunjukkan tingkat pertumbuhan yang rendah (rerata CFU berkisar 1×10^5 /ml) atau sangat rendah (rerata CFU $\leq 1 \times 10^4$ /ml).

Pasangan isolat fungi *Aspergillus sp.* (A) vs isolat *Fusarium sp.* (Perlakuan 1) lebih tinggi pertumbuhannya dibandingkan pasangan isolat lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwasanya kemampuan pasangan isolat *Aspergillus sp.* (A) vs isolat *Fusarium sp.* lebih tinggi dalam memfermentasi substrat dibandingkan pasangan isolat lainnya. Tingginya angka pertumbuhan isolat fungi hasil konsorsium medium cair dari semua perlakuan pada tahap ini merupakan gambaran lanjut dari hasil uji sinergis pada tahap 1 (pada media PDA), dimana pasangan isolat *Aspergillus sp.* (A) vs isolat *Fusarium sp.*, isolat *Aspergillus sp.* (A) vs isolat *Aspergillus sp.* (B), isolat *Aspergillus sp.* (A) vs isolat *Rhizoctonia sp.*, isolat *Fusarium sp.* vs isolat *Aspergillus sp.* (B), isolat *Aspergillus sp.* (B) vs Isolat *Rhizoctonia sp.* mampu hidup bersama pasangannya dalam satu media. Dari tabel dapat dibuat grafik viabilitas fungi selulolitik pada media cair (*cocktail inokulum*) yang dapat dilihat pada Gambar 7.

Kurva pertumbuhan konsorsium fungi selulolitik menunjukkan bahwa waktu adaptasi atau fase lag fungi selulolitik memiliki waktu yang relatif singkat dapat dilihat pada Gambar 7 yaitu pertumbuhan sudah mengalami peningkatan pada inkubasi hari ke satu. Pasangan isolat fungi memiliki pertumbuhan paling tinggi pada fase adaptasi dapat dilihat pada Tabel 3 yaitu pasangan isolat fungi *Aspergillus sp.* (A) vs Isolat *Fusarium sp.* ($1,69 \times 10^9$). [15] menyatakan, singkatnya fase adaptasi fungi dikarenakan fungsi tersebut tumbuh pada media yang sama pada saat penyegaran, menyebabkan singkatnya waktu penyesuaian diri pada lingkungan yang baru. [12] menyatakan bahwa panjang atau pendeknya fase adaptasi sangat ditentukan oleh jumlah sel yang diinokulasikan, kondisi fisiologis dan morfologis yang sesuai serta media kultivasi yang dibutuhkan. Pada fase adaptasi ini terlihat masih rendah dibandingkan hari ketiga dikarenakan semua isolat fungi yang dikonsorsiumkan masih beradaptasi dengan lingkungannya yang baru sebelum dapat menggunakan nutrisi yang ada di sekitarnya secara optimal.



Gambar 7. Grafik pertumbuhan konsorsium isolat fungi selulolitik

Pada hari ke 3 terlihat bahwa perlakuan isolat *Aspergillus sp.* (A) vs isolat *Fusarium sp.*, isolat *Aspergillus sp.* (A) vs isolat *Aspergillus sp.* (B), isolat *Aspergillus sp.* (A) vs isolat *Rhizoctonia sp.*, isolat *Fusarium sp.* vs Isolat *Aspergillus sp.* (B), isolat *Aspergillus sp.* (B) vs Isolat *Rhizoctonia sp.* mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan pada hari ke 5. Pada inkubasi hari ke tiga terjadi fase logaritmik atau fase eksponensial, hal ini dapat dilihat dari Gambar 7 yang dicirikan dengan adanya pertumbuhan signifikan pada pertumbuhan sel-selnya. Hal ini didukung oleh pendapat [16] yang menyatakan bahwa, fase logaritmik menggambarkan sel membelah diri dengan laju yang konstan, masa menjadi dua kali lipat dengan laju sama, aktivitas metabolisme konstan, serta keadaan pertumbuhan seimbang. Menurut [17], pada saat pertumbuhan aktivitas metabolisme sel tinggi maka kecepatan pembelahan tinggi serta waktu generasi pendek. Kenaikan yang cukup tinggi disebabkan karena fungi mensintesis zat-zat yang terkandung dalam media cair yang dapat memicu fungi dalam menyekresi metabolit selnya untuk pertumbuhan sel secara optimal. Kandungan nutrisi yang cukup dalam media cair dapat digunakan sebagai sumber nutrisi bagi fungi selulolitik. Hal ini menggambarkan bahwa isolat fungi bersinergi dengan cepat memanfaatkan substrat yang tersedia dalam waktu yang relatif singkat sehingga pada hari ke 3 konsorsium fungi sudah mencapai fase *stationer*. Pada fase ini konsorsium isolat fungi dari tiap perlakuan telah beradaptasi dengan lingkungannya dan mampu memanfaatkan nutrisi yang ada disekitar sehingga pertumbuhan isolat fungi menjadi sangat cepat.

Memasuki hari ke 5 fermentasi pertumbuhan fungi dalam konsorsium mengalami penurunan yang ditandai semakin berkurangnya jumlah koloni fungi. Hal ini terjadi karena ketersediaan substrat yang berkurang sehingga terjadi kompetisi antara isolat fungi yang dikonsorsiumkan, sehingga isolat fungi yang mati lebih banyak dari pada isolat fungi yang hidup. Sesuai pernyataan [7] bahwa penurunan pertumbuhan terjadi karena daya kompetisi dalam memanfaatkan substrat mulai berkurang sehingga menghambat pertumbuhan sel.

Laju pertumbuhan semakin menurun terjadi pada hari ke 7. Penurunan pertumbuhan disebabkan karena kurangnya faktor pertumbuhan seperti menurunnya suplai nutrisi yang terkandung dalam media cair. Menurut [17], keadaan ini menunjukkan adanya kompetisi sesama fungi dalam memperebutkan nutrisi dan ruang. Juga disebabkan oleh adanya bahan-bahan yang dibuang sel ke dalam medium. Menurut [18], pada beberapa keadaan dapat diikuti dengan terjadinya lisis dari sel sehingga turbiditas dan jumlah sel yang dihitung secara langsung akan berkurang sejalan dengan pengurangan sel hidup. Terjadi akumulasi lanjut produk metabolit yang menghambat serta nutrisi penting dalam medium habis. Lama waktu penyimpanan juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan ketahanan hidup (*viabilitas*) fungi.

Ditinjau berdasarkan tingkat pertumbuhan pada medium cair saat konsorsium dengan menghubungkan hasil uji degradasi pada penelitian sebelumnya, konsorsium isolat fungi *Aspergillus sp.* (A) vs isolat JE (*Rhizoctonia sp.*) menunjukkan tingkat pertumbuhan terendah dimana indeks selulolitik pada masing-masing isolat fungi yaitu *Aspergillus sp.* (A) (0.674) vs *Rhizoctonia sp.* (1.178) terlihat perbedaan nilai indeks selulolitik yang cukup berbeda. Pernyataan [25] bahwa koeksistensi hanya terjadi apabila kemampuan kompetisi antar spesies adalah seimbang. Sebaliknya apabila tidak seimbang, spesies yang lemah kemampuan kompetisinya akan tereliminasi oleh spesies yang kemampuan kompetisinya lebih tinggi. Perbedaan nilai indeks selulolitik konsorsium isolat fungi *Aspergillus sp.* (A) vs isolat fungi *Rhizoctonia sp.* sesuai dengan gambar 6 yang menunjukkan bahwa pasangan isolat tersebut memiliki tingkat sinergisme yang paling lemah.

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 dapat dilihat pertumbuhan pasangan isolat fungi selulolitik *Aspergillus sp.* (A) vs Isolat *Fusarium sp.* hari ke 3 adalah konsorsium fungi yang pertumbuhannya paling tinggi dalam media cair yaitu sebesar $2,19 \times 10^9$ sel/ml. Sedangkan konsorsium isolat fungi selulolitik *Aspergillus sp.* (A) vs Isolat *Rhizoctonia sp.* pada hari ke 5 merupakan fungi yang memiliki tingkat pertumbuhan paling rendah dalam media cair yaitu sebesar $8,90 \times 10^8$ sel/ml. Tingginya pertumbuhan kombinasi fungi selulolitik *Aspergillus sp.* (A) vs Isolat *Fusarium sp.* dimungkinkan pasangan ini memiliki kemampuan hidup/daya hidup (*viabilitas*) yang tinggi untuk beradaptasi dan bersaing dalam memperoleh makanan yang terkandung dalam media cair (cocktail inokulum) untuk pertumbuhan, serta kombinasi diantara keduanya tidak saling merugikan tapi saling menguntungkan atau mungkin bersifat netral.

Menurut [19], jika pada suatu media terdapat beberapa macam mikroba termasuk fungi, maka akan

terjadi interaksi atau saling mempengaruhi antara mikroba satu dengan mikroba lainnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh beberapa isolat selulolitik asal limbah jagung yang mampu bersinergis dan tidak mampu bersinergis. Isolat yang mampu bersinergis adalah *Aspergillus sp.* (isolate JB) vs *Fusarium sp.* (isolate JC); *Aspergillus sp.* (isolate JB) vs *Aspergillus sp.* (isolate JD); Isolat *Aspergillus sp.* (isolate JB) vs *Rhizoctonia sp.* (isolate JE); *Fusarium sp.* (isolate JC) vs *Aspergillus sp.* (isolate JD); *Aspergillus sp.* (isolate JD) vs *Rhizoctonia sp.* (isolate JE). Isolat yang tidak mampu bersinergi adalah fungi *Fusarium sp.* (isolate JC) vs *Rhizoctonia sp.* (isolate JE). Pertumbuhan konsorsium fungi selulolitik asal limbah jagung pada medium cair menunjukkan tingkat pertumbuhan optimum pada hari ke 3 inkubasi (fermentasi).

Disarankan dalam pembuatan inokulum bioaktifator sebaiknya menggunakan fungi yang mampu bersinergi dengan lama inkubasi 3 hari.

Referensi

- [1] Pranata. A. D. Kardaya. T. Harsi. 2016. Pemberian pakan konsentrat dengan kadar protein yang berbeda terhadap respon superovulasi sapi simental. Jurnal Peternakan Nusantara ISSN 2442-2541 vol 2. Bogor. Universitas Djuanda Bogor.
- [2] Wartoyo. E. E. 2015. Daya cerna serat kasar dan protein kasar wafer tongkol jagung mengandung sumber protein berbeda pada kambing kacang jantan. Skripsi. Makasar. Universitas Hasanuddin.
- [3] Hidayat. H. 2015. Komposisi Nutrisi Jerami Jagung di Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat untuk Pakan Sapi. Skripsi Program Studi Peternakan. Fakultas Peternakan Universitas Mataram.
- [4] Hidayat. H. 2015. Komposisi Nutrisi Jerami Jagung di Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat untuk Pakan Sapi. Skripsi Program Studi Peternakan. Fakultas Peternakan Universitas Mataram.
- [5] Yunilas, L. Warly, Y. Marlida, dan I. Riyanto. 2013. Potency of Indigenous Bacteria from Oil Palm Waste in Degrades Lignocellulose as a Sources of Inoculum Fermented to High Fibre Feed. Pakistan Journal of Nutrition 12 (9):851-853.
- [6] Handayani. I .N .2015. Pemanfaatan Konsorsium Mikrobial Untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Lumpur Aktif. Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Penyakit Industri Vol 6 No 1.

- [7] Yunilas. 2016. Aplikasi Bioteknologi Dalam Pengolahan Pakan Komplit Menggunakan Mikroba Indigenous Berbasis Limbah Perkebunan Dan Industri Kelapa Sawit Sebagai Pakan Ternak Ruminansia. Disertasi. Program Pascasarjana. Universitas Andalas. Padang.
- [8] Kho Kholifath. 2016. Viabilitas Mikroorganisme Lokal Dalam Ragi Kakao. Skripsi Universitas Halu Oleo.
- [9] Ilyas M. 2007. Uji viabilitas koleksi kapang LIPI-MC dalam ampul penyimpanan kering-beku L-drying setelah satu tahun penyimpanan pada suhu 50C. Cibinong. LIPI.
- [10] Istifadah, N, A. Melawati, P. Suryatmana, dan B. N. Fitriatin. 2014. Keefektifan konsorsium mikroba agens antagonis dan pupuk hayati untuk menekan penyakit Rebah Semai (*Rhizoctonia solani*) pada Cabai. *J. Agrikultura*. 1 (4): 337-345.
- [11] Mohammad. N, Md. Zhangir Alam, N. A. Karbeshi, dan, O. S. Adebayo. 2011. Development of compatible fungal mixed culture for composting process of oil palm industrial waste. Malaysia. BERU.
- [12] Fardiaz. S, 1992. Mikrobiologi Pangan I. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [13] Deng. Y, dan S. Y. Wang. 2016. "Synergistic growth in bacteria depends on substrate complexity", *J Microbiol*. 54(1): 23-30.
- [14] Sahashi. N, M. Akiba, M. Ishihara, K. Miyazaki, and S. Seki. 2010. Distribution of Genets of *Cylindribasidium argenteum* in a River Valley Forest as Determined by Somatic Incompatibility and the Significance of Basidiospores fot its Dispersal. *Mycoll progress*. 9: 425-449.
- [15] Yuliana. 2008. Kinetika pertumbuhan bakteri asam laktat isolay T5 yang berasal dari tempoyak. *Jurnal teknologi industri dan hasil pertanian*. 73:2.
- [16] Reiny. S. S. 2012. Potensi *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4796 sebagai biopreservatif pada rebusan daging ikan tongkol. *Jurnal IJAS*, II (2): 604-613.
- [17] Mavitra E. 2005. Pertumbuhan dan Aktivitas Eksoprotease *Bacillus Licheniformis* dan *Bacillus Megaterium* di Medium Ekstrak Limbah Padat Udang. Skripsi S1 Biologi FMIPA UNS Surakarta.
- [18] Darmawan. A. N. 2000. Mikrobiologi Industri. (www.tip.ugm.ac.id).
- [19] Waluyo. L. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Malang: UMM Press