AGROLAND: JURNAL ILMU-ILMU PERTANIAN
Vol. 27, No. 3 Desember (2020), 256 - 264
P-ISSN : 0854-641X & E-ISSN : 2407-7607, Diterbitkan Universitas Tadulako

Original Research **Open Access**

PERTUMBUHAN *Aspergillus* sp PADA MEDIA LIMBAH CAIR TEMPE DAN AIR KELAPA

Aspergillus sp Growth on Tempe Liquid Waste and Coconut Water

Abdul Rahim Thaha[1)], Damayanti[2)], Asrul[1)] dan Umrah[2)]
[1)]Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako
[2)]Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako, Kampus Bumi Tadulako Tondo - Palu, Sulawesi Tengah 94118
*) Corresponding author, e-mail: abdulrahim.thaha@gmail.com

Submit: 7 December 2020, Revised: 17 December 2020, Accepted: December 2020

ABSTRACT

The study aim was to investigate fungus growth in *tempe* liquid wastes (TLW) and coconut water (CW) media. It was carried out at the Biotechnology Unit Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Tadulako University. This study was designed in completely randomized design (CRD)with six treatments and three replicates. Data was analysed using F test and continued with Duncan multiple range test (DMRT at P05) and processed using excel 2018 program. The treatments were (i) 100% TLW with no CW added (P1), (ii) P2 80% TLW + 20% CW (P2), (iii) 60% TLW + 40 % CW (P3), (iv) 40% TLW + 60% CW (P4), (v) 20% TLW + 80% CW (P5), (vi) 100% CW, with no TLW added (P6). Parameters observed consisted of pH, number of colonies, wet biomass and dry biomass. *Aspergillus* sp. can grow well in all treatments, but the best one is in P2 treatment with the number of colonies was 19 × 10^{10} CFU / mL, pH 6.2, wet biomass, 9.57 g and dry biomass. 3.87 g.

Keywords : *Aspergillus* sp., *Coconut Water, and Tempe Liquid Waste.*

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan fungi pada media limbah cair tempe (TLW) dan limbah air kelapa (CW) telah dilakukan di unit laboratorium bioteknologi, departemen biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Alam Universitas Tadulako. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pertumbuhan *Aspergillussp* pada media limbah cair tempe dan air kelapa di laboratorium. Dirancang dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), jika Uji F nyata, nilai tengah perlakuan diuji dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT). Data dianalisis dengan analisis monovariat dengan program excel 2018. Terdiri dari enam perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan-perlakuan tersebut meliputi perlakuan media P1 (100% TLW, tanpa CW), P2 (80% TLW+20%), P3 (60% TLW+ 40% CW), P4 (40% TLW+60% CW), P5 (20% TLW + 80% CW) dan P6 (100% CW, tanpa TLW). Parameter pengamatan adalah pH, jumlah koloni, biomassa basah dan kering. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa *Aspergillussp* dapat tumbuh baik pada semua

perlakuan media, namunperlakuan terbaik adalah P2 (80% TLW+ 20% CW) dengan jumlah koloni 19 x 10^{10} CFU/ml, pH 6,2 , biomassa basah 9,57 g dan biomassa kering 3,87 g.

Kata Kunci: *Aspergillus sp*, *Limbah Cair Tempe dan Limbah Air Kelapa.*

PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk dan pestisida kimia sintetik dalam dalam rangka meningkatkan produktivitas lahan pertanian selama ini sudah menjadi hal biasa, yang tidak memikirkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungannya (Srivastav, 2020; Tripathi *et al*., 2020). Dampak negatif akibat penggunaan bahan kimia sintetik baik terhadap manusia, ternak maupun terhadap lingkuangan telah dilaporkan sejak era tahun delapan puluhan. Ketergantungan petani terhadap produk ini merupakan salah satu hal yang tidak diperhitungkan oleh pelopor revolusi hijau sehingga produk ini hingga saat ini masih digunakan oleh petani untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mengendalikan penurunan hasil akibat serangan organisme pengganggu tanaman (Khaling *et al*., 2020; Lundin *et al*., 2020).

Jamur *Aspergillus sp*. telah banyak dikenal sebagai saprofit, parasit, dekomposer sehingga penting dalam kesuburan tanah, agen pengendali hayati hingga penghasil mikotoksin (de Amorim *et al*., 2020; Liu *et al*., 2020). Lebih dari dari 300 jenis *Aspergillus* dapat diseleksi sebagai jamur yang dapat berdayaguna, diantaranya berpotensi sebagai biofertilizer dan biopestisida (Sahin, 2011; Saritha and Prasad Tollamadugu, 2019). Penelitian lebih lanjut tentang hal ini perlu direncanakan dan dilakukan.

Pengendalian penyakit tanaman yang ramah lingkungan dapat dikembangkan sebagai alternatif dengan cara memanfaatkan mikorganisme. *Aspergillus* sp. mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan cendawan patogen karena dapat menghasilkan enzim hidrolitik seperti lipase, protease, selulase, pektinase (Schuster *et. al*., 2002).

Aspergillus sp. juga dapat menghasilkan enzim seperti enzim kitinase, laktase dan invertase. Menurut Umrah *et al*., (2019) enzim kitinase mampu menyebabkan kerusakan sel cendawan patogen yang akhirnya dapat menyebabkan kematian sel cendawan patogen. Menurut Dimitrios *et al*., (2012), *Aspergillus spp*. dapat memproduksi mikotoksin yang berguna untuk menghambat pertumbuhan cendawan patogen. Jamur *Aspergillu s* sp. juga dapat menghasilkan senyawa aspergillin dan memproduksi zat yang dapat menghambat perkembangan pada jamur patogenik. *Aspergillus sp*. berpotensi sebagai agen biologi karena memiliki aktivitas seperti menghambat asetilkolinesterase (Fujiwara *et al*., 2010; Lima et al., 2018; Nath *et al*., 2020) memiliki senyawa sitotoksik (Huo *et al*., 2008) dan aktivitas antioksidan (Takamatsu *et al*., 2003).

Kemampuan fungi mendegradasi aneka substrat di alam dalam kelangsungan hidupnya memiliki potensi sebagai agen yang dapat memanfaatkan limbah organik untuk sumber nutrisi (Ahuja *et al*., 2020; Jain and Kalamdhad, 2020; Raksasat *et al*., 2020; Thaha *et al*., 2020). Suatu limbah organik yang belum dimanfaatkan dan masih mengandung unsur-unsur nutrisi terutama N dan zat perangsang tumbuh (auxin dan sitokoni) dapat menjadi substrat untuk pertumbuhan fungi adalah limbah cair tempe dan air kelapa.

Limbah cair tempe termasuk limbah hasil pengolahan dari kedelai cenderung mencemari lingkungan kalau tidak tertangani dengan baik, tetapi jika dimanfaatkan secara tepat maka akan menghilangkan sumber penyakit dan mengurangi pencemaran lingkungan. Air rebusan kedelai memiliki komposisi kimia, yaitu; protein sebesar 5,29%, lemak 0,54%, air 72,08% dan abu 3,38% (Riyanto, 2006).

Air kelapa mengandung hormon auksin dan sitokinin (Surachman, 2011).

Selain itu air kelapa kaya akan mineral yaitu Kalium (K), Kalsium (Ca), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Ferum (Fe), Cuprum (Cu) dan Sulfur (S) (Tiwery, 2014).

Limbah cair tempe dan air kelapa yang mengandung nutrisi untuk pertumbuhan mikroba. *Aspergillus* sp. berpotensi sebagai biofertilizer dan agen pengendalian hayati. Formulasi kedua bahan tersebut memungkinkan biokonversi menjadi media tumbuh *Aspergillus sp* untuk produksi bio fertizer dan biopestisida. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pertumbuhan *Aspergillus sp* pada media limbah tahu dan air kelapa di laboratorium.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako, Palu Sulawesi Tengah.

Alat yang digunakan adalah mikropipet, timbangan analitik, erlenmeyer, cawan petri, bunsen, gelas ukur, aerator, botol kultur kafasitas volume 1000 mL, *laminar air flow* (LAF), *Colony Counter*, mikroskop, pH meter, oven, jarum ose, dan *hotplate*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades, inokulum *Aspergillus sp.*, limbah air kelapa (LAK) dari pasar Masomba Kota Palu, PSA ("potato sukrosa agar"), limbah cair tempe (LCT) dari industri tempe Kecamatan Dolo, kertas saring, dan alkohol (Umrah, *et al.*, 2009).

Jamur Aspergillus sp yang digunakan berasal dari koleksi laboratorium Jurusan Biologi Unit Bioteknologi FMIPA UNTAD. Aspergillus sp yang digunakan dalam bentuk sediaan granuler.

Penelitian ini didesain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari enam perlakuan dan tiga kali ulangan. Susunan perlakuan, yaitu ; media P1 (100% LCT, tanpa AK), media P2 (80% LCT + 20% AK), media P3 (60% LCT + 40% AK), media P4 (40% LCT + 60% AK), media P5 (20% LCT + 80% AK), media P6 (100% AK, tanpa LCT). Pengamatan meliputi ; jumlah koloni (CFU), berat biomassa segar, berat biomassa kering, pH, makroskopik dan mikroskopik jamur Aspergillus sp. Jika uji Fisher (F) menunjukkan pengeruh signifikan, nilai tengah perlakuan diuji dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan (Duncans Multiple Range Test).

Prosedur Penelitian

Pembuatan Media Potato Sukrosa Agar (PSA). Pembuatan media PSA yaitu dengan menyiapkan kentang 200 g, agar 20 g dan gula 20 g dan 1000 mL akuades. Kentang dicuci, dipotong dan direbus hingga diperoleh sari kentang. Selanjutnya ditambahkan gula dan agar, lalu disterilkan menggunakan Autoclave dengan suhu 121ºC (Medigan *et al*. 2002; Umrah *et al.*, 2009)

Pembuatan Media Formula. Media yang digunakan yaitu limbah cair tempe dan limbah air kelapa, komposisi media yang digunakan secara berturut-turut yaitu Media P1 (100% LCT dalam volume 500 mL), media P2 (80% LCT + 20% AK dalam volume 500 mL), media P3 (60% mL LCT + 40% AK dalam volume 500 mL), media P4 (40% LCT + 60% AK dalam volume 500 mL) media P5 (20% LCT + 80% AK dalam volume 500 mL), media P6 (100% AK dalam volume 500 mL). Masing-masing media disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121˚C dan media siap untuk diinokulasi jamur *Aspergillus sp*. (Sukma, 2010)

Inokulum Jamur *Aspergillus* sp. Inokulum jamur *Aspergillus sp.* dalam bentuk sediaan granul 50 g, dibuat suspensi menggunakan akuades steril 500 mL. Inokulum diinokulasikan ke dalam botol kultur sebanyak 5 mL. Botol kultur ditutup kemudian diberi aerasi dengan menggunakan aerator dan selang yang dimasukkan ke dalam botol kultur melalui lubang penutup botol. Proses inkubasi dilakukan sampai akhir masa pengamatan selama 96 jam. (Yulia *et al.*, 2020, modifikasi)

Pengamatan Jumlah Koloni. Jumlah koloni dihitung dengan cara mengambil 1

ml media formula Kemudian dilakukan metode pengenceran dengan tingkat pengenceran sampai 10^{-8}. Pada pengenceran 10^{-8} tersebut kemudian dituang ke dalam cawan petri yang berisi media PSA setelah itu di inkubasi pada suhu ruangan selama 2 x 24 jam dan dihitung jumlah koloni menggunakan *colony counter* dalam satuan CFU (Schuster *et al*., 2002, modifikasi)

Derajat Keasaman (pH). Pengukuran pH (derajat keasaman) pada media tumbuh jamur *Aspergillus sp*. dengan menggunakan alat pH meter. Pengukuran dil akukan selama priode 96 jam inkubasi (Dimitrios *et al*., 2012)

Biomassa Segar. Pengukuran biomassa segar setelah kultur jamur *Aspergillus sp.* dipanen saat berumur 96 jam dan disaring menggunakan kertas saring yang telah diketahui berat awalnya. Kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik (Jannah *et al.,* 2012).

Biomassa Kering. Biomassa kering diukur dengan cara media formula jamur yang telah ditimbang biomassa segar (Jannah et al., 2012) kemudian di masukkan ke dalam oven dengan suhu 80˚C selama 48 jam, setelah 48 jam biomassa *Aspergillus* sp. pada cawan petri ditimbang hingga diperoleh berat keringnya.

Pengamatan Makroskopis *Aspergillus* sp.

Pengamatan makroskopis *Aspergillus* sp dilakukan dengan mengambil satu ose miselium *Aspergillus* sp. yang telah tumbuh saat perhitungan jumlah koloni dan kemudian dimurnikan menggunakan kertas saring dan diletakkan dimedia PSA untuk ditumbuhkan dan diinkubasi selama 7 hari. Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni dan bentuk koloni (Neher *et al*., 2013)

Pengamatan Mikroskopis *Aspergillus* sp.

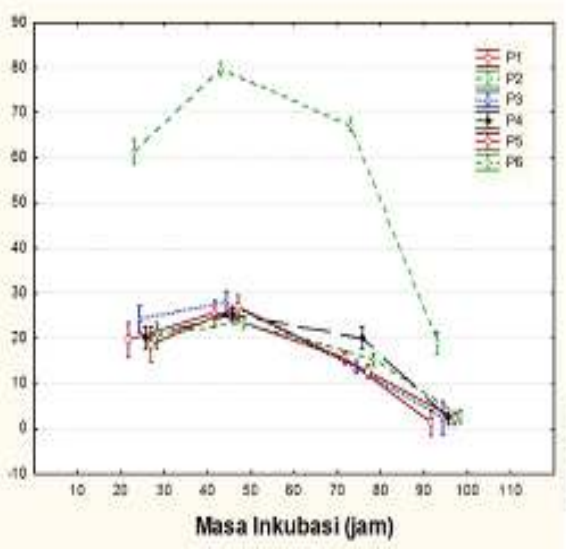
Pengamatan secara mikroskopis. dilakukan dengan metode mikrokultur (slide kultur) (Gusnawaty *et al*., 2014)

Analisis Data. Data hasil pengamatan secara kuantitatif diolah dengan analisis monovariat dengan menggunakan program excel 2018.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Koloni

Jumlah koloni dihitung mulai dari 24 jam setelah inkubasi sampai 96 jam inkubasi. Menurut Sukma (2010) miselia dari jamur *Aspergillus* sp. mulai tumbuh sejak 2 hari setelah inkubasi yang berupa koloni-koloni kecil berwarna putih yang menyebar dipermukaan media. Pada Perlakuan P2 menunjukkan jumlah koloni tertinggi yaitu 19×10^{10} CFU/mL dan berbeda nyata dengan perlakuan P1 ($1,3\times10^{10}$ CFU/mL), P3 ($2,3\times10^{10}$ CFU/mL), P4 ($2,3\times10^{10}$ CFU/mL), P5 ($2,3\times10^{10}$ CFU/mL) dan P6 ($2,7\times10^{10}$ CFU/mL).



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Koloni *Aspergillus* sp.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *Aspergillus sp* dapat tumbuh dan berkembang biak pada limbah cair tempe dan limbah air kelapa karena pada setiap perlakukan terdapat miselium jamur yang merupakan jalinan hifa berbentuk benang. Hasil pengamatan jumlah konidia setelah 24 jam, semua perlakuan masih dalam keadaan stabil atau masih dalam tahap adaptasi yang disebut dengan fase lag. Meningkatnya jumlah koloni pada kisaran waktu antara 48 dan 72 jam karena setelah mengalami fase adaptasi selanjutnya jamur mengalami

proses pertumbuhan eksponensial. Pada waktu inkubasi 96 jam terlihat bahwa koloni *Aspergillus sp* mengalami penurunan disebabkan karena nutrisi di dalam medium telah berkurang sehingga dihasilkannya metabolis sekunder (idiofase) yang bersifat toksit sehingga dapat meracuni tubuhnya yang mengakibatkan autolysis (Purwitasari et al., 2004). Perlakuan P2 menghasilkan jumlah koloni tertinggi, yaitu $19x10^{10}$ CFU/ml. Komposisi kimia perlakuan P2 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Komposisi Kimia Perlakuan P2 Yang Memiliki Jumlah Koloni Tertinggi

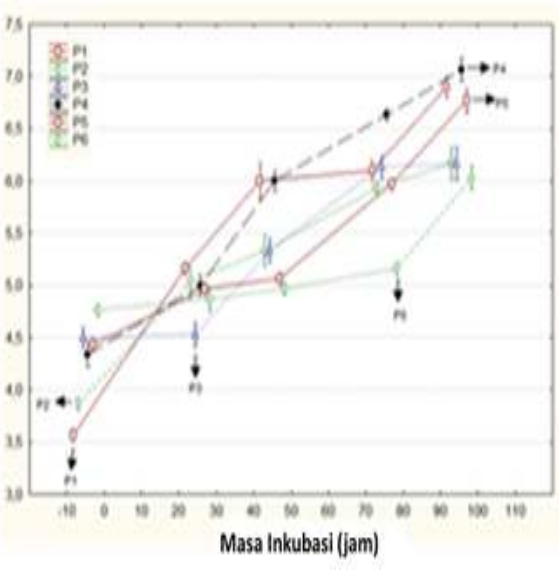
No	Parameter	Kandungan	Satuan
1.	Kadar Karbohidrat	0,42	%
2.	Kadar Protein	0,34	%
3.	Kadar Lemak	0,19	%
4.	N-Total	0,24	%
5.	Pospor (P)	0,002	%
6.	Kalium (K)	0,11	%
7.	Calcium (Ca)	0,02	%
8.	Natrium (Na)	0,01	%

Komposi kimia pada perlakuan P2 adalah merupakan komposisi nutrisi optimal yang menghasilkan jumlah koloni tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya dalam percobaan ini. Hal ini berarti bahwa kombinasi media 80% LCT+20% AK paling baik digunakan sebagai media perbanyakan *Aspergillus sp* yang dapat digunakan sebagai decomposer atau bahan aktif biofertilizer dan biofestisida untuk mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan.

Derajat Keasaman (pH)

pH media formula diamati mulai dari 0 jam sampai 96 jam masa pengamatan. Kisaran pH media formula mulai dari 3,6-7,1 (Gambar 2.)

Aspergillus sp bersifat aerob sehingga pada pertumbuhannya merlukan oksigen (O2) dalam jumlah yang cukup banyak dan pada kisaran antara 2,8 hingga 8,8 sedangkan temperatur optimum untuk pertumbuhannya adalah 37^{o}C. Kisaran pH yang diperoleh melalui pengukuran (pH-meter) berkisar antara 3,6 hingga 7,1.



Gambar 2. Kurva Hasil Pengukuran pH

Kurva pH menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada berbagai media perlakuan karena enzim ekstra yang diproduksi oleh mikroorganisme akan memperepat pemecahan senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana yang bersifat asam, namun senyawa-senyawa organik yang terdekomposisi segera digunakan oleh mikroorganisme sebagai nutrisi, sumber energi, pembentuk sel dan sebagai aseptor elektron untuk menghasilkan energi sehingga akan menaikkan pH karena kandungan senyawa organik akan semakin berkurang (Chalimatus, 2013).

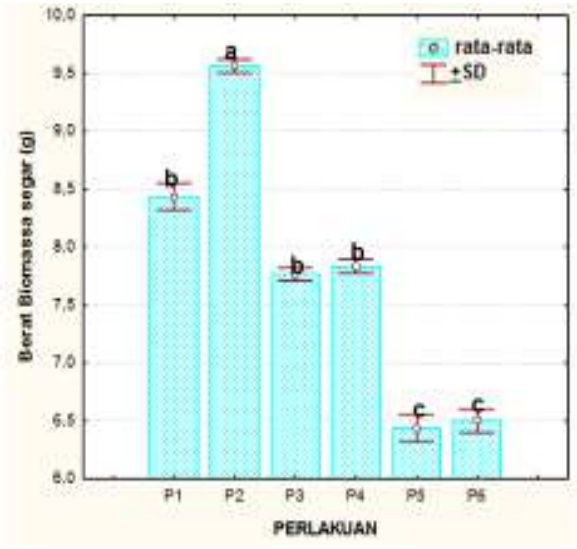
Biomassa Segar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pada berbagai komposisi media perlakuan berpengaruh nyata terhadap berat biomassa segar. Hasil uji Duncan pada taraf 0,05 menunjukkan bahwa pada perlakuan P2 berbeda nyata dengan semua

perlakuan. Perlakuan P2 memiliki berat biomassa basah tertinggi yaitu 9,57 g per 500 ml kultur kemudian P1 (7,90 g per 500 ml kultur), P3 (7,77 g per 500 ml kultur), P4 (7,83 g per 500 ml kultur), P5 (6,43 g per 500 ml kultur) dan P6 (6,5 g per 500 ml kultur).

Perlakuan P2 menunjukkan pertumbuhan *Aspergillus sp* terbaik, menghasilkan berat biomassa segar dan berat biomassa kering tertinggi dibandingkan perlakuan P1, P3, P4, P5 dan P6. Perbedaan pH dan komposisi kimia media tumbuh dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur (Marthin dan Talahuturuson, 2014).

Karbohidrat merupakan substrak utama untuk metabolisme karbon pada jamur. Menurut Madigan *et al.* (2002) dan Urailal *et al.* (2012) pertumbuhan fungi sangat tergantung pada ketersediaan karbohidrat, protein, lipid, dan asam nukleat. Penggunaan karbohidrat yang tinggi akan mendorong pertumbuhan vegetatif fungi, selain itu pembentukan konidia dipengaruhi oleh kandungan protein dalam media. Menurut Martin dan Talahaturuson (2014) unsur unsur kimia juga dapat membantu pertumbuhan jamur seperti kalium, kalsium dan natrium. Fungsi utama nutrisi tersebut adalah sebagai sumber energi, bahan pembentuk sel dan sebagai aseptor electron untuk menghasilkan energi.



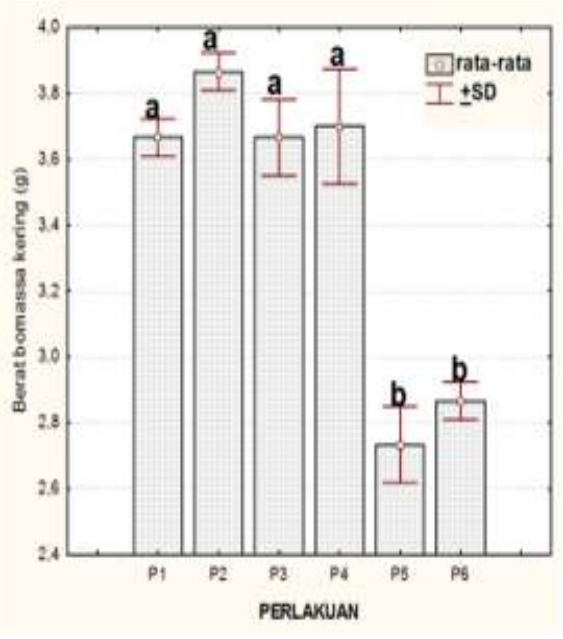
Gambar 3. Berat Biomassa Basah

Biomassa Kering

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pada berbagai komposisi media perlakuan berpengaruh nyata terhadap berat biomassa kering. Hasil uji Duncan pada taraf 0,05 menunjukkan bahwa pada perlakuan P2 berbeda nyata dengan semua perlakuan. P2 memiliki berat biomassa kering tertinggi yaitu 3,87 g kemudian P1 (3,67 g per 500 ml kultur), P3 (3,67 g per 500 ml kultur), P4 (3,57 g per 500 ml kultur), P5 (2,73 g per 500 ml kultur) dan P6 (2,87 g per 500 ml kultur).

Pengamatan Makroskopis *Aspergillus* sp.

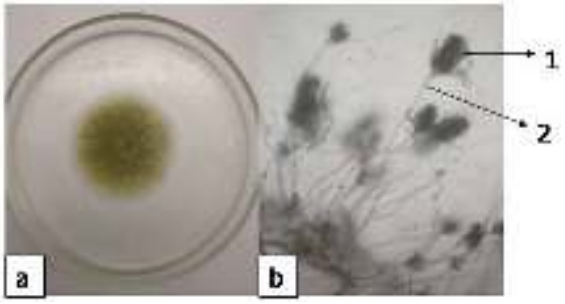
Hasil pengamatan makroskopis jamur *Aspergillus* sp. pada media PSA (*Potato Sukrose Agar*) terlihat pada inkubasi hari pertama masih berwarna putih terbentuk koloni miselium yang tersusun oleh hifa. Pada hari ke dua telah mengalami sporulasi berwarna hijau, bahwa miselium semula berwarna putih kemudian akan membentuk kondia menjadi warna coklat kekuning-kuningan, hijau atau kehitam-hitaman. Bentuk koloni tidak teratur, permukaan kasar terdapat titik-titik hijau yang merupakan spora jamur dan mudah menyebar ke segala arah (Medigan *et al.*, 2002)



Gambar 4. Berat biomassa kering

Pengamatan mikroskopis *Aspergillus* sp.

Hasil pengamatan secara mikroskopis jamur *Aspergillus* sp. mempunyai konidia berwarna hijau berbentuk bulat, konidiofor *hyaline* dan tidak bersekat. *Aspergillus flavus* membentuk koloni yang berwarna hijau. Miselium bersekat, tidak berwarna dan percabangannya tidak teratur. Konidiofor tidak bersekat, tidak berwarna dan berdinding halus. Konidum bulat, tidak berwarna dan berdinding halus.



Gambar 5. a) makroskopis *Aspergillus* sp. b) Mikroskopis *Aspergillus* sp. 1. Konidia 2. Konidiofor (Perbesaran 400x)

KESIMPULAN

Aspergillus sp. dapat tumbuh baik pada semua kombinasi media limbah cair tempe (LCT) dan air kelapa (AK), namun terbaik pada perlakuan P2 (terdiri dari 80% limbah cair tempe + 20% air kelapa). Jumlah koloni, 19×10^{10} CFU/ml. biomassa segar 9,57 g dan biomassa kering. 3,87 g, serta pH 6,2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Sesuai dengan Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat Nomor: 091/SP2H/PPM/DRPM/2020, 16 Maret 2020 Skema Program Pengembangan Desa Mitra (PPDM), Universitas Tadulako, Palu.

DAFTAR PUSTAKA

Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J.F., Richardsen, R., Løes, A.-K., 2020. Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming – With status in Norway: A review. Waste Management 115, 95–112. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025

Chalimatus, H. 2013. Efektifitas Jamur Trichoderma harzianum dan mikroba kotoran sapi pada pengomposan limbah sludge pabrik kertas. Skripsi. Fakultas MIPA. Universitas Negri Semarang. Semarang.

de Amorim, M.R., Wijeratne, E.M.K., Zhou, S., Arnold, A.E., Batista, A.N.L., Batista, J.M., dos Santos, L.C., Gunatilaka, A.A.L., 2020. An epigenetic modifier induces production of 3-(4-oxopyrano)-chromen-2-ones in Aspergillus sp. AST0006, an endophytic fungus of Astragalus lentiginosus. Tetrahedron 76, 131525. https://doi.org/10.1016/j.tet.2020.131525

Dimitrios I, Tsitsigiannis, Dimakopoulou M, Antaniou PP, Tjamos EC. 2012. Biological control strategies of mycotoxigenic fungi and associated mycotoxin in Mediteterranean basin crop. *Phytopathol Mediterran*, 51(1), 158–174.

Fujiwara, M., Yagi, N., and Miyazawa, M. 2010. Acetylcholinesterase inhibitory activity of volatile oil from Peltophorum dasyrachis Kurz ex Bakar (yellow batai) and bisabolane-type sesquiterpenoids. *J. Agric. Food Chem.* 58. 2824–2829.

Gusnawaty, HS., Taufik, M., Triana, L., dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* spp . Indigenus Sulawesi Tenggara. *Agroteknos*, *4*(2), 88–94.

Huo, J., Yang, S.P., Xie, B.J., Liao, S.G., Lin, L.P., Ding, J., and Yue, J.M. 2008. Cytotoxic Sesquiterpenoids from

Vernonia bockiana. *J. Asian Nat. Prod. Res*. 10, 571–575.

Jain, M.S., Kalamdhad, A.S., 2020. Soil revitalization via waste utilization: Compost effects on soil organic properties, nutritional, sorption and physical properties. Environmental Technology & Innovation 18, 100668. https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100668

Jannah, A., Nurwantoro, dan Pramono, Y. 2012. Kombinasi Susu dengan Air Kelapa pada Proses Pembuatan Drink Yogurt terhadap Kadar Bahan Kering , Kekentalan dan pH. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, *1*(3), 69–71.

Khaling, E., Agyei, T., Jokinen, S., Holopainen, J.K., Blande, J.D., 2020. The phytotoxic air-pollutant O3 enhances the emission of herbivore-induced volatile organic compounds (VOCs) and affects the susceptibility of black mustard plants to pest attack. Environmental Pollution 265, 115030. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115030

Lima, M.T.N.S., Santos, L.B. dos, Bastos, R.W., Nicoli, J.R., Takahashi, J.A., 2018. Antimicrobial activity and acetylcholinesterase inhibition by extracts from chromatin modulated fungi. Brazilian Journal of Microbiology 49, 169–176. https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.06.004

Liu, Y., Ding, L., Zhang, Z., Yan, X., He, S., 2020. New antifungal tetrahydrofuran derivatives from a marine sponge-associated fungus Aspergillus sp. LS78. Fitoterapia 146, 104677. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2020.104677

Lundin, O., Malsher, G., Högfeldt, C., Bommarco, R., 2020. Pest management and yield in spring oilseed rape without neonicotinoid seed treatments. Crop Protection 137, 105261. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105261

Madigan, M.T., J.M. Martinko and J.Parker. 2002. Brock Biology of Microorganisms. Prentice Hall International Inc., Englewood Cliff.

Marthin, A., dan Talahaturuson, A. 2014. Perbanyakan *Trichoderma harzianum* pada Media Berbasis Ela Sagu, *J. Agroekotek, 6* (2), 105 – 113.

Nath, R., Pathania, S., Grover, G., Akhtar, M.J., 2020. Isatin containing heterocycles for different biological activities: Analysis of structure activity relationship. Journal of Molecular Structure 1222, 128900. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.128900

Neher, D.A., Weicht T. R., Bates S.T. 2013. Change in bacterial and fungal communities across compost recipes, prearation methods, and composting time. PLoS One 8(11):e79512.

Raksasat, R., Lim, J.W., Kiatkittipong, W., Kiatkittipong, K., Ho, Y.C., Lam, M.K., Font-Palma, C., Mohd Zaid, H.F., Cheng, C.K., 2020. A review of organic waste enrichment for inducing palatability of black soldier fly larvae: Wastes to valuable resources. Environmental Pollution 267, 115488. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115488

Riyanto. H. 2006. Pemanfaatan Limbah Air Rebusan Kedelai untuk Pembuatan *Nata De Soya* (Kajian Penambahan Sukrosa dan Ekstrak Kecambah). University of Muhammadiyah Malang.

Sahin, F., 2011. Development and application of biofertilizers and biopesticides for crop production and protection. Current Opinion in Biotechnology 22, S29–S30. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.05.060

Saritha, M., Prasad Tollamadugu, N.V.K.V., 2019. The Status of Research and Application of Biofertilizers and Biopesticides: Global Scenario, in: Recent Developments in Applied Microbiology and Biochemistry. Elsevier, pp. 195–207. https://doi.org/10.1016/B978-0-12 816328-3.00015-5

Schuster E, N.D. Coleman, J.C. Frisvad, and P.W.M. Van Dijck. 2002. On the safety of *Aspergillus niger*. *Appl Microbiol Biotechnol,* 59, 426–435.

Srivastav, A.L., 2020. Chemical fertilizers and pesticides: role in groundwater contamination, in: Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation. Elsevier, pp. 143–159. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00006-4

Sukma, T.A. 2010. Hidrolisis Pati dari Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* Var. Ayamurasaki) Menggunakan Ekstrak Kasar Amilase dari *Aspergillus niger* sebagai Bahan Baku Pembuatan Wine.

Surachman, D. 2011. Teknik pemanfaatan air kelapa untuk perbanyakan nilam secara In Vitro. *Buletin Teknik Pertanian*, *16*(1), 31–33.

Takamatsu, S., Hodges, T.W., Rajbhandari, I., Gerwick, W.H. Hamann, M.T., and Nagle, D.G. 2003. Marine natural products as novel antioxidant prototypes. *J. Nat. Prod*. 66, 605–608.

Thaha, A. R., Asrul, Halmia and Umrah. 2020. The Biofertilizer Formulation from *Coconut* Fiber Waste and Oyster Mushroom Waste as Basic Substrate, the Active Agent of *Aspergillus sp.* International Journal of Advenced Science and Technology Vol.29 No.5,(2020), pp 8601-8610

Thaha, A. R. Umrah, Asrul, Abdul Rahim, Pajrah and Nurzakia. 2020. The role of local isolates of *Trichoderma sp.* as decomposer in the subtrate of cacao pod rind (*Theobroma cacao* L.). AIMS Agriculture and Food, 5 (4): 825-834

Tiwery, R. R. 2014. Pengaruh penggunaan air kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Biopendix*, *1*(1), 83–91.

Tripathi, S., Srivastava, P., Devi, R.S., Bhadouria, R., 2020. Influence of synthetic fertilizers and pesticides on soil health and soil microbiology, in: Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation. Elsevier, pp. 25–54. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00002-7

Umrah, Angraeni, T., Esyanti, R. R., Aryantha, I.. N. P., 2009. Pengembangan Formula Substrat Inokulum *Trichoderma sp.*sebagai Agen Pengendali Hayati Terhadap Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora palmivora* E. J. Butler). J.Agrisains, 10(2), 72-82.

Umrah, Anggraeni, T., Esyanti, R. R., Aryantha, I. N. P., 2019. Antagonisitas dan efektivitas *Trichoderma* sp dalam menekan perkembangan *Phytophthora palmivora* pada buah kakao. J. Agroland 16 (1) : 9 – 16.

Urailal, C., Kalai, A. M., Kaya, E., dan Siregar, A. 2012. Pemanfaatan Kompos Ela Sagu, Sekam dan Dedak Sebagai Media Perbanyakan Agens Hayati *Trichoderma harzianum* Rifai. *J.Agrologia, 1*(1), 21-30.

Yulia, A., Umrah, dan Abdul Rahim Thaha. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor L.*) Pasca Aplikasi Biofertilizer (bahan aktif *Aspergillus sp*) Sediaan Cair. *J. Biocelebes, 2020.Vol.14.No. 2., 119-209 ISSN P: 1978-6417; ISSN-E: 2580-5991.*